

NOTRE TERRITOIRE FACE À UN NOUVEAU CLIMAT : IMPACTS ET VULNÉRABILITÉS EN PROVINCE DE LUXEMBOURG



NOTRE TERRITOIRE FACE À UN NOUVEAU CLIMAT : IMPACTS ET VULNÉRABILITÉS EN PROVINCE DE LUXEMBOURG



Éditeur responsable

Olivier SCHMITZ
Gouverneur de la province de Luxembourg
Place Léopold 1 · 6700 Arlon (BELGIQUE)
www.gouverneur-luxembourg.be

Mise en page

Anaïs Delhasse

Impression

Imprimerie provinciale

Date de publication

Mars 2026

Crédits photographiques

Voir crédits en fin d'ouvrage.

La reproduction de tout ou partie de ce document est autorisée moyennant mention de la source.



TABLE DES MATIÈRES

1. Préambule	6		
2. Contexte du changement climatique	10		
2.1. LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES DANS UN MONDE À + 2 °C EN PROVINCE DE LUXEMBOURG	13		
3. Impacts du changement climatique	24		
3.1. VULNÉRABILITÉ DES FORÊTS DE LA PROVINCE DE LUXEMBOURG FACE AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES	28		
INTRODUCTION	32		
La forêt en Wallonie et focus sur les forêts de la province de Luxembourg	32		
L'état sanitaire des forêts wallonnes	32		
Risques et vulnérabilité : de quoi parle-t-on ?	35		
VULNÉRABILITÉ DES FORÊTS DE LA PROVINCE DE LUXEMBOURG	36		
Vulnérabilité intrinsèques des stations	36		
Les essences de nos forêts sont-elles en station ?	39		
Qu'en est-il de la vulnérabilité future de ces peuplements ?	42		
POUR CONCLURE...	45		
3.2. CHANGEMENT CLIMATIQUE ET RESSOURCES EN EAU EN PROVINCE DE LUXEMBOURG : CONSTATS, VULNÉRABILITÉS ET LEVIERS D'ACTION	50		
INTRODUCTION	56		
CONSTATS ET PROSPECTIVE DANS UN MONDE À +3 °C	56		
SOLUTIONS	58		
Politiques et programmes	58		
Hydrologie régénérative	62		
Offre vs demande vs choix : analyse d'aptitude territoriale	66		
CONCLUSION	69		
3.3. IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR L'AGRICULTURE EN PROVINCE DE LUXEMBOURG	72		
INTRODUCTION	76		
MATÉRIEL ET MÉTHODE	77		
Grandes cultures et prairies	77		
Élevage	78		
IMPACT SUR LES GRANDES CULTURES	79		
Le froment d'hiver	80		
Effets sur l'ensemble des grandes cultures simulées	84		
IMPACT SUR LA CROISSANCE DE L'HERBE	86		
IMPACT SUR LE BIEN-ÊTRE ANIMAL	92		
CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS	96		
3.4. IMPACTS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES SUR LA SANTÉ EN PROVINCE DE LUXEMBOURG	101		
INTRODUCTION	102		
ÉVÉNEMENTS MÉTÉOROLOGIQUES EXTRÊMES, TRAUMATISMES ET MORTALITÉ : UNE ANALYSE DES RISQUES ÉMERGENTS	108		
Stress thermique et mortalité accrue	108		
Inondations : traumatismes, noyades et mortalités directes	109		
Feux de forêt : un risque émergent aux effets sanitaires multiples	109		
Accessibilité aux soins : un facteur aggravant des décès évitables	110		
Conclusion	110		
		INFLUENCE DU RÉCHAUFFEMENT CLIMATIQUE SUR LA DYNAMIQUE DES MALADIES VECTORIELLES EN PROVINCE DE LUXEMBOURG	111
		Contexte général : un risque vectoriel en expansion sous l'effet du changement climatique	111
		Les tiques : un risque majeur et croissant pour la province de Luxembourg	111
		Moustiques exotiques et maladies émergentes : un risque de progression	112
		Horizon 5-10 ans : une intensification des risques infectieux	112
		MANQUE DE CONNAISSANCES DU PERSONNEL INFIRMIER FACE AUX DÉFIS CLIMATIQUES	113
		Un potentiel d'action freiné par une méconnaissance systémique	113
		Lacunes conceptuelles et confusions cliniques	113
		Les barrières structurelles à l'acquisition de connaissances	114
		Une dissociation entre conscience et pratique	114
		Discussion	114
		IMPACT DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES SUR LES PATHOLOGIES CARDIO-RESPIRATOIRES EN PROVINCE DE LUXEMBOURG	120
		CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET ÉCO-ANXIÉTÉ	125
		Le concept d'éco-anxiété	125
		Focus sur la situation de la jeunesse en Belgique francophone	126
		Que sait-on de l'éco-anxiété en milieu rural et plus particulièrement dans la province de Luxembourg ?	127
		Recommandations	127
		QUEL SYSTÈME ALIMENTAIRE EN PROVINCE DE LUXEMBOURG DANS UN MONDE INSTABLE ET CLIMATIQUEMENT CONTRAINT ?	132
		3.5. INDICATEUR DE VULNÉRABILITÉ SOCIALE DE LA POPULATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE EN PROVINCE DE LUXEMBOURG	146
		INTRODUCTION	148
		CHANGEMENT CLIMATIQUE ET IMPACTS SUR LA POPULATION	148
		LA VULNÉRABILITÉ SOCIALE ET SES COMPOSANTES	149
		Vulnérabilité sociale	149
		Les composantes de la vulnérabilité sociale	150
		OBTENTION DE L'INDICATEUR DE VULNÉRABILITÉ SOCIALE	153
		CARTES ET RÉSULTATS	155
		3.6. DIAGNOSTIC DE VULNÉRABILITÉ AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES DU SECTEUR ÉCONOMIQUE EN PROVINCE DE LUXEMBOURG	165
		ÉTAT DES LIEUX	166
		MÉTHODE D'ANALYSE	170
		RÉSULTATS DE L'ANALYSE SPATIALE	171
		Vulnérabilité aux inondations	171
		Vulnérabilité aux vagues de chaleur	174
		Vulnérabilité aux incendies	178
		CONCLUSION	179
		3.7. AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE ET RISQUES CLIMATIQUES EN PROVINCE DE LUXEMBOURG	183
		INTRODUCTION	184
		POURQUOI LA PROVINCE DE LUXEMBOURG EST-ELLE PARTICULIÈREMENT EXPOSÉE AUX RISQUES CLIMATIQUES	186
		QUELLES CONSÉQUENCES EN MATIÈRE D'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE ?	187
		CONCLUSION	191
		3.8. ENTRE NOUVELLES CONTRAINTES ET OPPORTUNITÉS : L'IMPACT DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES SUR LE TOURISME EN PROVINCE DE LUXEMBOURG	193

1

Préambule

Olivier SCHMITZ
Gouverneur



Les modèles climatiques présentés par les scientifiques n'ont guère évolué ces dernières années. Tous indiquent les mêmes tendances. La réelle évolution vient d'un changement climatique que l'on constate désormais très concrètement, et, parfois, violemment, comme en juillet 2021.

Les derniers chiffres publiés par le service européen Copernicus sont révélateurs. Ils indiquent que l'année 2025 a été la troisième année la plus chaude jamais enregistrée. Plus significatif encore : la température moyenne mondiale observée sur les trois dernières années a dépassé le seuil de 1,5 °C, soit l'objectif que la communauté internationale s'était engagée à respecter en signant les Accords de Paris. Enfin, les onze dernières années figurent toutes parmi les plus chaudes depuis le début des mesures officielles.

Un tel dépassement ne doit ni nous plonger dans le fatalisme, ni nous conduire à relâcher les efforts indispensables de réduction des émissions de gaz à effet de serre. Ces efforts restent déterminants pour éviter le pire.

Mais il nous oblige aussi à regarder lucidement une autre réalité : quels que soient ces efforts — et ils doivent être poursuivis et renforcés — une part du changement est désormais enclenchée, et notre responsabilité collective est de travailler dès aujourd'hui sur notre capacité d'adaptation. Celle-ci passe par une compréhension globale des vulnérabilités de notre territoire.

C'est nourri par cette conviction que j'ai sollicité plusieurs scientifiques reconnus dans leur domaine pour qu'ils étudient chacun dans leurs compétences les impacts concrets du changement climatique à court et moyen terme sur le territoire de la province de Luxembourg.

Leur mandat était volontairement clair : analyser, objectiver, documenter. Il ne leur a pas été demandé de formuler des recommandations politiques.

Ce travail mené à l'échelle de notre territoire est inédit. J'espère qu'il pourra servir et guider encore mieux celles et ceux qui assument la lourde tâche de devoir trouver un équilibre entre tous ces enjeux et des contraintes de plus en plus difficilement conciliables.

2

Contexte du changement climatique



2.1. LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES DANS UN MONDE À +2°C EN PROVINCE DE LUXEMBOURG

Xavier FETTWEIS est professeur ordinaire en climatologie et vicedoyen à la recherche à l'Université de Liège. Il dirige le Laboratoire de Climatologie du Département de Géographie et il est le développeur principal du modèle régional du climat MAR utilisé en autres pour quantifier les changements climatiques à haute résolution en Belgique.



Depuis 1850, on a gagné +1,5 °C à l'échelle globale et les anomalies climatiques se multiplient un peu partout dans le monde depuis deux décennies (inondations records, fonte des calottes polaires, augmentation du nombre et intensité des canicules...). Si on veut expliquer avec les modèles du climat les changements climatiques observés, il faut tenir compte dans les modèles de l'augmentation des concentrations de gaz à effet de serre liés aux activités humaines sinon les modèles ne sont pas capables de les reproduire (comme les inondations de juillet 2021 par exemple). Cela a permis au GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat) de conclure sans équivoque dans son 6^e rapport (2021) que seules les activités humaines peuvent expliquer le réchauffement climatique observé actuellement. Bref, il n'y a plus lieu aujourd'hui d'être climato-sceptique même s'il y a 20 à 30 ans, une telle position restait défendable car les modèles du climat suggéraient un réchauffement que l'on n'observait pas encore.

Malheureusement, on ne pourra plus éviter un réchauffement global de +2 °C dès la décennie prochaine et pour le moment, avec les engagements pris jusque maintenant aux COPs (Conférences des Parties), on se dirige vers une trajectoire +3 °C voire +3,5 °C à la fin de ce siècle (scénario SSP370). Il va donc falloir s'adapter à un monde à +2 °C (~2031–2060) alors qu'un monde à +3 °C (~2061–2090) reste évitable si on réduit drastiquement nos émissions d'ici là. Mais, pratiquement parlant, quel serait le climat de la province de Luxembourg dans un monde à +2 °C ? Sauf mention contraire, le GIEC utilise 1850–1900 comme période de référence alors que nous utiliserons dans ce travail la période 1981–2010 comme référence qui fut +1,3 °C plus chaude en Belgique que 1850–1900 mais qui est surtout mieux connue et documentée.

Pour réaliser des projections futures, le GIEC utilise des modèles globaux du climat dont la résolution spatiale est typiquement de 100 km. Or, à une telle résolution, l'Ardenne culmine à 250 m d'altitude et la province de Luxembourg se résume à 2 à 3 pixels de ces modèles. C'est pourquoi, à l'aide du modèle régional du climat MAR (pour Modèle Atmosphérique Régional) développé à ULiège, nous avons zoomé ces scénarios à 5 km de résolution afin de pouvoir évaluer régionalement quel serait le climat futur en Belgique dans un monde à +2 °C et ce, selon le scénario SSP370 (voir Figure 1). Pour ce faire, nous avons forcé notre modèle MAR par 4 des 6 modèles globaux utilisés

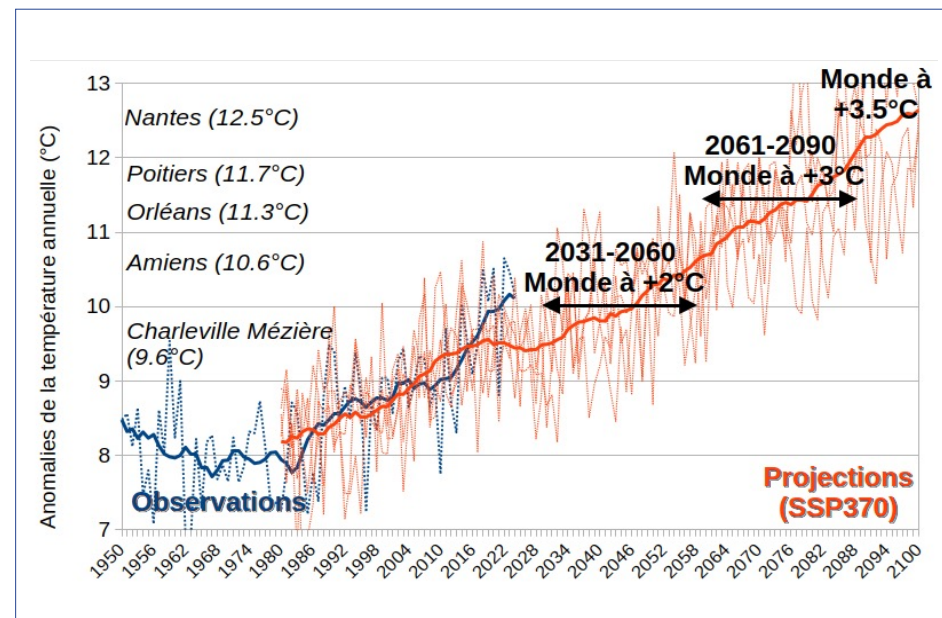


Figure 1 – Évolution de la température annuelle moyenne dans la province de Luxembourg simulée par le modèle MAR forcé par les réanalyses ERA5 (~ observations) en bleu et par quatre modèles globaux du GIEC selon le scénario SSP370 en rouge. Une moyenne glissante de 10 ans a été appliquée aux séries temporelles et la courbe rouge montre la moyenne d'ensemble des quatre projections futures. Enfin, la température annuelle moyenne (sur la période 1981–2010) de plusieurs villes de France est indiquée à titre de comparaison.

dans l'étude pour l'AWAC (Fettweis et al., 2024¹). Toutefois, comme on peut le voir sur la Figure 1, la hausse des températures observée récemment en Belgique (courbe bleue) est 10 à 20 ans en avance par rapport à ce que MAR forcé par les modèles du climat (courbe rouge) prévoit, suggérant que les projections futures présentées ci-après sont plus que probablement la fourchette basse de ce qui pourrait nous attendre. Depuis les années 1980, la province de Luxembourg a gagné presque +2,5 °C et les anomalies de températures observées ces dernières années correspondent déjà à ce que les modèles prévoient dans un monde à +2 °C.

¹ Fettweis, X. Denis, T. Fiol, L. Harchies, M. (2024). Actualisation des projections climatiques sur la Wallonie à l'aide du modèle régional MAR forcé par les données les plus récentes (CMIP6) de 6 modèles climatiques globaux selon les scénarios SSP370 et SSP585. Service Public de Wallonie (SPW) – Agence Wallonne de l'Air et du Climat (AWAC).

Ce décalage entre observations et modèles du climat est quelque chose que l'on observe aussi à l'échelle de toute l'Europe de l'Ouest et est une conséquence d'un air beaucoup moins pollué qu'avant. En brûlant des énergies fossiles, on émet, il est vrai, des gaz à effet de serre qui réchauffent le climat mais aussi des aérosols (petites particules comme les PM10) qui refroidissent le climat. Ces aérosols réfléchissent une partie du rayonnement du soleil et changent la couleur des nuages en les rendant plus blancs et donc plus réfléchissants au soleil. Suite aux récentes mesures anti-pollution dictées par l'Union européenne (dont la mise en place de filtres à particules), la concentration de ces aérosols a drastiquement diminué ces dernières années au-dessus de l'Europe qui est maintenant plus ensoleillée qu'avant et donc, paradoxalement, cela a emballé le réchauffement climatique dans nos régions par rapport aux autres régions du monde. Cette diminution de la concentration d'aérosols dans le ciel européen est actuellement sous-estimée par les modèles ; d'où ce décalage entre modèles et observations au-dessus de nos régions.

En Belgique, la hausse de température sera tout d'abord la plus marquée en Ardenne qu'en Flandre où la mer du Nord (qui met beaucoup plus de temps à se réchauffer que l'atmosphère) va en quelque sorte atténuer le réchauffement climatique dans un premier temps (Fettweis et al., 2024). On retrouve aussi ce gradient de réchauffement en province de Luxembourg où la hausse des températures serait plus forte au sud et à l'est de la province (voir Figure 2). Alors que la température annuelle augmenterait de près de $+1,5 \pm 0,8$ °C (respectivement $+2,8$ °C) en moyenne dans la province de Luxembourg dans un monde à +2 °C par rapport à 1981–2010 (respectivement 1850–1900), la hausse de température atteindrait par contre $+1,7 \pm 1,3$ °C (resp. $+3,0$ °C) en été en province de Luxembourg. Et donc, un monde à +2 °C (par rapport à 1850–1900), c'est une province de Luxembourg à +3 °C. En hiver, c'est surtout les nuits qui vont devenir moins froides ($+1,7 \pm 1,3$ °C par rapport à 1981–2010) alors qu'en été, c'est surtout les maximums de température qui vont s'envoler ($+2,0 \pm 1,7$ °C). Bien que les anomalies de précipitation ne soient pas statistiquement significatives, les hivers seraient un peu plus humides (précipitation $+7 \pm 23$ %) et nuageux (expliquant l'impact plus important sur les températures minimums) alors que les étés seraient plus secs en moyenne (précipitation -6 ± 23 %) et ensoleillés (expliquant l'impact plus important sur les températures

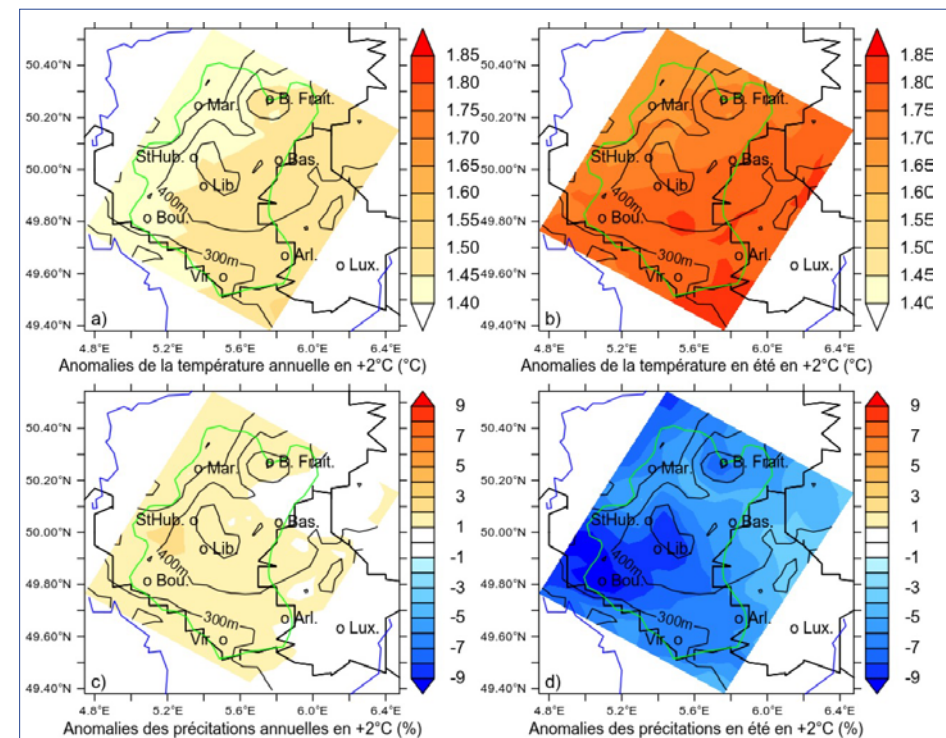


Figure 2

- a) anomalie de la température annuelle simulée dans un monde à +2 °C par rapport à 1981–2010 ;
- b) idem mais pour la température en été (juin–juillet–août) ;
- c) idem mais pour les précipitations annuelles (en % par rapport à la moyenne 1981–2010) ;
- d) idem mais pour les précipitations en été.

Données : le modèle régional du climat MAR forcé par quatre modèles globaux (EC-Earth3-Veg, EC-Earth3-Veg, MIROC6, MPI-ESM1-2-HR) selon le scénario SSP370.

maxima). Il n'y aurait par contre pas ou peu de changement dans la quantité des précipitations annuelles ($+2 \pm 12$ %).

Toutefois, cette légère diminution des précipitations en été calculée sur base de moyennes de 30 ans cache un changement dans la variabilité interannuelle. En 1981–2010, 15 ± 3 % des étés étaient statistiquement plus secs ou plus humides que la moyenne. Dans un monde à +2 °C, 29 ± 6 % des étés seraient statistiquement plus secs mais 13 ± 3 % resteraient plus humides. Et donc, on aurait de plus en plus des étés contrastés : soit très secs comme en 2019, 2022 et 2025, soit très humides comme en 2021,

2023 et 2024. Cela veut dire qu'il faudra rendre notre agriculture et nos forêts résilientes aussi bien aux sécheresses (~3 étés sur 10) qu'à un excédent d'eau en été (~1 été sur 10). Comme on aurait de plus en plus d'étés secs, le risque d'incendie de forêt augmenterait aussi significativement d'autant que nos forêts ne sont plus à l'équilibre avec notre climat et qu'il y a de plus en plus d'arbres morts pour attiser ces incendies. Pour connaître les conditions favorables aux incendies (qui sont dus dans 95 % des cas à une intervention humaine volontaire ou involontaire), on utilise très souvent la règle des trois fois 30 : un vent de plus de 30 km/h, une température supérieure à 30 °C, et un taux d'humidité inférieur à 30 %. Avec cette règle, les zones où l'on rencontrait le plus souvent ces conditions sont la région de Marche et au sud de la Semois comme le montre la Figure 3c.

L'augmentation des extrêmes hydriques en été est liée à la perte de puissance du Jet Stream (ou courant-jet) qui est un courant atmosphérique, autrement dit un vent, d'ouest en est soufflant à ~10 à 15 km d'altitude au-dessus de nos régions. Il est situé à la frontière entre une masse froide provenant du pôle Nord et une chaude provenant de l'équateur. Plus le contraste thermique est fort entre ces deux masses d'air, plus le Jet Stream est puissant, tel un courant d'air lorsqu'on ouvre une fenêtre en hiver. Plus il fait froid dehors, plus le courant d'air est désagréable. Comme le pôle Nord se réchauffe actuellement quatre fois plus vite que l'équateur, le moteur du Jet Stream est en train de diminuer. Ralentissant, ce courant d'air se met alors à osciller, en particulier en été. Ce ralentissement de la dynamique atmosphérique favorise d'une part une circulation zonale du sud vers le nord (très chaud) ou du nord au sud (froid) à la place d'une circulation méridionale d'ouest en est avec des masses d'air venant de l'océan Atlantique qui tempérait notre climat jusqu'ici. D'autre part, ces oscillations ont tendance à permettre aux systèmes météo (dépressions ou anticyclones) de rester plus longtemps sur place favorisant ainsi des extrêmes pluvieux ou secs, en fonction de s'il s'agit d'une dépression ou d'un anticyclone qui reste bloqué au-dessus de nos régions pendant plusieurs semaines comme en juin 2024 (où il y a plu tout le mois) et juin 2025 (où il a fait très chaud et sec).

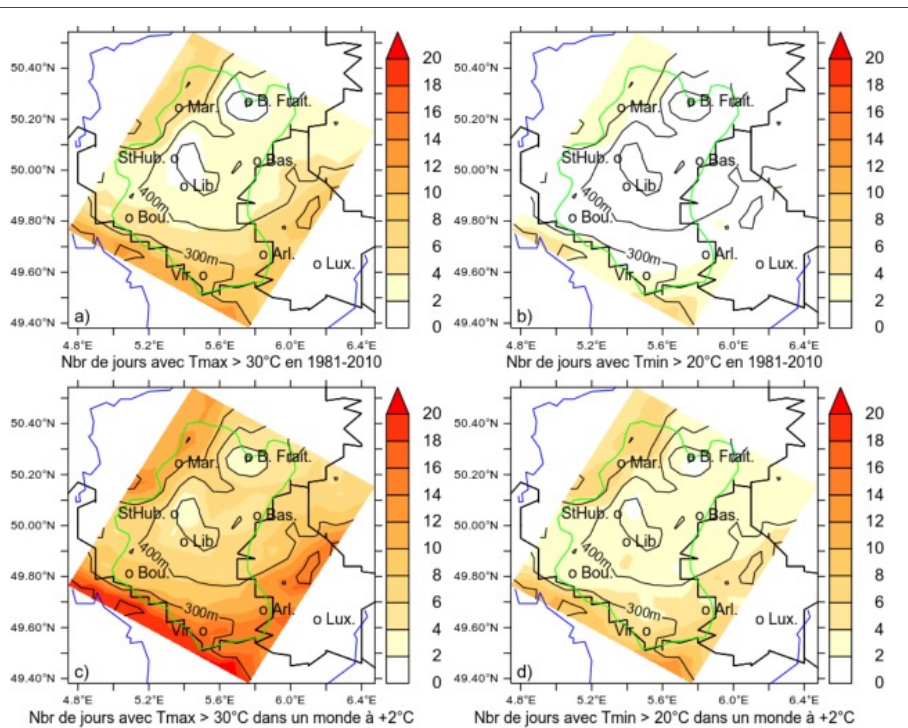


Figure 3
 a) nombre moyen de jours par an avec des températures maximums supérieures à 30 °C en 1981–2010 ;
 b) idem que a) mais pour le nombre de nuits tropicales (Tmin > 20 °C) ;
 c) idem que a) mais dans un monde à +2 °C ;
 d) idem que b) mais dans un monde à +2 °C ;

En 1981–2010, on avait en moyenne 61 ± 17 gelées ($T_{min} < 0 \text{ °C}$) par an avec presque 3 mois de gel sur les sommets de la province. Dans un monde à +2 °C (voir Figure 4), on aura encore 46 ± 17 gelées par an. Le risque de gelées la nuit restera donc bien présent ; en particulier en avril où on passera de 3 ± 3 gelées tardives par an à seulement 2 ± 3 gelées tardives. Comme les hivers seront plus doux, la végétation (ex. : les arbres fruitiers) risque de démarrer plus tôt et donc le risque de se faire « griller » par des gelées tardives en avril va paradoxalement augmenter dans un monde à +2 °C. Bien que les chutes de neige ne devraient diminuer que de $-30 \pm 21 \%$, le nombre de jours avec de la neige au sol (couche > 1 cm) diminuerait du double : de 15 ± 12 jours en 1981–2010 à 8 ± 11 jours avec plus que 2 à 3 jours avec de la neige au sol en dessous de 300 m d'altitude dans un monde à +2 °C. On aurait encore quelques événements neigeux en hiver mais la neige fondra entre chaque événement. De plus, le nombre de jours skiables (couche > 10 cm) ne serait plus que de 2 à 3 jours au-dessus de 500 m d'altitude (~5 à 6 jours à la Baraque de Fraiture) et deviendrait quasi nul en dessous de 300 m.

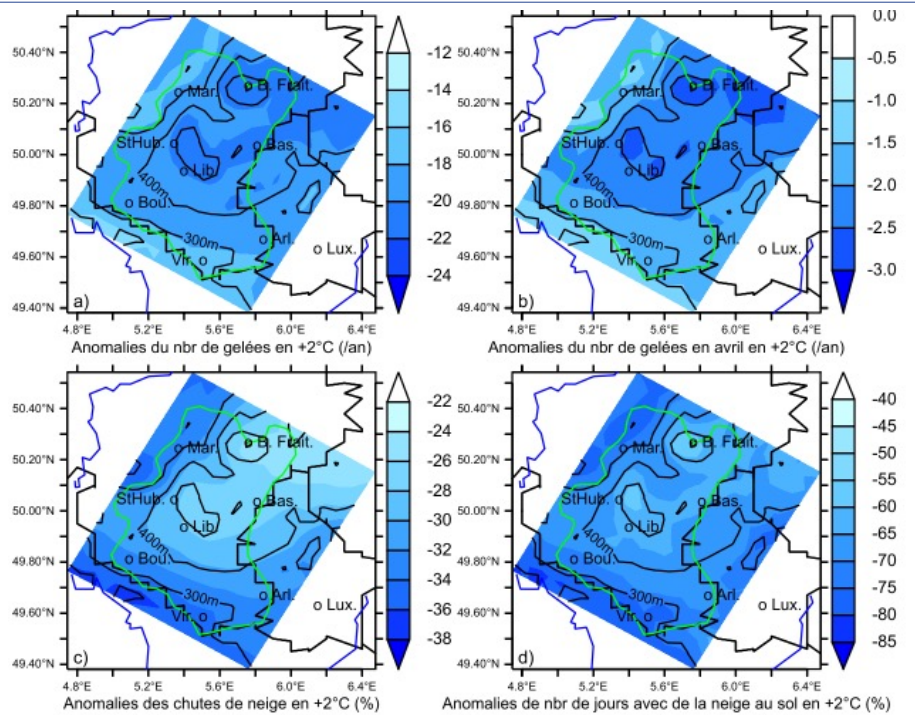


Figure 4
 a) anomalies du nombre de gelées ($T_{min} < 0\text{ }^{\circ}\text{C}$) par an ;
 b) idem que a) mais pour les gelées tardives en avril ;
 c) idem que a) mais pour les chutes de neige en % ;
 d) idem que a) mais pour la présence de neige (> 1 cm) au sol en %.

Pour ce qui est des énergies renouvelables, les étés deviendront de plus en plus secs et ensoleillés ce qui favorisera la production (+4 ± 7 % en été ; +2 ± 6 % à l'échelle annuelle) des panneaux solaires. Par contre, la vitesse du vent dominant devrait légèrement diminuer en été parce que le moteur de la dynamique atmosphérique, à savoir le contraste thermique entre les pôles et l'équateur diminue, impactant aussi bien le vent que le Jet Stream. De même, la densité de l'air diminue avec la hausse des températures ce qui impactera négativement la production des éoliennes en été (-20 ± 26 % en été ; -2 ± 22 % à l'échelle annuelle). Par contre, il n'y aurait pas de changement dans les vents forts (tempêtes).

Après les inondations de juillet 2021, il est légitime de se poser la question de savoir si cet événement est dû au réchauffement climatique et s'il pourrait se répéter dans la vallée de la Vesdre ou ailleurs en Belgique. Pour répondre à ces questions, nous avons corrigé statistiquement, dans Brajkovic et al. (2025)², les sorties de nos projections futures réalisées avec MAR avec des observations journalières de précipitation de l'IRM depuis 1950 afin de s'assurer que MAR reproduise correctement les maximums de précipitation observés. Cette étude statistique montre alors que pour une fréquence donnée de retour, l'intensité des précipitations augmente de 7 % par degré gagné. De même, pour une intensité fixée, la période de retour diminue de 50 % par degré gagné. Le modèle MAR suggère aussi qu'un événement du type de juillet 2021 n'était pas prévu avant les années 2030. Mais sachant le décalage de 10 ans entre observations et projections, une telle quantité de précipitation en 3 jours de juillet 2021 est donc bien une conséquence des changements climatiques. Sur la Figure 5, on peut voir la quantité de précipitation journalière correspondant à un événement d'une

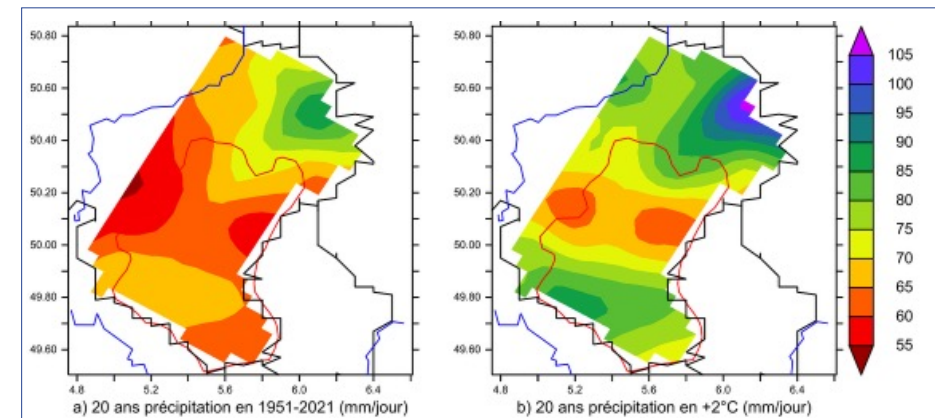


Figure 5
 Précipitations journalières d'une période de retour de 20 ans en :
 a) 1950–2021 ;
 b) dans un monde à +2 °C (en mm/jour).

Source : Brajkovic et al. (2025)

² Brajkovic J., Fettweis X., Noël B., Ghilain N., Archambeau P., Piroton M. & Doutreloup S., Increased intensity and frequency of extreme precipitation events in Belgium as simulated by the regional climate model MAR, *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 59, p. 102399, 2025.

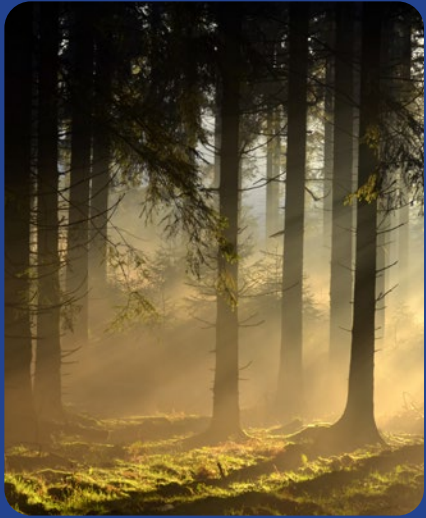
fréquence de retour de 20 ans en 1950–2021 (incluant donc l'événement de 2021) et dans un monde à +2 °C, sachant que tout nouveau ouvrage hydraulique (ex. : bassin d'orage, égout, ...) en Région wallonne doit pouvoir faire face à un événement d'une fréquence de retour de 20 ans. Sur la période observée, la vallée de la Vesdre est la région la plus critique en Belgique (à cause du relief des Hautes-Fagnes qui bloque les précipitations) avec plus de 80 mm/jour alors qu'une même fréquence de retour donnera 70 mm/jour dans la vallée de la Semois. Dans un monde à +2 °C, on aura des taux de précipitation journalière dans la vallée de la Semois identiques à ceux observés actuellement dans la vallée de la Vesdre où des taux de 100 mm/jour seraient alors récurrents tous les 20 ans. Dans un monde à +3 °C, le 14 juillet 2021 aurait une fréquence de retour de 20 ans dans la vallée de la Vesdre. Dans la province de Luxembourg, la vallée critique serait la vallée de la Semois alors que les vallées de l'Ourthe (supérieure), de la Lesse et de la Sûre (supérieure) semblent épargnées. Il est aussi important de noter que dans le passé, la plupart des inondations avaient lieu en hiver suite à de fortes pluies sur un manteau neigeux accumulé en Ardenne. Comme on aura de moins en moins de neige, ce type d'inondations en hiver devrait diminuer au profit d'inondations en été comme en juillet 2021 (Wyard et al., 2021³).

³ Wyard C, Scholzen C, Doutreloup S, Hallot É, Fettweis X. Future evolution of the hydroclimatic conditions favouring floods in the south-east of Belgium by 2100 using a regional climate model. *Int J Climatol*; 41: 647–662. <https://doi.org/10.1002/joc.6642>, 2021.



3

Impacts du changement climatique



1. LA FORÊT



2. L'EAU



5. LES VULNÉRABILITÉS SOCIALES



6. L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE



3. L'AGRICULTURE ET L'ÉLEVAGE



4. LA SANTÉ



7. LE SECTEUR ÉCONOMIQUE



8. LE TOURISME

3.1. VULNÉRABILITÉ DES FORÊTS DE LA PROVINCE DE LUXEMBOURG FACE AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES

Le Pr Claessens est spécialisé dans la relation entre les essences forestières et leur milieu (construction d'outils d'analyse du milieu forestier, du fichier écologique des essences, des guides de stations forestières, clés de détermination des habitats...), et dans l'adaptation des forêts et de leur gestion aux changements climatiques (études des impacts, mesures de gestion...).



Diplômée en 2024 en Gestion des Forêts et des Espaces Naturels à Gembloux Agro-Bio Tech, Pauline Cubélier travaille actuellement avec le Pr Claessens sur le projet des guides des stations forestières de Wallonie ainsi que sur la vulnérabilité des forêts. Ce dernier travail s'appuie sur les différentes cartes réalisées par mes collègues de l'axe de Gestion des Ressources Forestières ainsi que sur notre précédent travail relatif à la vulnérabilité des forêts en Wallonie réalisé pour l'AWAC (Harchies M. et al., 2025).

LIÈGE université
Gembloux
Agro-Bio Tech

Pr Hugues CLAESSENS
Enseignant et chercheur en sylviculture et écologie forestière



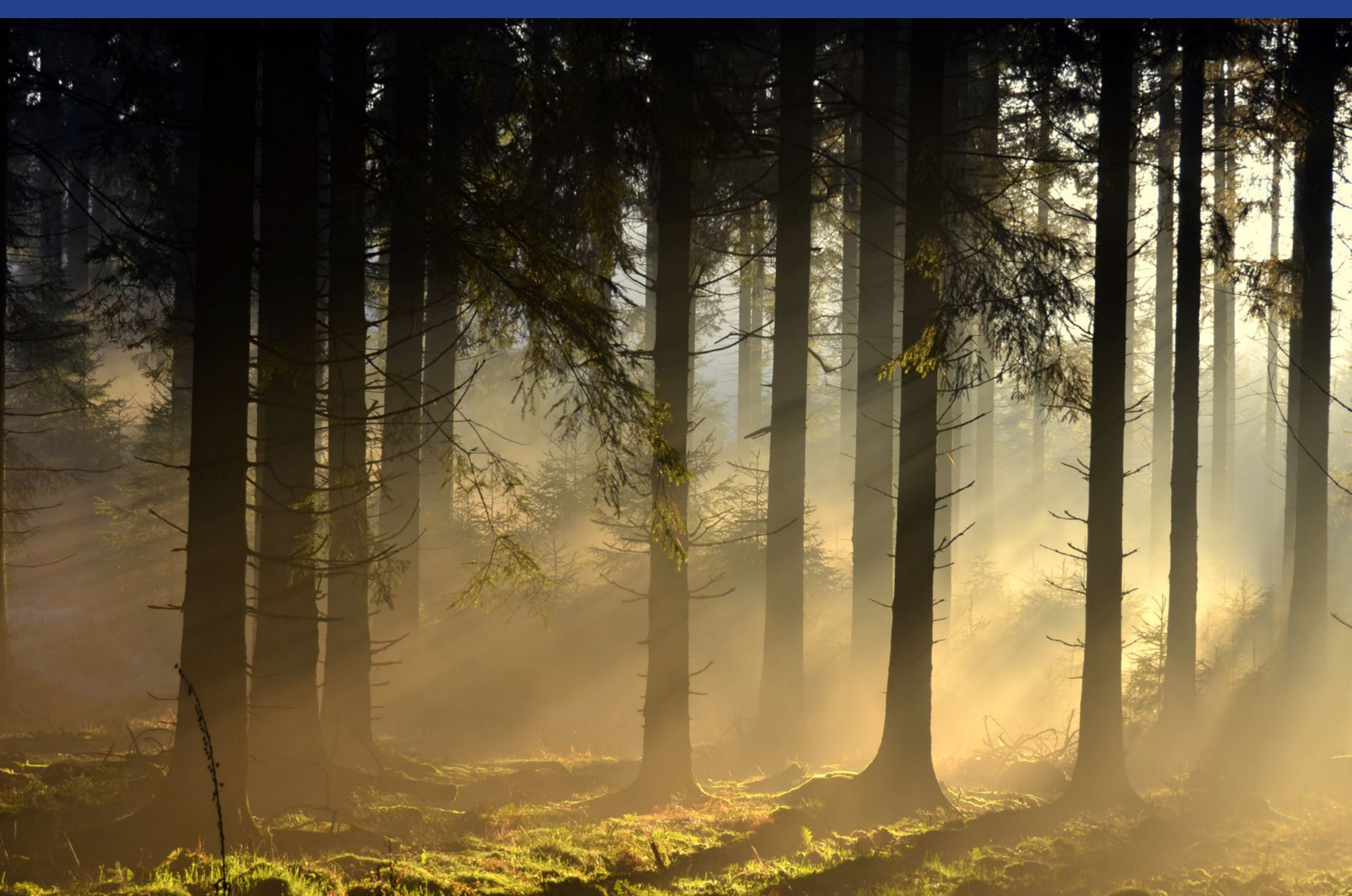
Les recherches du Dr Lisein portent sur le monde végétal et sur l'utilisation de technologies innovantes pour mieux comprendre le dépérissement des essences forestières. Il développe également des applications cartographiques visant à diffuser les résultats de la recherche auprès des acteurs de terrain de la gestion forestière wallonne.

LIÈGE université
Gembloux
Agro-Bio Tech

Pauline CUBÉLIER
Assistante de recherche en
écologie forestière

Jonathan LISEIN
Docteur en gestion des ressources forestières
(ULiège - Gembloux Agro-Bio
Tech) et en informatique (ENSG -
France), Assistant de recherche

LIÈGE université
Gembloux
Agro-Bio Tech



INTRODUCTION

La forêt en Wallonie et focus sur les forêts de la province de Luxembourg

La surface forestière en Wallonie ne compte pas moins de 560 000 ha, ce qui représente 33 % du territoire wallon (SPW, 2023). La forêt qualifiée de productive couvre 85 % de la forêt wallonne (480 000 ha) et se compose majoritairement de peuplements de feuillus (56 % contre 42 % de peuplements de résineux). En termes de composition, les trois essences majoritaires sont l'épicéa (26 %), le chêne (17 %) et le hêtre (9 %) (Alderweireld et al., 2015). Une tendance à l'irrégularisation et à la diversification peut être soulignée. Entre 2008 et 2018, il y a eu une augmentation de 12 % des peuplements à structure irrégulière (passant de 33 à 45 %). De plus, 43 % des peuplements sont composés de 3 essences ou plus (SPW, 2023). Une forêt plus diversifiée en âge, en essences ainsi qu'en strates est plus résiliente et résistante aux différents stress et aléas.

Sur les 480 000 ha de surface forestière productive de Wallonie, 205 500 ha se situent en province de Luxembourg, représentant donc plus de 40 % de la surface forestière wallonne (Figure 1). La forêt couvre 52 % du territoire de la province. C'est aussi dans cette région que l'on trouve les plus grandes étendues de hêtraies et de résineux (Tableau 1). La majorité des peuplements (53 %) relèvent de propriétaires publics et 56 % sont constitués de résineux. C'est aussi cette province qui contient presque la moitié du capital sur pied de la région avec 50,4 millions de m³ de bois sur pied, soit 45 % (Alderweireld et al., 2015).

Le bois constitue donc un secteur influent dans la province de Luxembourg, plus particulièrement la transformation primaire de résineux. La province ne compte pas moins de 1 464 entreprises se déclarant touchant de près ou de loin à la filière bois et son exploitation, représentant plus de 2 000 emplois. De ces 1 464 entreprises, 758 sont liées au secteur de la sylviculture et de l'exploitation forestière (Panorabois, 2024).

L'état sanitaire des forêts wallonnes

L'état sanitaire est préoccupant pour la quasi-totalité des essences de la Wallonie (Lucau-Danila, 2022). En effet, en 2020, les données du SPW indiquent que 25 % des feuillus et 60 % des résineux présentent une défoliation anormale. Les forêts wallonnes font face à de multiples pressions, dont

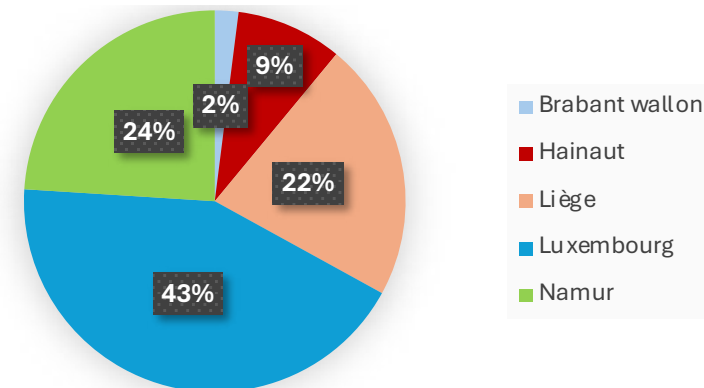


Figure 1 – Répartition de la surface forestière par province (en %) (tiré de Alderweireld et al., 2015).

	BRABANT WALLON	HAINAUT	LIÈGE	LUXEMBOURG	NAMUR	WALLONIE
Feuillus						
Hêtraies	1.100	2.700	5.400	29.550	5.000	43.750
Chênaies	650	12.700	9.850	22.600	39.400	85.200
Hêtre / Chêne	450	1.650	3.100	12.950	3.050	21.200
Feuillus nobles	2.100	7.350	6.700	8.200	15.750	40.100
Autres feuillus	2.350	11.100	11.000	15.900	15.850	56.200
Peupleraies	850	5.400	750	1.000	1.800	9.800
Total feuillus	7.500	40.900	36.800	90.200	80.850	256.250
Résineux						
Pessières	250	2.400	54.250	88.650	17.900	163.450
Douglasaies	100	200	2.200	7.500	3.950	13.950
Epicéa / Douglas	50	300	1.600	4.550	2.350	8.850
Mélèzières	100	750	1.500	3.450	1.750	7.550
Pineraies	1.200	600	3.600	3.900	3.300	12.600
Autres résineux	150	850	4.550	7.250	4.050	16.850
Total résineux	1.850	5.100	67.700	115.300	33.300	223.250
Total zones productives	9.350	46.000	104.500	205.500	114.150	479.500
Autres affectations	2.050	7.150	22.200	26.150	16.950	74.500
TOTAL ZONES FORESTIÈRES	11.400	53.150	126.700	231.650	131.100	554.000
Taux de boisement (%)	10,4	13,9	32,9	51,9	35,7	32,8

Tableau 1 – Surface forestière (en ha) par province et, pour la forêt productive, par type de peuplement (tiré de Alderweireld et al., 2015).

les principales sont le changement climatique, le développement d'agents pathogènes et les pullulations d'insectes, ainsi que la surdensité de gibier (Saintonge et al., 2023). Avec les épisodes de canicules et de sécheresses à répétition depuis 2011, cette situation s'est aggravée.

Les perturbations naturelles ont toujours fait partie intégrante de la dynamique forestière (Patacca et al., 2023). Mais aujourd'hui, ces changements sont trop brutaux et trop intenses et ne permettent plus l'adaptation de nos essences, d'autant plus que les processus d'évolution des forêts sont des processus lents qui demandent une vision à long terme. Il est alors important d'identifier et de comprendre les vulnérabilités des écosystèmes face aux changements climatiques afin de mettre en place des actions concrètes visant à augmenter leur résilience.

Dans le rapport de la Plateforme Wallonne du GIEC d'avril 2022, plusieurs risques climatiques ont été identifiés : les changements climatiques,

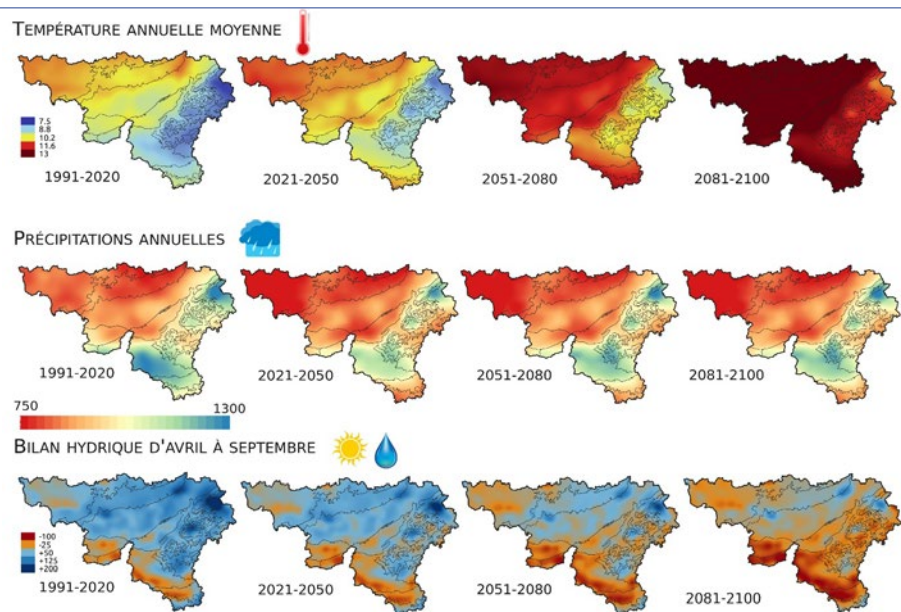


Figure 2 – Évolution de trois indices climatiques en Wallonie selon le scénario SSP5-8.5 du GIEC, dont : la température moyenne annuelle (haut), les précipitations totales annuelles (milieu) et le bilan hydrique durant la saison de végétation (bas). Les changements climatiques seront plus importants dans les parties Sud et Sud-Ouest de la Wallonie, où l'augmentation des températures et de l'ensoleillement sera la plus conséquente (d'après Tossens et Claessens, 2024).

qui influencent la physiologie, la phénologie foliaire¹, la distribution des espèces, les processus biogéochimiques et les interactions entre ces différents éléments. Les événements climatiques extrêmes entraînant des dépérissements, notamment les périodes de sécheresses alliées à des canicules, peuvent favoriser les feux de forêt dans les peuplements les plus sensibles. Cet aspect encore à l'étude n'est pas abordé dans cet article.

L'équipe du Pr Xavier Fettweis a modélisé l'évolution du climat en Wallonie (Figure 2). Il en déduit qu'en province de Luxembourg, la température augmentera de l'ordre de 4 °C à l'horizon 2100. Cela aura une conséquence directe sur le bilan hydrique car les précipitations n'augmenteront pas, surtout en saison de végétation, moment crucial pour la forêt. Au contraire, les périodes sans pluie devraient être plus longues et plus fréquentes (Fettweis, 2023).

Risque et vulnérabilité : de quoi parle-t-on ?

Avant d'entrer dans le vif du sujet, il est important de revenir sur deux notions : le risque ainsi que la vulnérabilité.

- Le risque

L'INERIS définit le risque comme « un danger éventuel, plus ou moins prévisible, inhérent à une situation ou à une activité ». Il intègre à la fois l'incertitude d'un aléa, le degré d'exposition à celui-ci et en même temps ses conséquences potentielles. Ces aléas peuvent se cumuler ou se succéder. Les conséquences concernent l'environnement, mais aussi les sphères sociales et économiques.

Sous la canopée, le temps est décuplé, les arbres peuvent vivre des centaines d'années et sont donc menacés par de nombreux dangers : insectes, agents pathogènes, vent, gel, verglas, sécheresse, feu, pollution, les changements climatiques...

Le risque sur les forêts considéré dans cette analyse est vu sous l'expression de l'inadéquation présente ou future des essences forestières à leur station. La station est définie comme « une étendue de terrain de superficie variable, homogène dans ses conditions physiques et biologiques : climat,

¹ Etude des phases de développement saisonniers des feuilles.

topographie, sol, composition floristique et structure de la végétation spontanée » (Delpech et al., 1985). En effet, chaque essence possède des exigences particulières vis-à-vis de son environnement et si celles-ci ne sont pas rencontrées, l'arbre faiblit et devient plus sensible aux différents aléas, qu'ils soient climatiques ou biologiques. La station est donc un facteur prédisposant à de nombreux problèmes sanitaires.

Dans le cadre de cet article, le focus sera mis sur le concept de vulnérabilité.

- **La vulnérabilité**

La vulnérabilité est définie par le GIEC comme « le degré par lequel un système risque de subir ou d'être affecté négativement par les effets néfastes des changements climatiques, y compris la variabilité climatique et les phénomènes extrêmes. La vulnérabilité dépend du caractère, de l'ampleur et du rythme des changements climatiques auxquels un système est exposé, ainsi que de sa sensibilité et de sa capacité d'adaptation ».

Pour les gestionnaires, il est donc important de pouvoir identifier ces dangers, évaluer la vulnérabilité de leurs peuplements face à ceux-ci ainsi que les conséquences qu'il pourrait y avoir. Deux choix s'offrent à eux : la prévention ou la lutte directe contre ces risques.

VULNÉRABILITÉ DES FORÊTS DE LA PROVINCE DE LUXEMBOURG

La vulnérabilité des forêts est ici envisagée selon le point de vue des problèmes sanitaires potentiels et des pertes de production de bois, qui nécessitent des adaptations de la gestion forestière. La sensibilité au feu n'est donc pas abordée.

Dans cette analyse, la vulnérabilité des forêts est donc abordée selon trois indicateurs complémentaires :

- la vulnérabilité intrinsèque des stations ;
- l'adéquation actuelle des essences forestières à leur station ;
- la vulnérabilité future des peuplements forestiers.

Vulnérabilité intrinsèque des stations

En Wallonie, c'est surtout le stress hydrique que subiront les arbres lors des épisodes de sécheresse et de canicule (plus intenses et plus nombreux) qui

va affecter les peuplements forestiers (Himpens, 2017). La réserve utile² du sol sera dès lors déterminante. Pour traduire ce risque, une première carte a été faite sur base de la carte des niveaux hydriques de Wallonie (Wampach et al., 2017) établie d'après la méthode d'évaluation du Fichier Ecologique des Essences (Petit et al., 2017). Dans cette méthode, le niveau hydrique des sols est évalué sur une échelle de -4 (marécageux) à +5 (très sec). Les sols à régime hydrique alternatif (RHA), détremés l'hiver mais secs en été, sont distingués par l'acronyme « RHA ». La vulnérabilité intrinsèque est déduite de ce niveau hydrique comme suit (Figure 3) :

- non vulnérable (sols à nappe phréatique permanente, milieux humides et marécageux : niveaux hydriques -2, -3 et -4) ;
- peu vulnérable (sols profonds bien pourvus en eau : niveaux hydriques 0, 1, -1, -1RHA) ;
- vulnérable (sols à faible réserve hydrique : niveaux hydriques 2, 3 ou à assèchement estival conséquent : -2RHA et -3RHA) ;
- très vulnérable (sols à très faible réserve hydrique sans compensation par des apports d'eau topographiques : niveaux hydriques 4 et 5).

Pour les niveaux hydriques 2 et 3, une compensation due à l'altitude, qui ne figure pas encore sur cette carte (étape en développement), se manifeste au-delà de 500 m et devrait y réduire le niveau de risque.

Cela a déjà permis de mettre en évidence les stations très vulnérables, représentant 5 % de la surface forestière de la province de Luxembourg, à savoir les stations au sol superficiel sur schiste ou calcaire de Famenne-Calestienne ainsi que les sols à drainage excessif des sols sableux majoritairement en Lorraine.

Les autres stations vulnérables (37 %) correspondent aux sols à régime hydrique alternatif d'Ardenne. Ces stations peuvent être plus ou moins favorables en fonction de la période et de la durée d'engorgement ainsi que de la profondeur des sols ou encore de l'altitude. Cependant, les changements climatiques influençant les extrêmes, ces stations vont tendre à être plus humides en hiver et encore plus sèches en été et donc plus vulnérables.

² Quantité d'eau maximale que le sol peut contenir (après ressuyage) et qui est mobilisable par les végétaux.

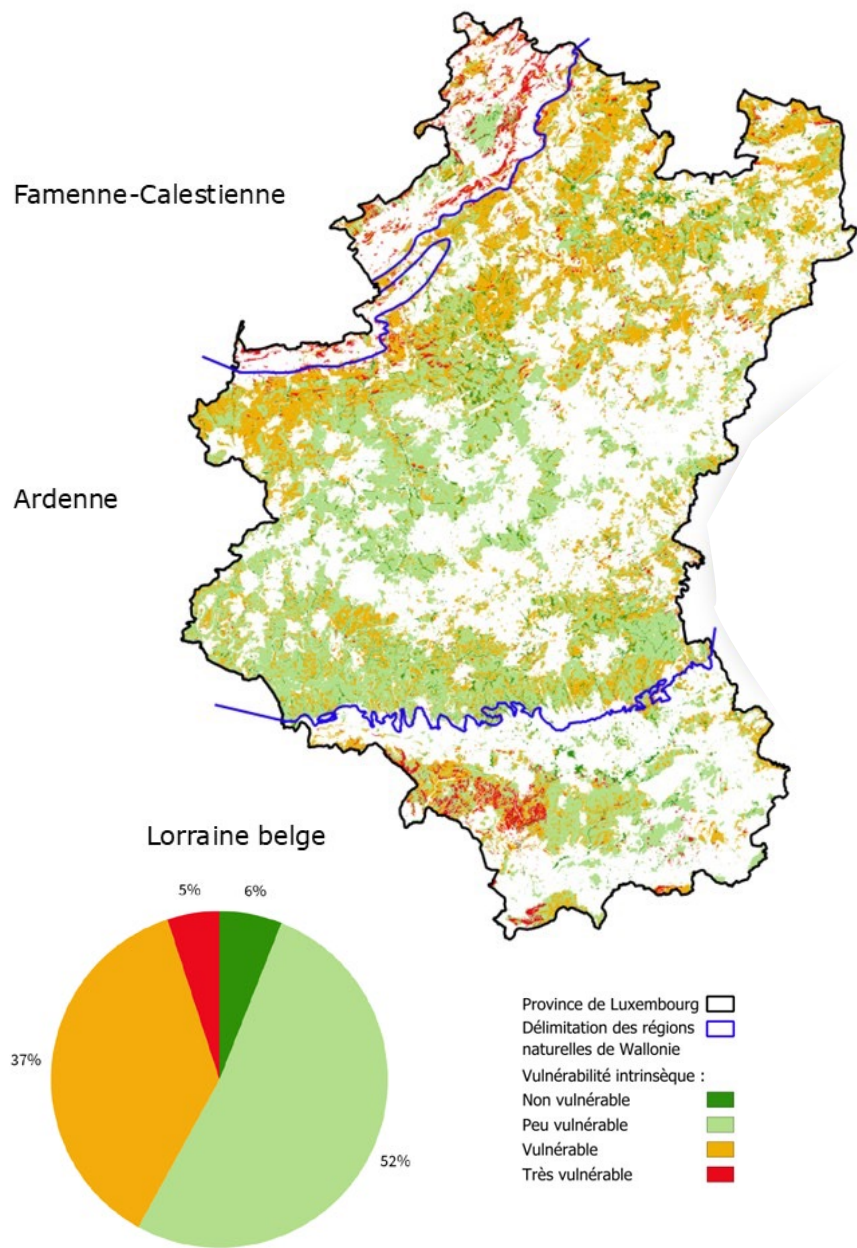


Figure 3 – Carte de la vulnérabilité intrinsèque des stations forestières de la province de Luxembourg.

Enfin, la majorité des stations de plateau (Ardenne, Lorraine) sont peu ou pas vulnérables du fait de leurs sols profonds bénéficiant d'un climat frais (surtout en Haute Ardenne, au-delà de 500 m d'altitude) et représentent plus de 50 % de la surface forestière de la province.

Les essences de nos forêts sont-elles en station ?

L'adéquation des essences à leur station est un facteur de résilience, dans le sens où un arbre peu stressé par les conditions climatiques et alimenté de manière optimale en eau et en éléments minéraux est plus apte à résister aux stress de différentes natures.

Afin de mieux appréhender les risques, il est donc important de connaître l'adéquation des essences à leur station. Pour cela, deux approches ont été utilisées. Une approche cartographique ainsi qu'une analyse des données de l'Inventaire Permanent des Ressources Forestières de Wallonie (IPRFW).

- Approche par l'analyse des données de l'IPRFW

Ce sont les données de l'IPRFW de 2000 à 2016 pour les chênes et de 2018 à 2023 pour le hêtre et l'épicéa, qui ont été utilisées afin de caractériser les différents peuplements de ces essences majoritaires en province de Luxembourg.

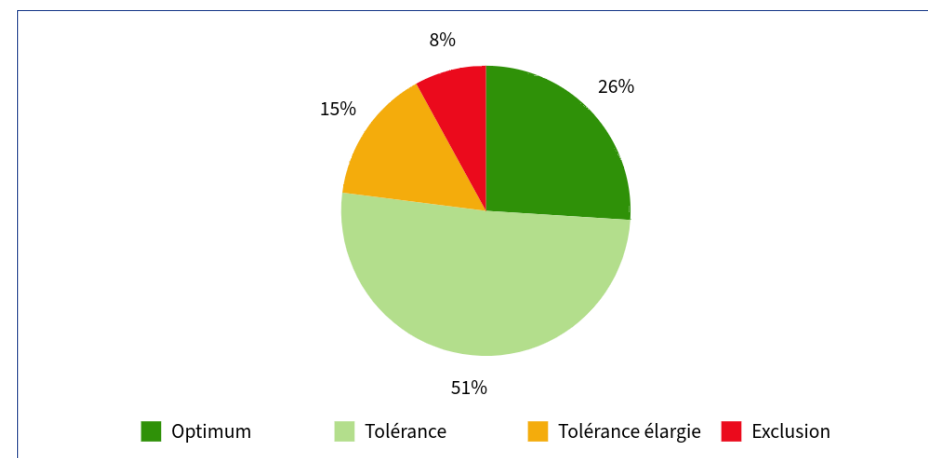


Figure 4 – Niveau d'aptitude global des hêtraies, chênaies et pessières de la province de Luxembourg. L'identification de l'espèce de chêne a été réalisée à partir du relevé phytosociologique.

L'analyse des relevés de l'inventaire montre que (Figure 4) pour les quatre essences principales de la forêt de la province de Luxembourg :

- 26 % des observations sont en totale adéquation avec les conditions de leur milieu, c'est-à-dire en situation d'optimum ;
- 51 % sont en situation de tolérance ;
- 15 % sont en situation de tolérance élargie, rendant difficile ou risquée la production de bois de qualité ;
- 8 % sont en situation d'exclusion, les exposant dès à présent à des risques de dépérissement.

On peut donc interpréter ces résultats en termes de vulnérabilité : un peu moins du tiers (23 %) des observations de ces essences seraient donc vulnérables, tandis que 26 % ne seraient pas vulnérables.

La situation diffère selon les essences (Figure 5). Les cas d'exclusion varient de 4 à 21 % excepté pour le chêne sessile pour lequel aucune situation d'exclusion n'a été observée. Le chêne pédonculé, espèce exigeante en eau et en richesse chimique, est la seule essence qui n'a pas été observée par l'IPRFW sur des stations à l'optimum. Contrairement au hêtre qui est à l'optimum pour 15 % des observations, à l'épicéa qui lui est retrouvé à son optimum pour 7 % des observations et enfin le chêne sessile, à large amplitude, qui lui est retrouvé dans 70 % des cas à son optimum.

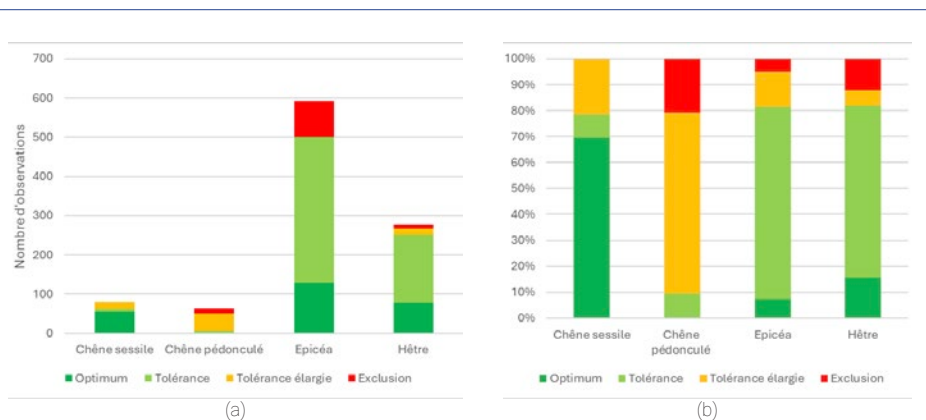


Figure 5 – Fréquence d'observations par niveau d'aptitude pour chaque essence majeure de la forêt de la province de Luxembourg en valeur absolue (a) et en pourcentage compilé (b).

• Approche cartographique

Afin de cartographier le niveau d'adéquation des peuplements en place, les cartes de probabilité de présence du hêtre et de l'épicéa (Bolyn et al., 2020) ont été combinées aux cartes de leur niveau d'adéquation stationnelle (Forestimator). L'analyse n'a pu être menée que sur le hêtre et l'épicéa car la carte de composition de la forêt wallonne ne distingue pas les deux espèces de chêne qui ont des adéquations stationnelles différentes.

Au regard des analyses des données de l'IPRFW et de la carte d'aptitude (Figure 6), plusieurs situations peuvent être décrites.

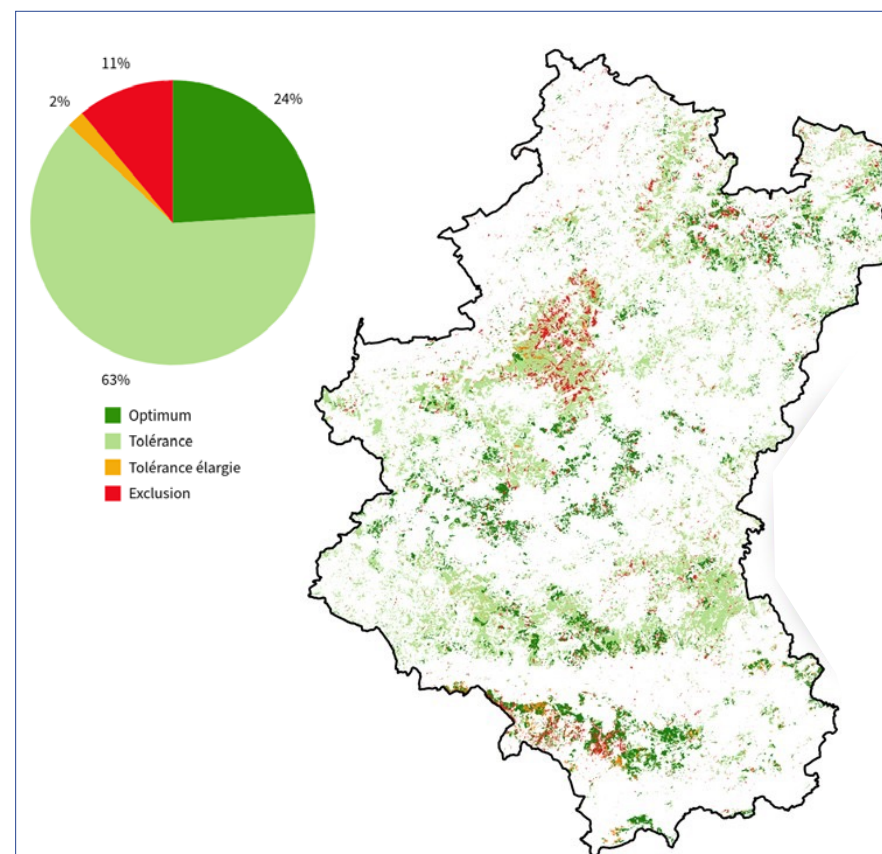


Figure 6 – Carte d'aptitude des peuplements de hêtres et d'épicéas en province de Luxembourg.

Les cas d'exclusion pour le hêtre et l'épicéa sont majoritairement dus à des conditions hydriques hostiles pour l'essence. Des cas sont observés en stations trop sèches (10 % pour le cas de l'épicéa et 8 % pour le cas du hêtre), trop humides (3 % pour le cas de l'épicéa et 1 % pour le cas du hêtre) ou encore sur stations ardennaises à régime hydrique alternatif (5 % pour le cas de l'épicéa et 5 % également pour le cas du hêtre).

Enfin, le cas du chêne pédonculé (ne figurant pas sur la carte Figure 6) est plus inquiétant car aucune observation n'a été faite en situation d'optimum dans la zone. Essence beaucoup plus exigeante, elle supporte mal les sols trop pauvres et/ou trop secs. Pourtant, 21 % des observations se situent sur des sols trop secs (niveaux hydriques 4 à 5 voire 3).

Qu'en est-il de la vulnérabilité future de ces peuplements ?

Même si la réaction des différentes essences face aux changements climatiques (eux-mêmes incertains) est incertaine, dans une démarche d'expertise, on peut quand même s'appuyer sur leurs caractéristiques biologiques et leur autécologie³, pour estimer si elles resteront adaptées à leur milieu dans le futur, en tenant compte des projections climatiques.

Cet exercice a été mené en considérant les prévisions climatiques de l'équipe du Pr Xavier Fettweis (Doutreloup et al., 2022) présentées en introduction et en se situant vers la fin du siècle dans une forêt ardennaise à +4 °C.

Il a également été réalisé dans le cadre des guides des stations (Tossens et Claessens, 2024) dans lesquels ont été définies sept classes d'adéquation essence x station x climat futur. Il définit d'abord quatre classes de comportement de l'essence face aux changements climatiques selon la clé de la Figure 7.

Ensuite, les classes de comportement sont associées à l'adéquation stationnelle, telle que définie d'après les clés du FEE (voir précédemment) pour conseiller un choix d'essences tenant compte des changements climatiques (Figure 8).

Dans une troisième étape, ces sept classes de suggestions d'essences ont été traduites en cinq classes de vulnérabilité (Figure 8).

³ Branche de l'écologie qui étudie les relations entre une espèce spécifique, animale ou végétale, et son environnement (Larousse, 2024).

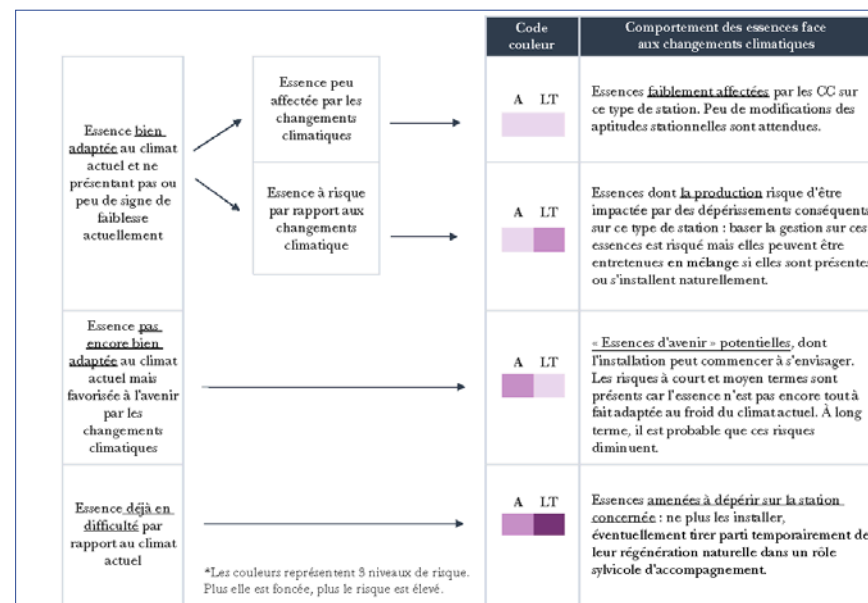


Figure 7 – Schéma décisionnel et catégories d'essence en fonction de leur réponse aux changements climatiques avec (A) le niveau d'acclimation au climat actuel ; (LT) l'estimation des risques climatiques à long terme (2050–2100). La couleur (3 niveaux de mauves) marque l'intensité du risque : plus elle est foncée, plus le niveau de risque est estimé élevé (Tossens et Claessens, 2024).

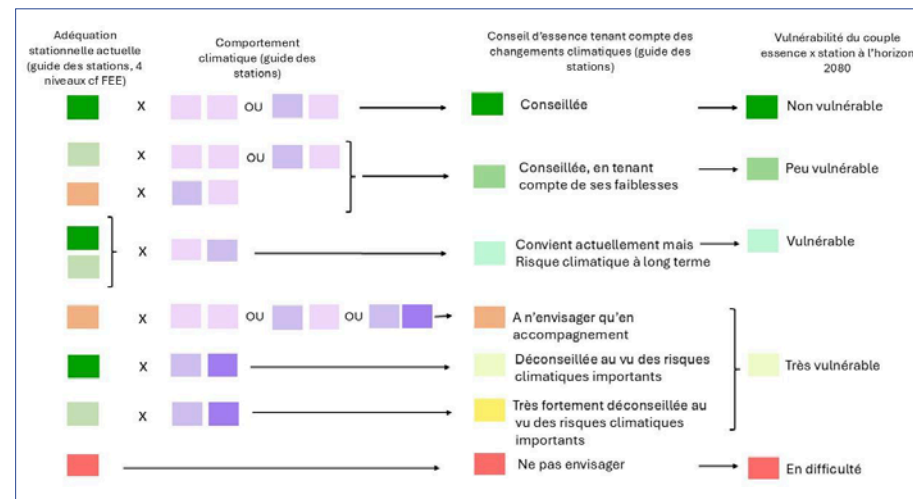


Figure 8 – Clé de détermination des conseils d'essences en fonction de l'adéquation stationnelle actuelle et des tendances climatiques futures (méthode du guide des stations forestières d'Ardenne : Tossens et Claessens, 2024).

Pour évaluer la vulnérabilité des peuplements en place face aux changements climatiques, on peut croiser cette carte de vulnérabilité théorique avec la réalité de terrain. Pour ce faire, la réalité de terrain est évaluée ici par la carte de probabilité de présence des différentes essences de Wallonie (Bolyn et al., 2017). Pour cette analyse, nous avons retenu les peuplements purs de hêtres et d'épicéas, deux types de peuplements fréquents et bien identifiés par la carte de probabilité de présence. En choisissant les peuplements purs, qui représentent 50 % de la province, la vulnérabilité est exacerbée. Cette carte désigne donc les zones forestières où l'adaptation est prioritaire (Figure 9).

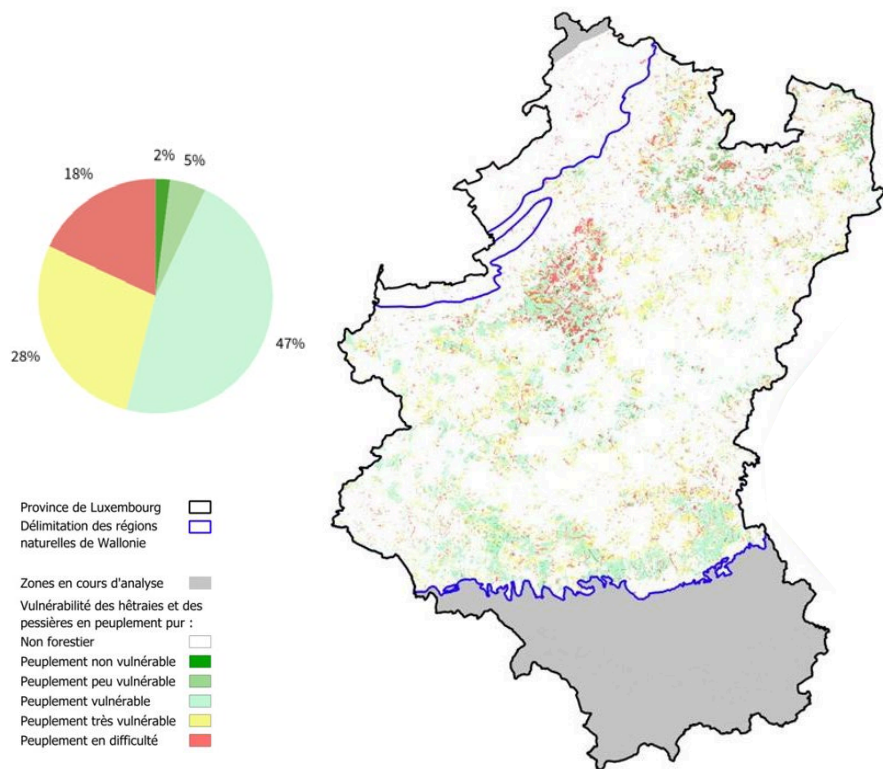


Figure 9 – Carte de la vulnérabilité des peuplements purs de hêtres et d'épicéas en province de Luxembourg (excepté les peuplements contenus en région naturelle de Lorraine et du Condroz pour lesquels les guides de station ne sont pas encore disponibles).

La carte de vulnérabilité des hêtraies et pessières en province de Luxembourg⁴ (Figure 9) montre que la grande majorité de ces peuplements en place (93 %) sont vulnérables à des degrés divers vis-à-vis du changement climatique en cours et futur.

Cela s'explique par le fait que, d'une part, ces essences seront défavorisées par les changements climatiques, et d'autre part, que l'analyse menée concerne les peuplements purs par nature plus vulnérables. Et parmi ceux-ci, 20 % ne sont actuellement pas en station, principalement des hêtraies et des pessières sur des sols blanchis à régime hydrique alternatif et sur des sols superficiels des versants chauds. Les zones très vulnérables (jaune, 28 % des hêtraies et pessières) correspondent à des hêtraies de versant chaud, sur sol superficiel ou à basse altitude, ainsi que des pessières sans compensation microclimatique (versant froid, bas de pente, vallon...).

Il est utile de rappeler ici que l'analyse n'a pas porté sur les chênaies et n'a pas pris en compte les peuplements mélangés, par nature moins vulnérables du fait de leur diversité et des essences concernées, et représentant 50 % de la forêt ardennaise.

POUR CONCLURE ...

La Wallonie dispose de nombreux outils pour évaluer la vulnérabilité des forêts face aux changements climatiques, même si ceux-ci sont encore en cours de finalisation (guides des stations de Lorraine) ou en cours d'amélioration (carte des principaux types de peuplements, autécologie des essences).

À ce stade, l'analyse présentée reste encore partielle, orientée sur les principaux peuplements purs (chênes, hêtre et épicéa) qui représentent 52 % de la forêt wallonne et sur un territoire limité (province de Luxembourg), qui représente 43 % de la surface forestière wallonne. Elle est donc pessimiste, dans le sens où elle s'attache prioritairement aux essences par nature sensibles aux changements climatiques (hêtre et épicéa) et ne considère pas non plus les peuplements nettement mélangés (comportant plus de trois essences à l'échelle de la placette de 1 000 m² de l'IPRFW).

⁴ Attention la Figure 9 ne prend pas encore en compte les peuplements de la Lorraine belge et du Condroz.

Elle permet cependant d'identifier les principales situations particulièrement vulnérables où des mesures de correction sont urgentes (telles les stations aux sols superficiels de la région mosane, en particulier les sols schisteux de la Fagne-Famenne où de nombreuses mortalités s'observent déjà), ainsi que les situations vulnérables qui doivent faire l'objet d'une sylviculture de transition. Notamment, la transformation des pessières vulnérables vers des peuplements d'autres essences ou mélangés, et la diversification au sein des grandes surfaces de hêtraies quasi-pures.

D'une manière plus générale, une série d'autres recommandations sont adressées aux propriétaires, gestionnaires et décideurs dans une synthèse préparée à leur destination en 2017 (Himpens et al., 2017) qui est plus que jamais d'actualité, et ont, pour la plupart, été transcrites dans la toute récente stratégie forestière régionale. Les mesures qui y sont préconisées visent à maintenir les écosystèmes forestiers fonctionnels, notamment dans leurs capacités de résilience et d'adaptation. Elles peuvent être résumées comme suit :

- maintenir une biodiversité fonctionnelle grâce à la diversification des essences, au développement de couloirs de liaison ou encore la protection des espèces rares ;
- augmenter la résistance de l'écosystème en limitant les risques prévisibles (optimiser l'adéquation des essences à leur station, diversifier les essences, favoriser une structure forestière complexe, limiter le tassement du sol...);
- limiter la durée d'exposition aux risques en privilégiant une sylviculture dynamique ;
- gérer les ressources en eau ;
- contrôler la santé des forêts et augmenter les connaissances et les outils de prévision.

Himpens et al. (2017) parlent aussi de sensibilisation, de formation ainsi que d'établir des plans de crise. Si au XX^e siècle, l'objectif majeur de la gestion forestière était de fournir du bois à l'industrie, désormais, il doit s'accompagner d'un objectif de résilience qui est susceptible de remettre en cause certaines pratiques sylvicoles.

Les cartes présentées dans cet article sont disponibles sur le serveur de l'AWAC à l'adresse : <https://portailclimat-awac.be> tandis que les couches cartographiques de base (adéquation stationnelle, composition forestière, niveaux hydriques) sont disponibles sur l'application Forestimator : <https://forestimator.gembloux.ulg.ac.be/>

Cet article est dérivé d'une étude réalisée à l'échelle de la Wallonie pour l'AWAC, réadaptée pour la province de Luxembourg.

BIBLIOGRAPHIE

Alderweireld, M., Burnay, F., & Pitchugin, M. (avec Blerot, P.). (2015). Inventaire forestier wallon résultats 1994-2012. Service Public de Wallonie. Direction générale opérationnelle de l'agriculture, des ressources naturelles et de l'environnement.

Bemelmans, D., Carnol, M., Claessens, H., & Guns, A. (avec Laurent, C., Perrin, D., Himpens, S., Marchal, D., & Gregoire, J.-C.). (2017). Le changement climatique et ses impacts sur les forêts wallonnes recommandations aux décideurs, propriétaires et gestionnaires (Version mise à jour en 2017). Service public de Wallonie.

CRA-W. | Centre wallon de Recherches. (s. d.). L'état des forêts wallonnes à l'ère des changements climatiques. CRA-W | Centre wallon de Recherches agronomiques. Consulté 4 décembre 2025, à l'adresse <https://www.cra.wallonie.be/fr/letat-des-forets-wallonnes-a-leres-des-changements-climatiques>

Delpech, R., Dumé, G., Galmiche, P., & Timbal, J. (1985). Vocabulaire : Typologie des stations forestières. Institut pour le développement forestier.

Fettweis, X. (2023). Les changements climatiques en Belgique : Vers des étés de plus en plus secs et chauds. Forêt.Nature, 169, 33-39.

Forestimator : un nouveau portail cartographique pour l'information forestière en Wallonie. Lisein, Jonathan ; Claessens, Hugues ; Quevauvillers, Samuel et Lejeune, Philippe. 2022 • In Forêt.Nature, 162, p. 40-47.

GIEC. (2023). Sixth Assessment Report. <https://www.ipcc.ch/assessment-report/ar6/>

Harchies, M. et al. (2025). Risques climatiques en Wallonie. Rapport final de l'étude de vulnérabilité et d'adaptation de la Wallonie. Service Public de Wallonie (SPW) - Agence Wallonne de l'Air et du Climat (AWAC).

Lucau-Danila, C., Curnel, Y., San Martin, G., & Planchon, V. (2022). CARTOFOR - Monitoring of Douglas Fir stands health status in Wallonia using Remote Sensing. CRA-W | Centre wallon de Recherches agronomiques. <https://www.cra.wallonie.be/fr/cartofor-monitoring-of-douglas-fir-stands-health-status-in-wallonia-using-remote-sensing>

PanoraBois | Filière Bois Wallonie. (2024). Consulté 8 décembre 2025, à l'adresse <https://www.filiereboiswallonie.be/la-filiere/panorabois>

Patacca, M., Lindner, M., Nabuurs, G.-J., & Schelhaas, M.-J. (2023). Significant increase in forest disturbances since 1950s (Policy Briefs) [Policy Briefs]. European Forest Institute. <https://doi.org/10.36333/pb4>

Lucau-Danila, C. (2022). L'état des forêts wallonnes à « l'ère » des changements climatiques. CRA-W INFO, 73, 1.

Petit, S., Cordier, S., Claessens, H., Ponette, Q., Vincke, C., Marchal, D., & Weissen, F. (2017). Fichier écologique des essences. Forêt.Nature. <https://fichierecologique.be/#/>

Saintonge, F.-X., Nageleisen, L.-M., Boutte, B., Goudet, M., & Husson, C. (avec Piou, D., Riou-Nivert, P., & France Département de la santé des forêts). (2023). La santé des forêts : Diagnostic, prévention et gestion (2e édition.). CNPF-IDF.

SPW. (s. d.). État de santé des forêts—État de l'environnement wallon. Etat de l'environnement wallon. Consulté 4 décembre 2025, à l'adresse https://etat.environnement.wallonie.be/cms/render/live/fr_BE/sites/eew/contents/indicator sheets/FFH_2.html

SPW. (2023). Ressources forestières—État de l'environnement wallon. Etat de l'environnement wallon. Consulté 4 décembre 2025, à l'adresse <https://etat.environnement.wallonie.be/contents/indicator sheets/RESS%204.html#:~:text=Cet%20inventaire%20permet%20de%20r%C3%A9colter%20des%20donn%C3%A9es%20via%20caract%C3%A9riser%20la%20for%C3%AAt%20wallonne%20et%20d%E2%80%99analyser%20son%20%C3%A9volution.>

Tossens S., Claessens H. (2024), Tome 1. L'Ardenne In Collectif, Guide des stations forestières de Wallo nie. Publication du Département de la Nature et des Forêts (SPW ARNE). Série « Faune - Flore - Habitats » n° 12, Gembloux, 288 p.



3.2. CHANGEMENT CLIMATIQUE ET RESSOURCES EN EAU EN PROVINCE DE LUXEMBOURG : CONSTATS, VULNÉRABILITÉS ET LEVIERS D'ACTION

Aurore Degré est bioingénieure et docteure en environnement. Elle est professeure ordinaire en hydrologie et physique des sols à Gembloux Agro-Bio Tech (Université de Liège) et co-fondatrice de l'association Hydrologie Régénérative Belgique.



Pr Aurore DEGRÉ
Professeur Gembloux Agro-Bio Tech, ULiège

Joost Wellens est ingénieur agronome, spécialisé en irrigation et gestion intégrée des ressources en eau. Il possède une solide expérience de terrain au Nord comme au Sud, dans des contextes agricoles variés. À l'ULiège (Campus Arlon Environnement & Gembloux Agro-Bio Tech), il combine ingénierie technique et approches socio-environnementales pour la gestion de l'eau.



Cédric Magain mène des recherches sur les besoins en eau des cultures et la gestion de l'irrigation à l'échelle de la parcelle, notamment à travers le développement d'outils d'aide à la décision. Il dispose d'une expérience de recherche et d'application dans les contextes agricoles du Benelux et à l'international.



Guillaume Renard mène des recherches sur l'hydrologie, ses interactions avec les différents usages et les écosystèmes, en mobilisant des outils de modélisation et des techniques de télédétection. Ses travaux s'inscrivent dans des contextes tempérés et tropicaux.



 **LIÈGE université**
Gembloux
Agro-Bio Tech

Cédric MAGAIN
Chercheur, Gembloux Agro-Bio Tech, ULiège

 **LIÈGE université**
Gembloux
Agro-Bio Tech

Guillaume RENARD,
Chercheur, Gembloux Agro-Bio Tech, ULiège



Philippe Orban est actif dans les domaines de la géologie appliquée, de l'hydrogéologie quantitative et qualitative et de la gestion durable des eaux souterraines depuis 24 ans. Ses activités de recherches comprennent à la fois un volet expérimental et de modélisation des ressources en eau souterraine



Ingénieur civil géologue – hydrogéologue, Johan Derouane possède plus de 30 ans d'expérience dans la gestion des ressources en eau. Il est Directeur de la Direction des Eaux souterraines au Service public de Wallonie, et Maître de Conférences à l'Université de Liège. Il intervient également comme expert international sur des projets de gestion durable de l'eau dans de nombreux pays.

Philippe ORBAN
Premier assistant,
Urban and Environmental
Engineering, ULiège

 **LIÈGE**
université

Johan DEROUANE
Directeur, SPW Agriculture,
Ressources naturelles et
Environnement

 **Wallonie**
agriculture
SPW



INTRODUCTION

Les ressources en eau constituent un facteur structurant du développement des territoires, en particulier dans des régions rurales et forestières où elles conditionnent à la fois les activités économiques, la qualité des milieux naturels et la sécurité des populations. En province de Luxembourg, la diversité des contextes hydrogéologiques, la place importante des usages agricoles et forestiers et la dépendance à des ressources parfois limitées confèrent à la gestion de l'eau un rôle central dans l'aménagement du territoire.

Dans un contexte de changement climatique, ces équilibres sont appelés à évoluer. La modification des régimes de précipitations, l'augmentation de la fréquence des épisodes extrêmes et l'évolution des besoins des différents usages interrogent la capacité des territoires à anticiper, absorber et gérer ces changements. Ces dynamiques posent des questions majeures en matière de répartition de la ressource, de prévention des risques et de cohérence entre politiques sectorielles. Face à ces enjeux, la Région wallonne a progressivement structuré un cadre d'action articulant politiques publiques, programmes sectoriels et outils de planification, visant à renforcer la résilience des territoires et la sécurité de l'approvisionnement en eau.

Ce chapitre propose d'examiner ces enjeux à travers une approche territoriale de la gestion de l'eau, en mettant en regard les constats climatiques, les vulnérabilités spécifiques de la province de Luxembourg et les leviers d'action mobilisables. Il s'attache en particulier à montrer comment la combinaison d'approches fondées sur le fonctionnement des territoires et d'outils de planification peut contribuer à éclairer les choix d'aménagement et de gestion de l'eau dans un contexte d'incertitude croissante.

CONSTATS ET PROSPECTIVE DANS UN MONDE À +3 °C

Dans un monde à +3 °C, les projections climatiques issues de différents modèles climatiques globaux ont été calculées dans le cadre d'un projet de l'Agence Wallonne de l'Air et du Climat (AWAC) (Harchies et al., 2025) afin de cartographier les vulnérabilités climatiques de la Wallonie. En matière d'eau et de sols, l'évolution du spectre des pluies, du ruissellement, de l'érosion et des sécheresses agricoles et hydrologiques a été abordée en parallèle de nombreux autres indicateurs socio-économiques et environnementaux.

Les pluies plus intenses, résultant notamment de l'augmentation des températures, seront à la fois plus agressives pour les sols et plus susceptibles de générer de l'érosion et du ruissellement. Le ruissellement direct augmente dans toute la province de Luxembourg et en particulier dans le bassin versant de la Semois où l'évolution attendue dépasse 100 %. L'évolution attendue de l'artificialisation des sols dans les périphéries d'Arlon et de Messancy aggrave sensiblement cet effet. L'érosivité des pluies augmente également dans toute la province à +3 °C induisant des risques accrus de 10 à 25 % de l'érosion des sols. Ceci peut avoir des conséquences majeures quand les sols sont nus (en cas de culture de maïs) ou en cas de mise à blanc en forêt.

Il faut souligner que l'augmentation de la saisonnalité des pluies, qui vont se concentrer en hiver et s'espacer en été, va induire des étiages sévères des cours d'eau en période estivale. Les vallées luxembourgeoises les plus à risque sont celles de l'Ourthe, de la Semois, de la Haute Lesse et de la Haute Sûre.

À l'exception du plateau des Hautes Fagnes, la province de Luxembourg est la région wallonne la plus touchée par les risques de sécheresse agricole ou forestière dans un monde à +3 °C. Ce risque exprime à la fois la sévérité de la sécheresse et la durée. Au niveau agricole, une augmentation légère du rendement du maïs et une augmentation de la pousse de l'herbe sont anticipées, en raison de l'augmentation des températures. En revanche, les forêts sont très majoritairement classées vulnérables à très vulnérables par rapport à leurs stations. Les changements actuels et à venir sont trop brutaux et ne permettent pas l'adaptation naturelle des essences qui deviennent vulnérables aux températures extrêmes, à l'assèchement des sols et par voie de conséquence aux ravageurs.

Le risque d'incendie augmente fortement et est qualifié de très élevé en province de Luxembourg en raison de l'occurrence plus fréquente des conditions requises, à savoir une température supérieure à 30 °C, une humidité relative inférieure à 30 % et une vitesse du vent supérieure à 30 km/h. Ce risque est susceptible d'induire des dégâts majeurs aux biens et aux personnes mais aussi des dégâts irréversibles aux milieux naturels qui sont primordiaux pour l'activité touristique de la province.

Les ressources en eau souterraine de la province de Luxembourg sont inégalement réparties. Le Nord de la province se situe sur le massif Ardennais dans lequel les ressources en eau souterraine sont limitées et susceptibles de tarir rapidement en cas de période sèche prolongée. Ceci conduit déjà actuellement à des problèmes de pénuries locales lors d'épisodes de sécheresse estivale prolongée suite à l'utilisation de captages locaux et peu interconnectés avec des captages plus importants. De plus, dans les niveaux de réchauffement mondiaux de +2 et +3 °C, il semble que ces ressources en eau du massif ardennais présentent la plus grande vulnérabilité au risque de sécheresse hydrogéologique.

Le Sud de la province, correspondant à la Gaume possède des ressources en eau souterraine plus importantes notamment grâce à l'aquifère des grès du Sinémurien. La pression quantitative liée au nombre de captages sur cette ressource reste actuellement globalement limitée. Pour cette région, les résultats des simulations semblent montrer des augmentations des cumuls moyens et minimaux de la recharge des nappes suite aux changements climatiques et une diminution des périodes de sécheresse hydrogéologiques et du risque d'approvisionnement en eau. Il faut cependant mentionner ici que ces scénarios considèrent des prélèvements d'eau constants et une capacité des sols à infiltrer l'eau qui resterait identique.

Le rapport de l'AWAC estime le coût de l'inaction dans chaque commune et pour chacune des thématiques étudiées. Dans un monde à +3 °C, quelques gains peuvent être espérés dans les sites les plus touristiques. Ils sont toutefois très largement dépassés par le cumul des pertes. Quelques exemples : les inondations pourraient coûter 300 000 € par an à Durbuy ; 400 000 € par an à Virton et à Bastogne, et 500 000 € par an à Marche-en-Famenne.

SOLUTIONS

Politiques et programmes

Face au changement climatique, la Wallonie a fait le choix d'anticiper plutôt que de subir, en structurant son action autour de trois politiques majeures : le Schéma régional des ressources en eau, la stratégie intégrale sécheresse et le Plan de relance de la Wallonie. Ensemble, elles constituent un cadre cohérent pour renforcer la résilience des ressources en eau. La province

de Luxembourg, par ses caractéristiques géographiques, sa ruralité et sa sensibilité marquée aux sécheresses hydrologiques et agricoles, se trouve au cœur de ces enjeux.

Le Schéma régional des ressources en eau, le SRRE, constitue le pilier central de cette politique. Initié dès 2010, il vise à garantir, à l'échelle régionale, un approvisionnement en eau fiable, en quantité et en qualité, tout en maîtrisant les coûts et en renforçant les synergies entre opérateurs publics. Les sécheresses successives de 2017 à 2019 ont été un véritable signal d'alarme. Elles ont mis en évidence la vulnérabilité de certains territoires, en particulier dans le Centre-Ardenne et dans le nord de la province, où les ressources souterraines sont limitées et très sensibles aux déficits pluviométriques prolongés.

Ces enseignements ont été pleinement intégrés dans le SRRE 2.0, validé en 2020. Concrètement, cela s'est traduit, dans la province de Luxembourg, par plusieurs projets structurants de sécurisation de l'alimentation en eau. Le projet de sécurisation du Centre-Ardenne en est l'exemple le plus emblématique. Il vise à réduire la dépendance à des captages locaux vulnérables, en renforçant les interconnexions entre réseaux et en mutualisant les ressources à une échelle plus large, dans une logique de solidarité territoriale.

À cette approche structurante s'ajoutent des projets plus ciblés, mais tout aussi essentiels. À Durbuy, la sécurisation de l'alimentation en eau répond à une forte variabilité saisonnière de la demande, liée à l'activité touristique, particulièrement marquée en période estivale et lors des épisodes de sécheresse. À Arlon, capitale provinciale et pôle administratif majeur, un projet spécifique vise à garantir, sur le long terme, la continuité de l'approvisionnement en eau, en anticipant à la fois les évolutions climatiques, démographiques et économiques.

Ces projets illustrent une conviction forte : la résilience hydrique ne repose pas sur une solution unique, mais sur une combinaison d'interconnexions, de diversification des ressources et d'anticipation. Ils traduisent la volonté du SRRE de passer d'une logique de réaction à une logique de prévention, particulièrement nécessaire dans une province comme celle de Luxembourg.



Cette dynamique s'inscrit pleinement dans la stratégie intégrale sécheresse, adoptée en 2021. Celle-ci marque un changement de paradigme important. Il ne s'agit plus seulement de gérer les crises lorsqu'elles surviennent, mais de mieux les anticiper, de les suivre dans le temps et d'y répondre de manière graduée et proportionnée. Pour la province de Luxembourg, régulièrement confrontée à des pénuries locales, cette approche apporte plus de lisibilité, de prévisibilité et de cohérence dans l'action publique.

Le Plan de relance de la Wallonie est venu renforcer cet ensemble, en apportant des moyens supplémentaires pour développer des solutions innovantes et complémentaires, notamment en matière de réutilisation de l'eau, de recharge maîtrisée des nappes et de réseaux d'alimentation adaptés aux réalités des territoires ruraux et agricoles.

Pris dans leur ensemble, le Schéma régional des ressources en eau, la stratégie intégrale sécheresse et le Plan de relance de la Wallonie forment un cadre cohérent et complémentaire. Pour la province de Luxembourg, ils constituent un socle solide pour faire face aux défis d'un climat plus chaud et plus variable, tout en garantissant un développement économique, agricole et touristique compatible avec la préservation durable des ressources en eau.

Hydrologie régénérative

Le changement climatique accentue la variabilité des précipitations et la fréquence des événements extrêmes : crues soudaines, sécheresses prolongées, et risques accrus d'incendies. La manière dont nous pensons et pratiquons la gestion des paysages ne détermine pas seulement leur capacité à survivre aux changements climatiques : elle peut aussi inverser la tendance et faire de nos territoires une véritable solution pour restaurer les cycles de l'eau et contrer les processus de dégradation.

L'hydrologie régénérative est une approche qui vise à restaurer la capacité des paysages à gérer l'eau de manière plus naturelle et résiliente. Contrairement à ce que la plupart d'entre nous a appris à l'école primaire, $\pm 40\%$ des pluies ne viennent pas des océans (eau « bleue »), mais de l'évapotranspiration issue du sol et de la végétation (eau « verte »). Ces petits cycles de l'eau s'insèrent donc au sein de plus grands cycles de l'eau et permettent aux pluies de se propager de proche en proche à l'intérieur des continents.

Ces petits cycles correspondent aux échanges continus entre le sol, la végétation et l'atmosphère : l'eau infiltrée dans le sol alimente les racines, soutient la croissance végétale et retourne à l'air par évapotranspiration, favorisant la formation de nuages et, à terme, des précipitations régionales. Lorsque ces cycles sont perturbés par les activités humaines telles que l'imperméabilisation ou la dégradation des sols, les paysages perdent leur capacité à retenir l'humidité, ce qui accentue les extrêmes hydrologiques ; inondations, sécheresses et vagues de chaleur. L'hydrologie régénérative propose de rétablir ces processus en s'inspirant du fonctionnement naturel des écosystèmes. Elle repose sur cinq principes complémentaires, souvent résumés par l'acronyme RRISE : Ralentir, Répartir, Infiltrer, Stocker et Évapotranspirer.

- **Ralentir** : en ralentissant les écoulements, le temps de contact entre l'eau de surface et le sol est augmenté.
- **Répartir** : en répartissant l'eau dans le paysage, la surface de sol pouvant infiltrer est augmentée.
- **Infiltrer** : en gérant mieux nos sols et leur santé, on augmente leur capacité à absorber l'eau.
- **Stocker** : en créant un réseau de structure variée de zones humides, mares ou réservoirs collinaires pour réguler les flux et soutenir les usages.
- **Évapotranspirer** : en maintenant une couverture végétale diversifiée qui favorise le retour d'eau à l'atmosphère, régule le microclimat et induit les précipitations locales.

Ces principes ne sont pas isolés : ils interagissent au sein de cercles vertueux qui renforcent la résilience hydrique des territoires. En recréant des paysages capables de gérer l'eau comme une ressource vivante plutôt qu'un simple flux à canaliser, l'hydrologie régénérative permet de réguler les extrêmes hydrologiques particulièrement prégnant en province de Luxembourg tels que les inondations, les sécheresses et les feux de forêts. Les travaux récents menés par des chercheurs de Gembloux Agro-Bio Tech (ULiège) ont permis de fournir une première quantification des mécanismes associés à la mise en œuvre d'une gestion du territoire inspirée des principes de l'hydrologie régénérative (Guillaume et al., 2025). Au sein du bassin versant de la Vesdre en province de Liège, une simulation numérique a permis d'analyser le fonctionnement hydrologique

de territoires complètement transformés selon ces principes au sein de contextes variés.

Face aux sécheresses, des sols vivants et structurés permettent une infiltration efficace, rechargent les nappes et maintiennent l'humidité disponible pour la végétation. En parallèle, une couverture végétale diversifiée et basée sur un choix d'espèces adaptées favorise l'évapotranspiration, régule le microclimat et soutient la formation de précipitations locales. Ces mécanismes réduisent le stress hydrique des cultures et des forêts, limitant les pertes économiques et écologiques. Dans les paysages agricoles et forestiers du bassin de la Vesdre, une proportion importante du territoire (27 %) a vu une diminution du risque de sécheresse.

Pour les inondations, l'enjeu ne se limite pas à amortir les crues par un ralentissement et un stockage temporaire des eaux, mais vise plus fondamentalement à régénérer le fonctionnement hydrologique des territoires. Il s'agit de restaurer les flux verticaux - infiltration dans les sols et évapotranspiration - afin de rétablir des cycles de l'eau plus proches de leur état fonctionnel. Les aménagements tels que haies, bandes enherbées, micro-barrages, zones humides, mares ou réservoirs collinaires ne sont ainsi pas conçus comme de simples ouvrages de rétention (à la différence d'une Zone d'Inondation Temporaire – ZIT), mais comme des leviers de reconnexion entre sol, végétation et atmosphère, capables de transformer durablement la réponse hydrologique du paysage. Au sein de l'étude menée sur la vallée de la Vesdre, l'approche développée a permis de simuler la réponse des territoires aménagés à l'épisode pluvieux ayant entraîné l'épisode de crues exceptionnelles de juillet 2021. Les scénarios de paysage testant un faisceau de solutions fondées sur la nature ont diminué les débits de pointe d'environ 30 % dans le bassin agricole (dominance de sols limoneux drainant) et d'environ 10 % dans le bassin forestier (proportion plus élevée de sols engorgés et pentes abruptes), illustrant la sensibilité de la performance au drainage naturel des sols. Au-delà du signal agrégé à l'exutoire, l'analyse spatiale montre que 80 % du territoire aménagé présente une infiltration accrue lors d'événements intenses.

Concernant les feux de forêt, la régénération hydrologique agit en amont en maintenant l'humidité des paysages. La diversification des peuplements (profils racinaires plus profonds, répartition des prélèvements en eau) et la



limitation du compactage des sols (réseaux de cloisonnement, pistes de débardage dédiées) vont limiter le risque de stress hydrique et favoriser le développement de l'écosystème forestier. Une végétation dense et diversifiée crée des microclimats plus frais et humides, tandis que les zones humides et mares constituent des barrières naturelles contre la propagation des flammes. En renforçant la capacité des écosystèmes à retenir et redistribuer l'eau, on limite les conditions favorables aux incendies et on protège la biodiversité. Au-delà de ces effets écologiques, repenser un paysage par l'hydrologie permet également d'anticiper la gestion opérationnelle du risque incendie, en intégrant des stocks d'eau accessibles en des points stratégiques (mares forestières, retenues collinaires, zones humides restaurées).

Offre vs demande vs choix : analyse d'aptitude territoriale

Face à ces défis contemporains, la planification territoriale et la gestion intégrée des ressources en eau (GIRE) doivent être réalisées de manière coordonnée. Les changements climatiques, démographiques et de consommation intensifient les pressions sur les aquifères, les eaux de surface, les sols, la biodiversité et augmentent ainsi les tensions entre usagers (eau potable, agriculture, industrie, environnement). Les interdépendances amont-aval et surface-souterrain exigent en outre des choix cohérents à plusieurs échelles (bassin versant, région, commune). Une intégration d'outils de planification territoriale et de GIRE (développée par Gembloux Agro-Bio Tech et Arlon Campus Environnement d'ULiège ; Magain et al., 2024) vise ainsi à articuler prévention des risques (inondations, sécheresses), préservation des écosystèmes, sécurité d'approvisionnement et qualité de l'eau, tout en alignant urbanisation, infrastructures et activités économiques (voir Figure 1).

Des processus participatifs structurés entre administrations, experts et utilisateurs sont ainsi indispensables pour co-produire des diagnostics partagés, expliciter les responsabilités, arbitrer les compromis, et assurer la légitimité et durabilité des décisions. Leur mise en œuvre pose toutefois des défis récurrents : asymétries des connaissances, temporalités et contraintes réglementaires/administratives, multiplicité des acteurs, fragmentation institutionnelle ou encore incertitudes scientifiques.

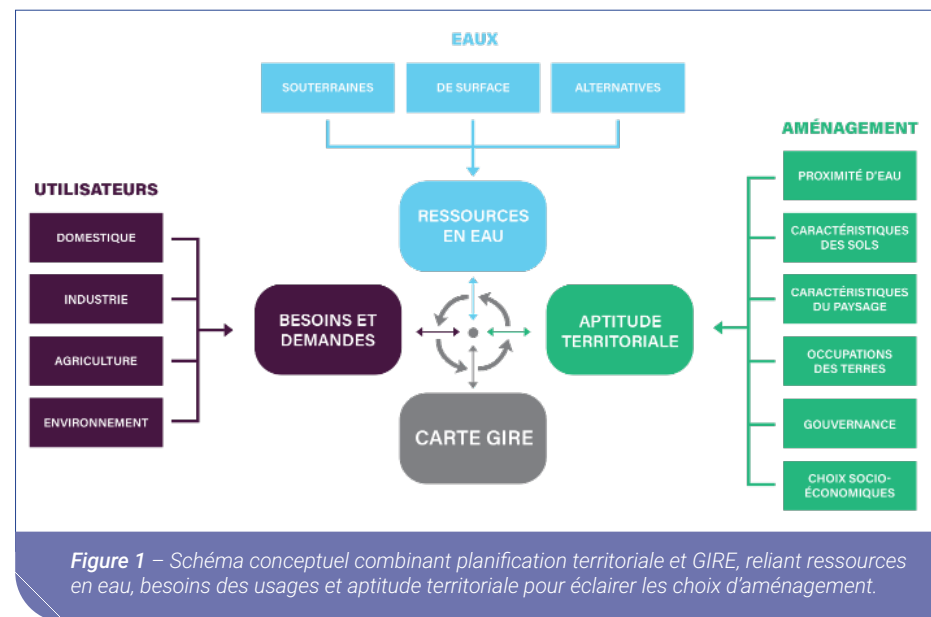


Figure 1 – Schéma conceptuel combinant planification territoriale et GIRE, reliant ressources en eau, besoins des usages et aptitude territoriale pour éclairer les choix d'aménagement.

Pour répondre à ces défis, la technique de la matrice de comparaison par paires (MCP) est particulièrement adaptée pour structurer l'évaluation de l'aptitude des terres (Chen et al., 2010). Elle permet d'intégrer et de hiérarchiser des facteurs territoriaux, des facteurs hydrologiques et des facteurs de gouvernance. La MCP offre la possibilité à des experts issus de disciplines différentes, ainsi qu'aux administrations et utilisateurs finaux, de formuler des jugements qualitatifs compréhensibles lors d'ateliers collectifs. Par exemple, un territoire proche d'une ressource en eau mais dépourvu d'une structure de gouvernance assurant la durabilité de son exploitation peut être jugé moins apte. En comparant les critères deux à deux, la méthode facilite une construction participative des décisions, tout en garantissant la cohérence des jugements, et permet in fine la production d'une cartographie d'aptitude territoriale.

Côté demande et offre, l'analyse porte sur l'évaluation des besoins et disponibilités des ressources en eau. Les besoins en eau d'irrigation sont estimés à l'aide de modélisations AquaCrop (Raes et al., 2009) ; tandis que ceux liés à l'élevage, à l'industrie et aux usages domestiques sont évalués

sur la base de données de consommation. Les besoins environnementaux des milieux aquatiques sont définis à l'aide d'une méthode hydrologique de référence dans la Directive-cadre sur l'eau (Commission européenne, 2015). Les ressources en eaux souterraines sont évaluées à partir de l'estimation de la recharge, tandis que les eaux de surface potentiellement mobilisables sont déterminées à partir des données de surveillance. Le potentiel des ressources en eau non conventionnelles, incluant la collecte des eaux de ruissellement et la réutilisation des eaux usées traitées, peut également être pris en compte. Cette analyse de l'offre et de la demande constitue la base de l'articulation avec l'aptitude territoriale, en vue de la construction de la carte GIRE.

La carte du potentiel GIRE résulte de l'intersection des cartes de besoins et de ressources et de l'aptitude des terres. L'analyse intègre, via les facteurs territoriaux, hydrologiques et de gouvernance définis dans la matrice de comparaison par paires, les contraintes et opportunités propres à chaque territoire. Un processus itératif et participatif d'allocation est appliqué aux unités territoriales consommatrices d'eau prioritaires, en identifiant, dans un rayon défini, les ressources mobilisables (eaux de ruissellement, de surface et souterraines) et en allouant les volumes nécessaires avant de passer à l'unité suivante. Ce cadre permet d'explicitier les arbitrages entre disponibilité de la ressource, aptitude territoriale et priorisation des usages, et constitue un outil d'aide à la décision pour la planification intégrée des ressources en eau.

Dans ce cadre, l'agriculture constitue un exemple emblématique de l'apport de l'analyse d'aptitude territoriale à la planification des usages de l'eau. En termes d'importance territoriale, l'agriculture occupe près d'un tiers du territoire provincial, soit 144 973 ha en 2022 (Toussaint, 2024). Les exploitations sont majoritairement orientées vers l'élevage, principalement bovin, avec une prédominance des prairies (81 % de la SAU), complétées par quelques grandes cultures, notamment le maïs (près de 6 % de la SAU) et l'épeautre (plus de 3 700 ha) (Toussaint, 2024). Dans un contexte de changement climatique, cette organisation pourrait nécessiter une adaptation des systèmes de production, par l'évolution des assolements ou la mise en place de modes de gestion plus durables. De plus, des parcelles actuellement non irriguées pourraient à l'avenir requérir un apport d'eau (Busschaert et al., 2022). La carte GIRE permet d'identifier, d'une part, les

terres les plus aptes à accueillir des cultures à besoins hydriques élevés ou présentant des caractéristiques pédoclimatiques limitant les besoins en irrigation, et, d'autre part, les zones disposant de ressources en eau suffisantes pour soutenir des niveaux de demande plus importants.

CONCLUSION

Les éléments présentés convergent vers un constat clair : dans un contexte de changement climatique marqué, la province de Luxembourg figure parmi les territoires wallons les plus exposés aux tensions sur la ressource en eau, tant du point de vue quantitatif que fonctionnel. Ces tensions sont renforcées par l'évolution et la croissance des demandes en eau des différents usages - domestiques, agricoles, industriels et environnementaux - dans un contexte de ressources de plus en plus contraintes. L'augmentation attendue de la variabilité hydrologique, la concentration saisonnière des précipitations, la fréquence accrue des sécheresses et des événements extrêmes, ainsi que la sensibilité particulière du massif ardennais, imposent une adaptation structurelle et durable des modes de gestion et de gouvernance de l'eau.

La Wallonie dispose toutefois d'un cadre d'action robuste et cohérent. Le Schéma régional des ressources en eau, la stratégie intégrale sécheresse et le Plan de relance de la Wallonie constituent ensemble une architecture de politiques publiques permettant de passer d'une gestion réactive des pénuries à une véritable stratégie d'anticipation et de résilience. Dans la province de Luxembourg, les projets de sécurisation de l'approvisionnement en eau potable illustrent concrètement cette évolution, en renforçant la solidarité territoriale, l'interconnexion des réseaux et la sécurisation de l'approvisionnement là où les vulnérabilités sont les plus marquées.

Ces leviers infrastructurels doivent cependant être complétés par une action renforcée sur les territoires eux-mêmes, à travers des approches intégrées combinant hydrologie régénérative et planification territoriale. La restauration des fonctions hydrologiques des sols et des paysages constitue un socle essentiel pour réduire durablement la pression sur la ressource, tandis que la gestion intégrée de l'offre et de la demande en eau (GIRE), appuyée sur des analyses d'aptitude territoriale et des outils d'aide à la décision, permet de traduire ces principes en choix d'aménagement et d'allocation cohérents. Ensemble, ces approches permettent d'agir

simultanément sur les risques de sécheresse, d'inondation et d'incendie, tout en renforçant la résilience des paysages agricoles et forestiers qui structurent largement la province, tout en conciliant développement socio-économique et durabilité environnementale.

Pour le gestionnaire public des ressources en eau, l'enjeu des prochaines années sera de consolider cette trajectoire, en articulant plus étroitement infrastructures et en décloisonnant les approches administratives de gestion des usages et aménagement du territoire. Cela implique de renforcer la connaissance, de soutenir des outils d'aide à la décision partagés, et d'assumer collectivement des choix clairs en matière de priorisation des usages, dans un cadre transparent et concerté. C'est à cette condition que la province de Luxembourg pourra continuer à garantir l'accès à l'eau, tout en s'adaptant de manière réaliste et responsable aux contraintes d'un climat en profonde évolution.

RÉFÉRENCES

- Busschaert, L., de Roos, S., Thiery, W., Raes, D., De Lannoy, G. J. M. (2022). Net irrigation requirement under different climate scenarios using AquaCrop over Europe. *Hydrology and Earth System Sciences*, 26(14), 3731-3752. <https://doi.org/10.5194/hess-26-3731-2022>
- Chen, Y., Yu, J., & Khan, S. (2010). Spatial sensitivity analysis of multi-criteria weights in GIS-based land suitability evaluation. *Environmental Modelling & Software*, 25(12), 1582-1591. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2010.06.001>
- European Commission. (2015). Ecological flows in the implementation of the Water Framework Directive. Guidance document No 31. Publications Office of the European Union. <https://data.europa.eu/doi/10.2779/775712>
- Guillaume, B., Michez, A., & Degré, A. (2025). Leveraging soil diversity to mitigate hydrological extremes with nature-based solutions in productive catchments: an application and insights into the way forward. <https://doi.org/10.5194/hess-29-4661-2025>
- Harchies, M et al. (2025). Risques climatiques en Wallonie. Rapport final de l'étude de vulnérabilité et d'adaptation de la Wallonie. Service Public de Wallonie (SPW) - Agence Wallonne de l'Air et du Climat (AWAC). https://awac.be/wp-content/uploads/2025/09/Adaptation-RW-Rapport-Final_VF_Final.pdf
- Magain, C., Renard, G., Orban, P., Degré, A., Meersmans, J., De Clerck, C., Brouyère, S., Wellens, J. (2024). Assessment of land suitability and water resources potential for horticultural irrigation in Grand-Duchy of Luxembourg. Poster. European Geosciences Union 2024, 15-19/04/2024, Vienne, Autriche. <https://hdl.handle.net/2268/319449>
- Raes, D., Steduto, P., Hsiao, T. C., Fereres, E. (2009). AquaCrop—The FAO Crop Model to Simulate Yield Response to Water : II. Main Algorithms and Software Description. *Agronomy Journal*, 101(3), 438-447. <https://doi.org/10.2134/agnonj2008.0140s>
- Toussaint, B. (2024, juillet 20). Le Luxembourg, une province agricole en mutation.... Le Sillon Belge. <https://www.sillonbelge.be/13195/article/2024-07-20/le-luxembourg-une-province-agricole-en-mutation>



3.3. IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR L'AGRICULTURE EN PROVINCE DE LUXEMBOURG



Christophe Lacroix a réalisé sa thèse de doctorat entre 2021 et 2024 à Gembloux Agro-Bio Tech (ULiège), au sein de l'axe Plant Sciences, où ses travaux ont porté sur la gestion des adventices à court et à long terme en grandes cultures. Ses recherches portent aujourd'hui sur l'impact des changements climatiques sur les productions végétales et animales en Wallonie.

Professeur en phytotechnie tempérée, Benjamin Dumont a acquis, au cours des 18 années de sa carrière, une solide expertise dans le domaine de l'analyse des interactions entre les plantes, le sol et l'atmosphère. Il est spécialisé dans la modélisation sol-culture, l'analyse des systèmes de culture, la déconvolution des interactions génotype x environnement x gestion, et le développement de système d'aide à la décision. Ses recherches actuelles portent sur le design d'agro-écosystèmes innovants, soutenant des systèmes alimentaires durables et résilients, dans les contextes plus larges du changement climatique et de la transition agroécologique.



Jérôme Bindelle enseigne et mène des recherches sur les systèmes d'élevage et leur intégration dans des systèmes alimentaires durables. Ses travaux portent notamment sur la nutrition et la physiologie digestive des animaux d'élevage, la valorisation des ressources fourragères et les interactions entre élevage, prairies et services écosystémiques. Il s'intéresse particulièrement au rôle des systèmes herbagers dans la transition agroécologique de l'agriculture et du système alimentaire. Ses recherches s'appuient sur des travaux menés dans différents contextes, notamment en Wallonie, au Brésil et en République démocratique du Congo.



INTRODUCTION

Ce rapport présente l'impact des changements climatiques sur l'agriculture de la province de Luxembourg (BE). Les systèmes agricoles sont des systèmes complexes qui se situent à l'interface entre le sol, le climat et les activités humaines. La croissance des cultures et leurs niveaux de production sont directement et majoritairement influencés par les effets climatiques. Les précipitations, la température et la concentration atmosphérique de CO₂ sont autant de facteurs qui influencent en effet la croissance des plantes. Les changements climatiques vont donc avoir un impact direct sur les niveaux de stress abiotiques (i.e. thermique, anoxie racinaire, déficit hydrique) perçus par les plantes, et sur leur croissance. Cependant, les réponses des cultures aux changements climatiques dépendent non seulement du sol dans lequel elles poussent, mais aussi des espèces cultivées (sensibilités spécifiques et variétales). Il est donc essentiel d'évaluer comment les niveaux de production des principales grandes cultures commerciales pourraient évoluer sous l'effet des changements climatiques, tant à l'échelle régionale que locale. Ce rapport examinera ainsi la vulnérabilité face aux changements climatiques à court (+2 °C) et à moyen terme (+3 °C) de neuf grandes cultures différentes (froment d'hiver, maïs, colza, betterave, pomme de terre, pois d'hiver, pois de printemps, féverole d'hiver et féverole de printemps).

La province de Luxembourg étant une région où l'élevage est une activité agricole importante, les impacts des changements climatiques sur la dynamique de croissance de l'herbe seront également évalués. Enfin le dernier point concernera les stress thermiques ressentis par les animaux d'élevage. En effet, les changements climatiques induiront d'importants stress thermiques impactant le bien-être animal (Thornton et al., 2021). Selon le niveau de stress et l'animal considéré, les conséquences peuvent être plus ou moins importantes. Le stress thermique impacte le bien-être de l'animal, mais aussi ses performances en termes de production, reproduction, son système immunitaire et peut même conduire à des risques de mortalité (Atkins et al., 2015; Collier et al., 2012; Roland et al. 2016). Ce rapport examinera ainsi la sensibilité de différentes spéculations animales face aux changements climatiques à court (+2 °C) et à moyen terme (+3 °C) (ruminants, porcs, poules pondeuses et poulets de chair) en province de Luxembourg (BE).

MATÉRIEL ET MÉTHODE

Afin d'analyser l'impact des changements climatiques à court et à long terme sur l'agriculture, ce travail s'est basé sur un réchauffement global de +2 °C, ce qui correspond à un futur très proche, ainsi qu'un réchauffement global à +3 °C, ce qui correspond à un réchauffement plus lointain. Pour toute la partie de production de grandes cultures, trois « General circulation Model » (GCM) différents ont été utilisés avec chacun des particularités dans leurs prédictions du climat futur. Le modèle MIROC présente un contraste entre périodes sèches et humides, le CMCC projette des étés très chauds et secs et le MPI est considéré comme un modèle moyen. La période de référence dans ce travail est la période entre 1980 et 2010 basée sur le modèle ERA. La croissance des plantes étant impactée par la concentration en CO₂ dans l'atmosphère, les réponses des systèmes de cultures à ces trois modèles sont généralement étudiées séparément. L'analyse des stress thermiques sur les animaux d'élevage est quant à elle basée sur un multi-modèle ensemble des différents GCMs. L'ensemble de ces données climatiques ont une résolution de 10 × 10 km et proviennent de la faculté des Sciences, Climatologie et Topoclimatologie Université de Liège (Graillet et al., 2025).

Grandes cultures et prairies

En grandes cultures comme en prairies permanentes, les résultats reposent sur l'estimation annuelle du rendement simulé par des modèles agronomiques. En grandes cultures, le rendement est simulé à l'aide du modèle STICS (Beaudouin et al., 2023), tandis que la croissance de l'herbe en prairies permanentes est estimée avec le modèle GrasSim (Kokah et al., 2023). Les simulations sont réalisées à une résolution spatiale de 250 × 250 m, en tenant compte des sols associés au système étudié, qu'il s'agisse de grandes cultures ou de prairies permanentes. Les deux indicateurs sont présentés ci-dessous

1. L'évolution du rendement

L'évolution du rendement médian entre la période historique (1980-2010) et les scénarios climatiques (en pourcentage) étudiés est calculée comme :

$$\text{Évolution du rendement (\%)} = \frac{(\text{rendement du scénario médian} - \text{rendement historique médian})}{\text{rendement historique médian}} \times 100$$

2. L'évolution de la stabilité de production

La stabilité est un indicateur permettant d'évaluer à quel point les niveaux de productions sont stables entre les années. Plus les niveaux de production sont proches l'un de l'autre, plus la stabilité est grande. A contrario, plus les niveaux de production sont éloignés entre les années et plus la stabilité est faible. Outre les niveaux médians de production, il est donc important de regarder la stabilité. Une exploitation agricole, a besoin d'une production stable entre les années afin d'être moins vulnérable. La stabilité se calcule comme la moyenne du scénario (sur les 30 ans) divisée par l'écart-type (sur les 30 ans). Toutefois c'est l'évolution de la stabilité en pourcentages qui est rapportée ; elle se calcule comme :

$$\text{Évolution de la stabilité (\%)} = \frac{(\text{stabilité scénario} - \text{stabilité historique})}{\text{stabilité historique}} \times 100$$

Pour plus d'informations sur la méthodologie, le matériel et méthode détaillés est disponible dans le rapport Lacroix et al. (2025a).

Élevage

Afin d'évaluer les stress thermiques sur les animaux d'élevage, l'indicateur Temperature Humidity Index (THI) a été utilisé. Cet indicateur permet de monitorer le bien-être animal lié au stress thermique et à l'humidité de l'air associée. Pour chaque type d'animaux, des classes de THI sont réalisées afin de savoir si l'animal est en stress ou non, ainsi que la sévérité de son stress (jusqu'à mort possible de l'animal). La prise en compte de l'humidité reflète la température ressentie. En cas de forte humidité, l'évaporation de la transpiration produite par l'animal est moins bonne, ce qui diminue la capacité à bien refroidir le corps. Avec les changements climatiques, on peut s'attendre à arriver plus fréquemment dans des classes de THI engendrant des stress importants pour l'animal, ce qui impacte le bien-être de l'animal, mais aussi la production de celui-ci.

Ces indicateurs sont calculés à l'échelle journalière. Dans une optique d'étude de vulnérabilité aux changements climatiques, la méthodologie employée consiste à calculer le nombre de jours par an passé dans chaque catégorie de niveaux de stress pour traduire à des échelles temporelles plus larges des stress ponctuels, i.e. à l'échelle de l'année ou à des échelles interannuelles.

Le calcul du THI dépend de l'espèce étudiée. Concernant les ruminants, cinq catégories d'intensité de stress sont détaillées (Atkins et al., 2015) :

- de 0 à 68 : absence de stress ;
- de 68 à 72 : stress légers ;
- de 72 à 80 : stress légers à modérés ;
- de 80 à 90 : stress modérés à sévères ;
- supérieur à 90 : stress sévères à risque de mortalité.

Pour les porcs, les poules pondeuses et les poulets de chairs, les valeurs de THI sont classées en quatre catégories selon leurs intensités de stress (Lallo et al., 2018) :

- de 0 à 27,8 : absence de stress ;
- de 27,8 à 28,8 : stress modérés ;
- de 28,9 à 29,9 : stress sévères ;
- supérieur à 29,9 : risque de mortalité.

Pour plus d'informations sur la méthodologie, le matériel et méthode détaillé est disponible dans le rapport Lacroix et al. (2025b).

IMPACT SUR LES GRANDES CULTURES

La réponse aux changements climatiques sur les différentes grandes cultures est une information complexe. En effet, la plante est dépendante des conditions pédoclimatiques locales. C'est pourquoi au sein des cartes de la province de Luxembourg et au sein des différents graphiques, les trois régions pédologiques, de surcroît caractérisées par des microclimats spécifiques, sont identifiées, à savoir la région jurassique (au sud), la Famenne (au nord-ouest), la région herbagère (nord-est) et l'Ardenne au centre. De plus, les GCM utilisés ne présentent pas des réponses qui vont toujours dans le même sens. Ces informations accroissent le degré d'incertitude mais permettent d'explorer des situations contrastées quant aux conséquences que pourraient avoir les changements climatiques.

Par souci de clarté, seuls les graphiques en lien avec la culture du froment seront détaillés dans ce rapport, en guise d'exemple. Des tableaux récapitulatifs pour l'ensemble des cultures sont présentés. Les graphiques détaillés de chaque culture étudiée peuvent être consultés en ligne via le [QR code](#) ci-contre.



Le froment d'hiver

Le froment d'hiver va dans l'ensemble souffrir des changements climatiques en province de Luxembourg (excepté sur les quelques rares sols agricoles en région ardennaise sous projections CMCC et MIR – Figure 1). Les régions les plus vulnérables sont la Famenne et le Jurassique (varie entre -9 et -46 % en +2 °C selon le GCM – Figures 1 et 2). Ces deux régions, en raison de la nature de leurs sols (profondeur et texture), sont particulièrement sensibles aux aléas climatiques, notamment aux périodes de sécheresse estivale et aux épisodes d'excès d'eau (principalement dans la région jurassique sur les terres lourdes). De plus, ces régions présentent des températures moyennes plus élevées que l'Ardenne. En effet les céréales sont très sensibles aux périodes d'anoxie racinaire (stress par excès d'eau) ; ce qui va augmenter dans ces régions. Quant à lui, le modèle MPI est le modèle qui prédit la plus grande chute de rendement par rapport à la période historique allant jusqu'à des chutes de rendement de plus de 45 % (Figures 1 et 2).

Du fait d'une variabilité importante de sols et de microclimats en province de Luxembourg, la stabilité des niveaux de rendement aura tendance, selon l'endroit, à s'améliorer (surtout dans la région ardennaise) ou se dégrader (Figure 3). Attention toutefois que la stabilité étant déjà très faible sur la période historique (la nature du sol engendre déjà des rendements variables et très sensibles aux conditions météorologiques), de faibles variations de valeurs absolues de stabilité engendrent sur l'indicateur relatif des variations de valeur importantes.

Les niveaux de rendements vont donc rester dans l'absolu très variables avec, en Famenne et sur certains sols de la région jurassique, une accentuation de cette instabilité de niveaux de production. Le risque d'avoir des rendements très bas certaines années est donc non négligeable.

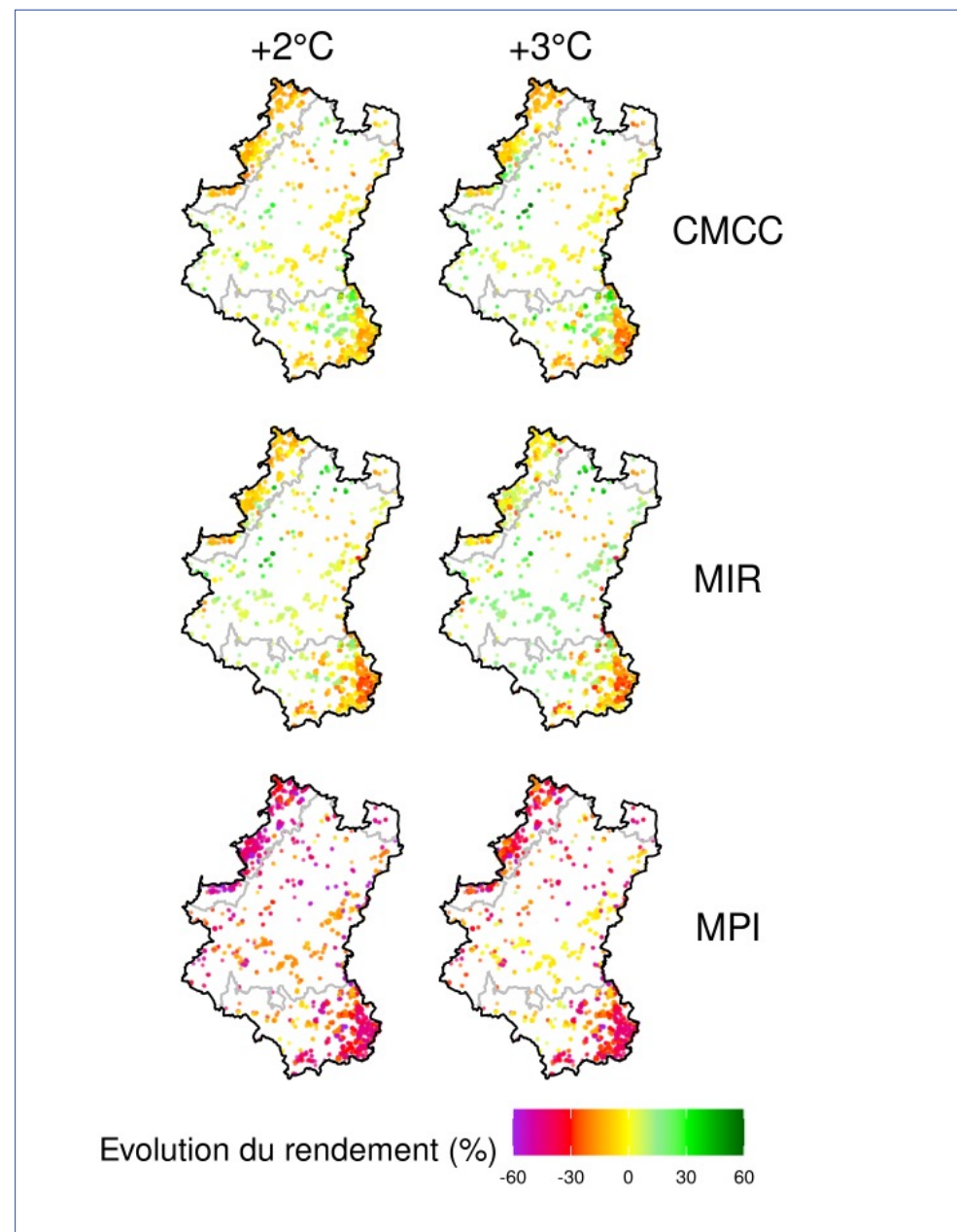


Figure 1 – Cartes de l'évolution du rendement relatif du froment d'hiver exprimé en pourcentage pour les différents scénarios globaux de changements climatiques et différents modèles de prédictions en fonction de la période historique.

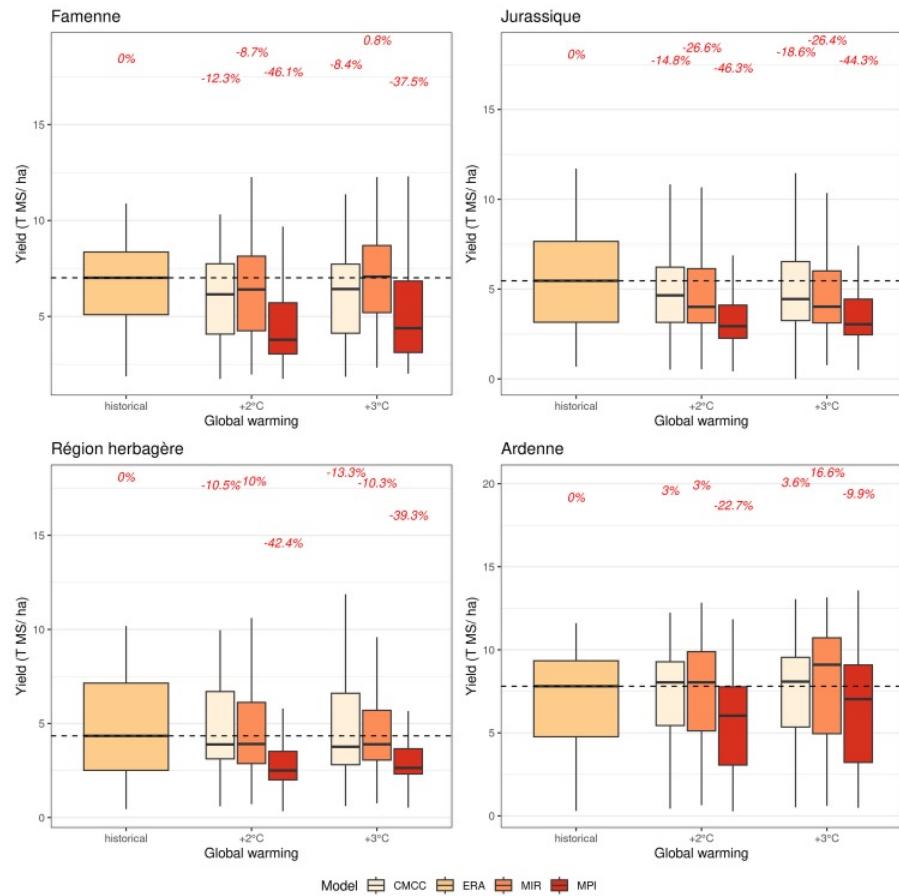


Figure 2 – Boxplot du rendement en blé pour les régions agricoles de la province de Luxembourg exprimé en T de MS/ha en fonction du scénario de réchauffement global et des différents modèles climatiques. Les pourcentages en rouge expriment les différences de pourcentages entre la médiane de la période historique et la modalité du scénario climatique.

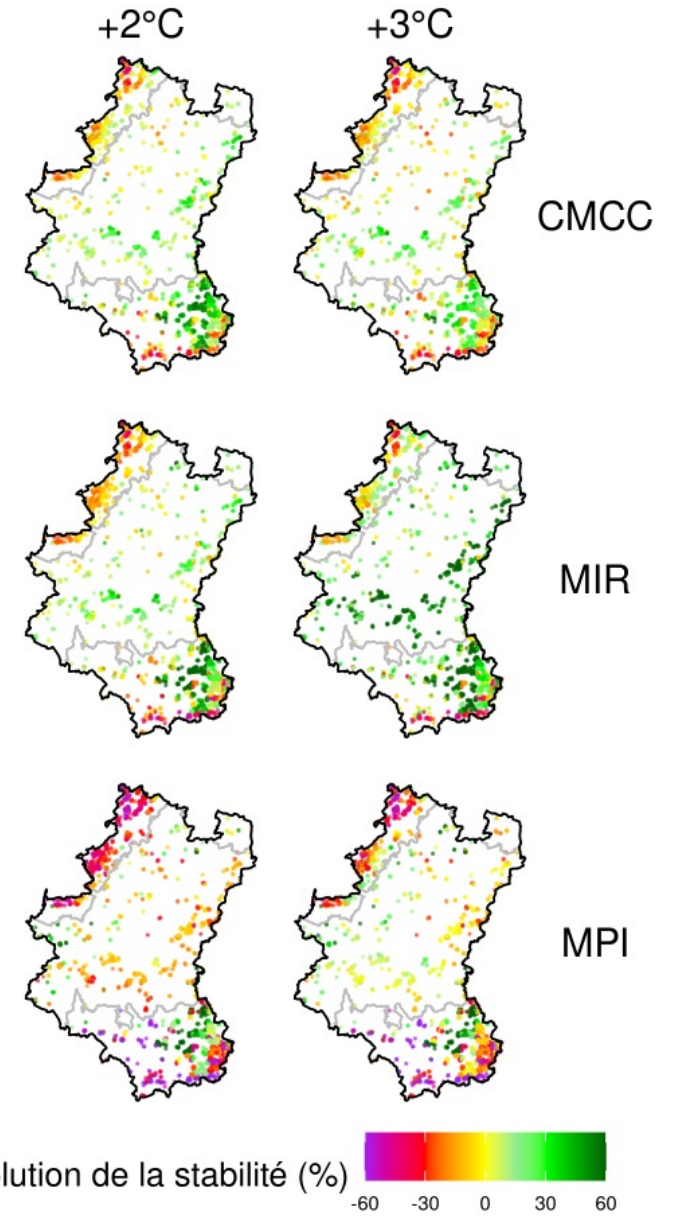


Figure 3 – Cartes des différences relatives du niveau de stabilité entre la période de référence (1980–2010) et les scénarios futurs en froment d'hiver. Toutes valeurs inférieures à -60 % sont en mauve tandis que toutes valeurs supérieures à 60 % sont en vert foncé.

Effets sur l'ensemble des grandes cultures simulées

L'effet du réchauffement global dépendra fortement de la culture étudiée (Tableau 1). Le froment d'hiver, la féverole d'hiver, la féverole de printemps et le pois de printemps sont les cultures qui semblent dans l'ensemble être plus vulnérables face aux changements climatiques. La féverole est une plante qui est sensible aux stress thermiques à floraison de la culture (coulure de fleur) ; ce qui peut impacter directement le rendement. Cette culture est aussi plus sensible en cas de forte sécheresse. Tout comme la féverole, le pois de printemps est sensible aux stress thermiques lors de la floraison. Les cultures de protéagineux de printemps (pois ou féverole) ont tendance à fleurir plus tard que leurs homologues d'hiver, elles sont donc plus sensibles à ce risque.

Le colza, la betterave et le pois d'hiver sont par contre des cultures qui semblent avoir leur rendement médian s'améliorer avec le réchauffement climatique (que ce soit en 2 ou 3 °C). Les températures plus clémentes à l'automne peuvent être plus propices au développement du colza, le rendant plus robuste pour passer l'hiver. Le pois d'hiver, est quant à lui plus sensible au gel intense que la féverole (c'est pourquoi on cultive quasiment uniquement du pois de printemps en province de Luxembourg). La diminution des températures très basses lui sera donc favorable. Cette culture pourrait donc s'implanter en province de Luxembourg sous les changements climatiques. Attention toutefois que le pois reste très sensible à l'asphyxie racinaire et que cette culture n'est donc pas adaptée pour les sols lourds avec de l'eau stagnante pendant l'hiver / le début du printemps. La betterave quant à elle, répond très bien à la radiation solaire. Cette culture va donc bénéficier de l'augmentation des beaux jours et pourra bénéficier des températures plus élevées au printemps et à l'automne pour continuer sa croissance.

Le maïs quant à lui présente des tendances variables selon les régions agricoles. Ainsi en Famenne le rendement médian ne devrait que peu évoluer. La région jurassique quant à elle devrait voir son rendement chuter ou rester stable (selon le GCM choisi), sans doute lié aux stress hydriques. A contrario les régions ardennaise et herbagère voient leurs niveaux de rendement médian augmenter de moitié voire même doubler selon certains scénarios. Les températures plus élevées au printemps semblent

Culture	Région	Réchauffement global					
		+2°C			+3°C		
		CMCC	MIROC	MPI	CMCC	MIROC	MPI
Froment d'hiver	Famenne	-12	-9	-46	-8	1	-38
	Jurassique	-15	-27	-46	-19	-26	-44
	Région herbagère	-11	-10	-42	-13	-10	-39
	Ardenne	3	3	-23	4	17	-10
Colza	Famenne	4	19	5	-2	35	20
	Jurassique	-2	14	-13	-16	22	-20
	Région herbagère	21	27	22	22	39	46
	Ardenne	3	19	5	10	32	13
Betterave	Famenne	10	31	4	17	46	30
	Jurassique	-2	22	6	-8	26	28
	Région herbagère	20	45	5	36	59	35
	Ardenne	19	38	14	26	53	37
Pomme de terre	Famenne	-9	5	-10	-1	18	6
	Jurassique	-21	-14	-16	-13	-6	1
	Région herbagère	9	30	-7	20	42	12
	Ardenne	1	18	-4	12	31	49
Maïs	Famenne	2	4	8	4	5	12
	Jurassique	-10	-1	4	-12	-5	6
	Région herbagère	93	115	90	111	115	118
	Ardenne	50	68	60	63	66	73
Féverole d'hiver	Famenne	-12	-5	-39	-11	12	-27
	Jurassique	-8	15	-30	1	17	-19
	Région herbagère	-20	3	-55	-1	6	-53
	Ardenne	4	11	-14	12	42	1
Féverole de printemps	Famenne	-17	-16	-17	-27	0	-6
	Jurassique	-33	-23	-12	-45	-9	3
	Région herbagère	-8	0	11	-8	13	11
	Ardenne	-13	-15	-19	-21	1	-6
Pois d'hiver	Famenne	12	40	-25	44	45	-10
	Jurassique	45	47	-21	74	46	-9
	Région herbagère	87	200	29	246	200	119
	Ardenne	130	271	59	313	351	190
Pois de printemps	Famenne	-13	-7	-27	-7	9	-16
	Jurassique	-19	-10	-25	-17	5	-15
	Région herbagère	-3	-2	-30	1	8	-34
	Ardenne	-9	-10	-31	-2	7	-21

Tableau 1 – Récapitulatif des tendances de l'évolution des rendements médians par rapport à la période historique pour les différents niveaux de réchauffement globaux et les différents modèles par culture et région agricole. Les valeurs en rouges correspondent à des prédictions de chute de rendement médian plus grand que 4 % tandis que les valeurs en vert correspondent à une augmentation de rendement médian de plus de 4 %. Les valeurs en noir sont les valeurs de niveau de rendement médian considérées comme environ identiques à la période historique et sont comprises entre -4 et +4 %.

particulièrement être bénéfiques pour le développement du maïs qui a une croissance stoppée en dessous de 6 °C.

La culture de la pomme de terre de conserverie voit son rendement médian chuter en région jurassique (à cause de la nature du sol). Deux modèles sur trois prédisent aussi une chute du rendement médian en Famenne. Grâce à l'augmentation de la concentration en CO₂ dans l'atmosphère en +3 °C ; les rendements ont tendance à augmenter. En effet le CO₂ étant utilisé par la plante lors de la photosynthèse, celui-ci peut être considéré comme un fertilisant en soi. Si la concentration augmente, la plante est capable avec une quantité moindre d'eau de produire la même quantité de biomasse.

En termes de stabilité, de manière générale la Famenne et le Jurassique sont les deux régions qui voient leurs stabilités le plus souvent diminuer. À l'inverse, l'Ardenne et la région Herbagère ont plutôt tendance à avoir des chutes de stabilité moins importantes voire même pour un grand nombre de cultures, une stabilité qui s'améliore. Globalement, la stabilité varie selon l'espèce, le niveau de réchauffement global et le GCM choisi. Pour plus de détails sur les évolutions de stabilité, il est possible de consulter les cartes en annexe

IMPACT SUR LA CROISSANCE DE L'HERBE

La croissance de l'herbe aura tendance à augmenter sur l'ensemble de la province de Luxembourg (entre 1,9 et 37 % selon le GCM et le niveau de réchauffement global – Figures 4 et 5) excepté sous CMCC (qui prédit des étés très secs et chauds) dans la région Jurassique et la Famenne (-4,4 et -1,5 % respectivement – Figure 5). Par contre la dynamique de la croissance de l'herbe va être directement impactée par le réchauffement climatique (voir [annexe](#)). En effet, les températures plus clémentes (ainsi que la disponibilité en eau) au printemps et à l'automne va permettre à l'herbe d'avoir une croissance plus importante. En été la pousse de l'herbe sera quant à elle ralentie à cause du manque d'eau mais aussi des températures trop élevées. En effet, au-dessus de 25 °C, la croissance du ray-grass est stoppée. Il y aura donc une gestion des stocks de fourrage à gérer avec des risques certaines années de devoir réaliser de l'affouragement en été (à l'image de l'année 2022).

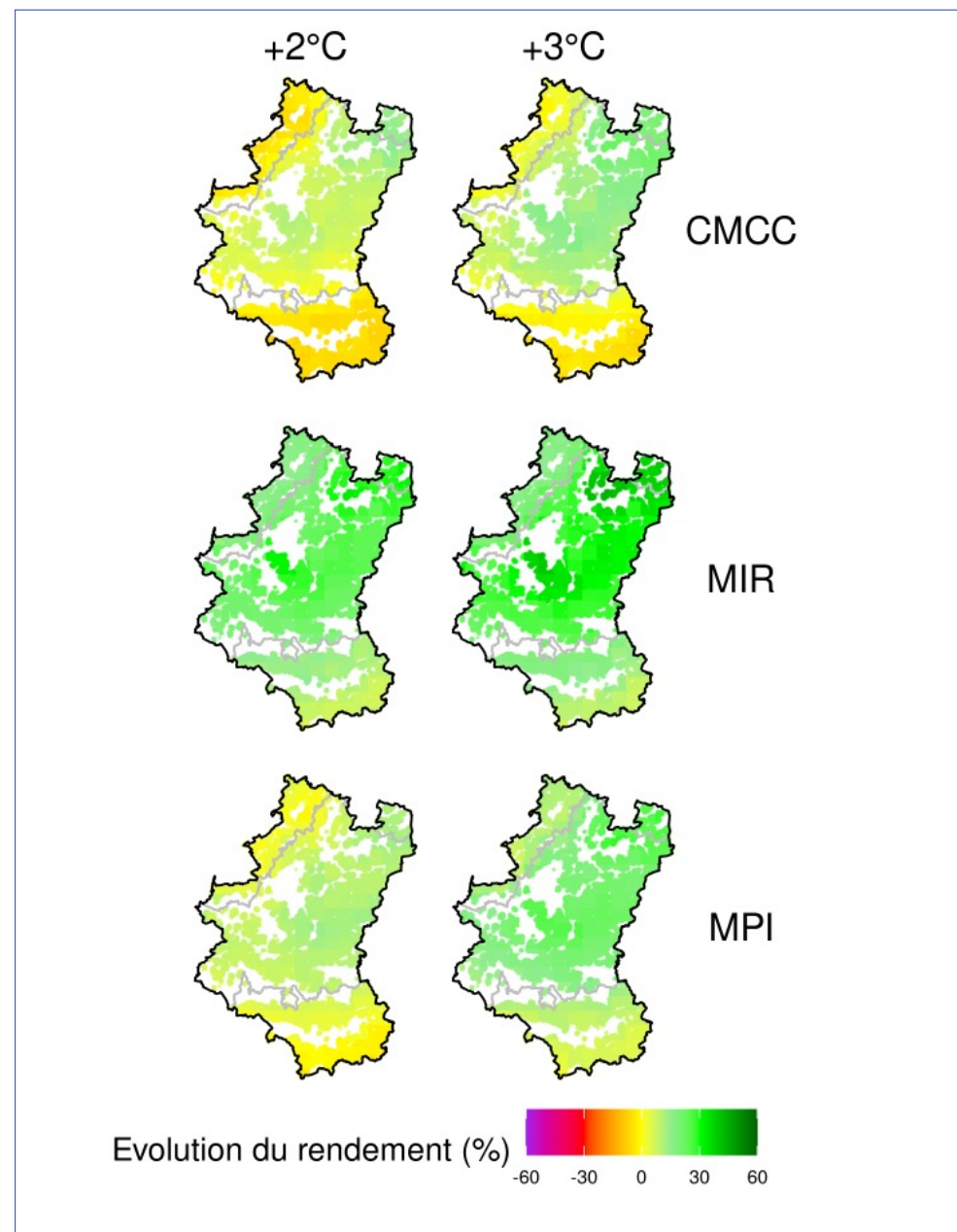


Figure 4 – Cartes de l'évolution du rendement relatif de la production d'herbe exprimé en pourcentage pour les différents scénarios globaux de changements climatiques et différents modèles de prédictions en fonction de la période historique.

Les stabilités de la production fourragère auront tendance à chuter (potentiellement très fortement sous le modèle CMCC) et de manière plus intense sur les régions les plus chaudes de la province de Luxembourg (Figure 6). Malgré l'évolution médiane, l'éleveur devra faire face à des variations de productions très importantes entre années dues à des conditions climatiques très variables (à l'image du niveau de production de 2022 comparé à 2024). Une gestion du stock de manière pluriannuelle devrait sans doute être mise en place pour gérer au mieux la production de fourrage.

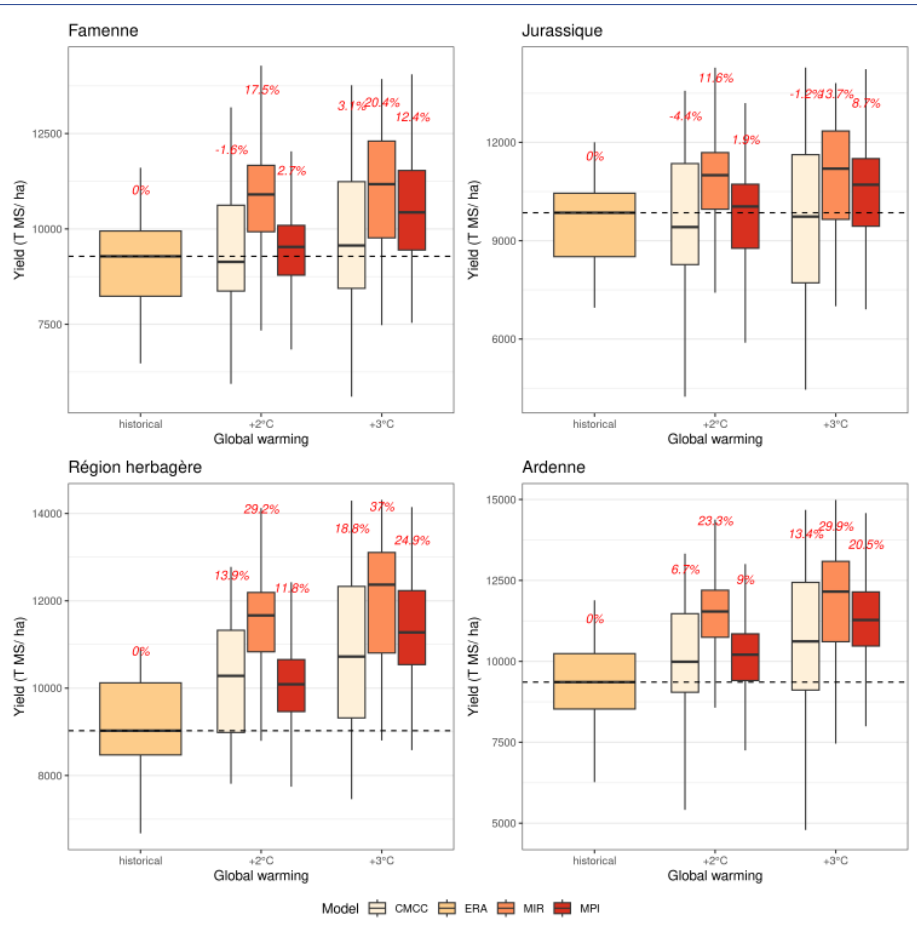


Figure 5 – Boxplot du rendement en herbe pour les régions agricoles de la province de Luxembourg exprimé en T de MS/ha en fonction du scénario de réchauffement global et des différents modèles climatiques. Les pourcentages en rouge expriment les différences de pourcentages entre la médiane de la période historique et la modalité du scénario climatique.

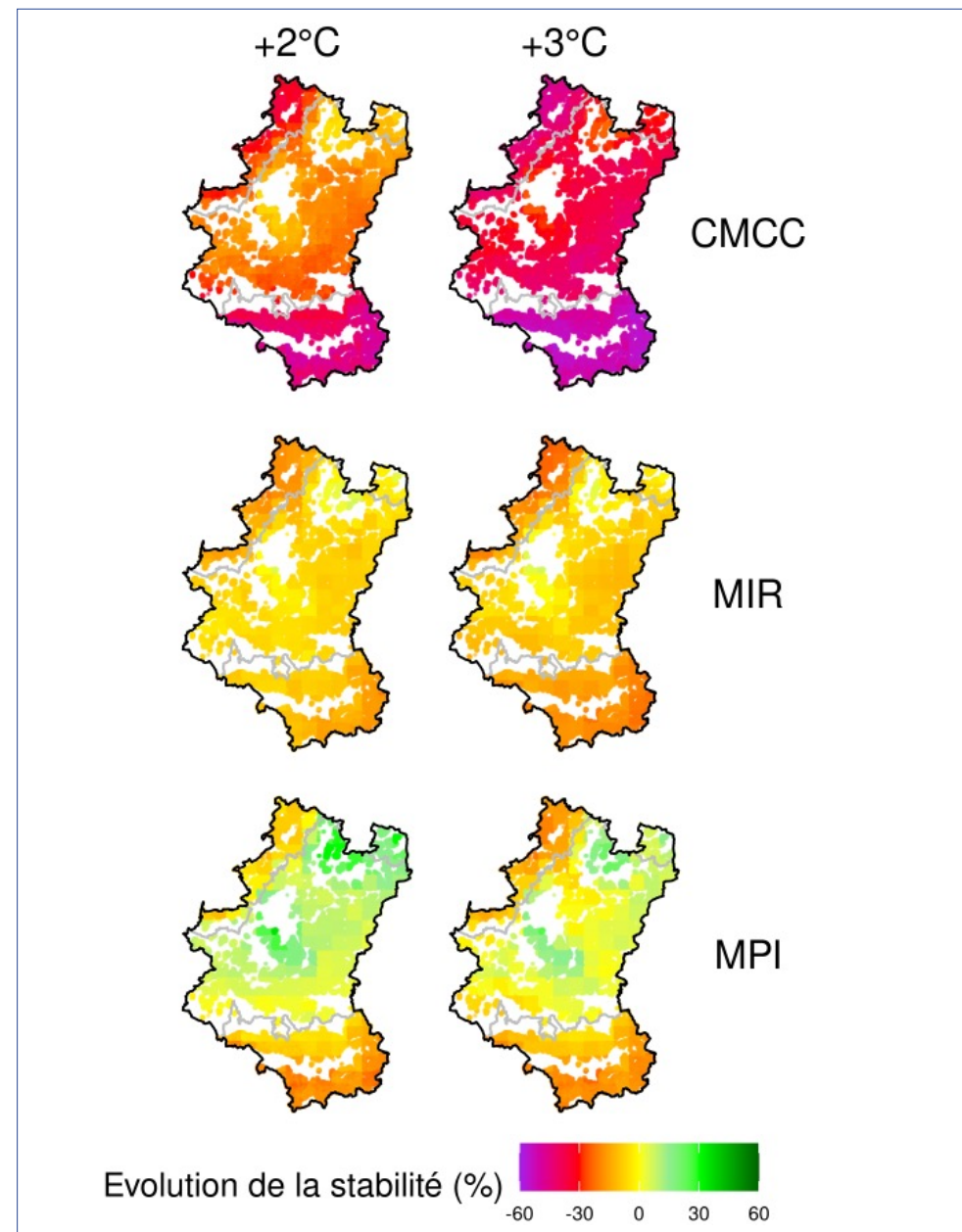


Figure 6 – Cartes des différences relatives du niveau de stabilité entre la période de référence (1980–2010) et les scénarios futurs de la production d'herbe. Toutes valeurs inférieures à -60 % sont en mauve tandis que toutes valeurs supérieures à 60 % sont en vert foncé.



IMPACT SUR LE BIEN-ÊTRE ANIMAL

La région ardennaise et la région fourragère, de par leur altitude, sont des régions qui vont moins subir les effets de stress thermiques en comparaison à d'autres régions de plus basse altitude tels que pour la province de Luxembourg principalement le Jurassique mais aussi l'Ardenne. Concernant les bovins, aucun risque de stress thermique engendrant la mort de l'animal ne sera atteint. Toutefois le nombre de jours en stress léger triplera (passant jusqu'à un mois/an en moyenne) en +2 °C et quadruplera en +4 °C (passant à plus de 40 jours/an en moyenne) pour la région jurassique et la Famenne. Le nombre de jours en stress modéré pour les ruminants va aussi augmenter passant de moins de 5 jours par an en moyenne sur la période historique à environ 10 jours/an et 20 jours/an dans les pires zones de la province de Luxembourg (Figure 7). Le nombre de jours moyens/an de stress intense sera nul en +2 °C et quasi nul en +3 °C. Même s'il n'y aura pas de risque de stress intense voire même de risque de mortalité pour les ruminants, l'impact sur la croissance, l'ingestion, l'immunité et la production de lait (si vache laitière) n'est pas à négliger. Afin d'améliorer au mieux le bien-être et éviter des stress thermiques trop importants, il est crucial d'avoir de l'eau à disposition et à des distances pas trop extrêmes en prairies. De plus, il est important d'avoir des zones d'ombrage pour éviter la radiation directe. La présence d'arbres et de haies est donc des éléments importants à privilégier.

Concernant les autres spéculations, les graphiques sont présents en annexe. Les valeurs de THI correspondent à un animal élevé en extérieur, bien que les porcs, les poules pondeuses et les poulets d'engraissement sont principalement élevés en intérieur. Le niveau de THI reflète toutefois les périodes de risque de surchauffe dans les bâtiments. Il est important pour des spéculations telles que le poulet de chair et encore plus le porc, d'avoir des capacités de refroidissement des bâtiments afin d'assurer le bien-être, la croissance mais surtout éviter les risques de surmortalité de ces animaux. En effet, principalement en Famenne et en région jurassique, le risque de mortalité par stress thermique va dépasser les 10 jours à court terme et 20 jours à moyen terme pour le porc et environ deux fois moins pour le poulet de chair. Les poules pondeuses auront quant à elles à l'extérieur de légers risques de mortalité (5 à 6 jours par an en moyenne dans la région jurassique) sous +3 °C (voir annexe pour plus de détails sur les graphiques).

Historique

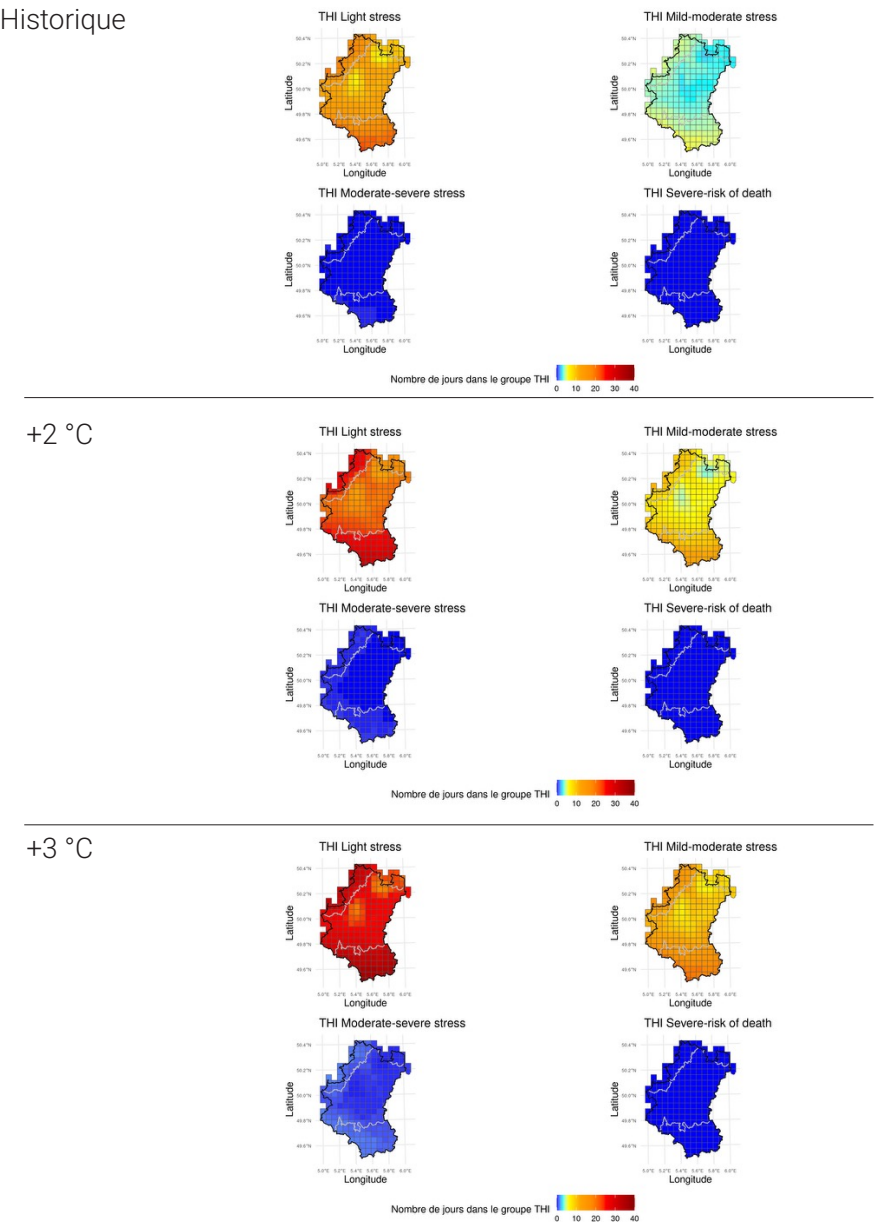


Figure 7 – Nombre de jours moyen par an dans les différentes catégories de stress thermique pour les ruminants. Le graphique supérieur correspond à la période historique (1980–2010), la figure du milieu à un réchauffement global de +2 °C (futur proche), la figure du dessous à un niveau de réchauffement global de +3 °C.



CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Les changements climatiques vont avoir des impacts conséquents sur les productions agricoles de la province de Luxembourg. De manière générale, la région jurassique suivie de la Famenne seront les plus vulnérables aux changements climatiques de par la nature de leurs sols et de leurs microclimats. La zone herbagère et l'Ardenne, du fait de leurs plus hautes altitudes pourront bénéficier de certains effets bénéfiques du réchauffement climatique et ce qui pourra augmenter le niveau de rendement de certaines cultures, telles que le maïs et l'herbe.

Certaines cultures fort risquées auparavant à cause des hivers trop rudes pourraient désormais être envisagées, telle que le pois d'hiver. Toutefois, il ne faut pas perdre de vue que le réchauffement climatique va engendrer des années très contrastées (aussi bien très humides à l'image de 2024 que très sèches à l'image de 2022), Les risques de gel ne disparaissent par ailleurs pas totalement. Les agriculteurs devront donc être résilients. Puisque les cultures ne réagissent pas de la même façon aux mêmes conditions climatiques, avoir un assolement diversifié est un levier important pour garantir une stabilité et donc une durabilité. Le carbone dans le sol est un deuxième élément qui permet de diminuer la vulnérabilité grâce à la capacité de celui-ci à retenir l'eau et à améliorer la structure du sol.

Concernant la production d'herbe, celle-ci aura tendance à augmenter sur l'année mais sera caractérisée par des disparités saisonnières importantes. Elle aura tendance à chuter (et certaines années de manière drastique) sur la période estivale. La gestion du fourrage devra être réfléchi différemment au sein de l'année (avec affouragement probable certains étés) mais aussi entre années (productions de fourrage très élevées certaines années suivies de productions plus faibles).

Enfin, il sera primordial de mettre en place des mesures afin de garantir un bien-être animal et éviter les stress thermiques. Pour les animaux pâturant, il sera primordial d'aménager (ou de préserver) les points d'eau et les zones d'ombrage naturelles (grâce à la présence d'arbres et de haies) en prairies. Enfin, nous rappelons que les études de bien-être animal sont menées sur des variables climatiques simulées en condition de plein air. Les conditions d'élevage en bâtiment ne font pas l'objet de ce rapport, tant la diversité des

situations et des mécanismes de régulation sont importants. Ce rapport vise à fournir des indicateurs pour anticiper l'exposition des animaux aux risques futurs.

Enfin, nous voulons rappeler que ces résultats, qui ont été réalisés sur base de la modélisation, se concentrent sur certaines facettes de la vulnérabilité de l'agriculture face aux changements climatiques. En effet d'autres effets, tels que le risque d'érosion (l'érosivité des pluies risque d'augmenter de 5 à 15 % en +2 °C), les pressions des bioagresseurs en grandes cultures (tels que le puceron) ou encore le risque de maladie transmise par des vecteurs tels que la langue bleue, sont tous des effets des changements climatiques qui n'ont pas été pris en considération dans cette étude mais qui impacteront l'agriculture et qui demanderont des adaptations.

BIBLIOGRAPHIE

- Atkins, I.K., Choi, C., & Holmes, B. (2015). Dairy Cooling : The Benefits and Strategies.
- Beaudoin, N., Lecharpentier, P., Ripoche, D., Strullu, L., Mary, B., et al.. Stics Soil Crop Model. Conceptual Framework, Equations and Uses. *Editions Quae*, 516 p., 2023, 978-2-7592-3678-7. <https://hal.inrae.fr/hal-04456696v1>
- Collier, Robert & Hall, Laun & Rungruang, Supapit & Zimbelman, Rosemarie. (2012). Quantifying Heat Stress and Its Impact on Metabolism and Performance. Proc. Florida Ruminant Nutrition Symp.
- Graillet, J.-F. et al. 2025: Inclusion of the ECMWF ecRad radiation scheme (v1.5.0) in the MAR (v3.14), regional evaluation for Belgium, and assessment of surface shortwave spectral fluxes at Uccle, Geosci. Model Dev., 18, 1965–1988, <https://doi.org/10.5194/gmd-18-1965-2025.2025>.
- Kokah, E.U., Knoden, D., Lambert, R., Himdi, H., Dumont, B., Bindelle, J., 2023. Modeling the daily dynamics of grass growth of several species according to their functional type, based on soil water and nitrogen dynamics: Gras-Sim model definition, parametrization and evaluation. Journal of Agriculture and Food Research 14, 100875. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2023.100875>
- Lacroix, C., Bindelle, J., Harchies, M., Dumont, B. (2025a). Risques climatiques en Wallonie. Indicateurs de rendements des grandes cultures face aux changements climatiques. Service Public de Wallonie (SPW) - Agence Wallonne de l'Air et du Climat (AWAC).
- Lacroix, C., Bindelle, J., Harchies, M., Dumont, B. (2025b). Risques climatiques en Wallonie. Indicateurs de stress thermique dans l'élevage face aux changements climatiques. Service Public de Wallonie (SPW) - Agence Wallonne de l'Air et du Climat (AWAC)

Lallo, C.H.O., Cohen, J., Rankine, D., Taylor, M., Cambell, J., Stephenson, T. (2018). Characterizing heat stress on livestock using the temperature humidity index (THI)—prospects for a warmer Caribbean. *Reg. Environ. Change* 18, 2329–2340. <https://doi.org/10.1007/s10113-018-1359-x>

Mader, T. L., Davis, M. S., Brown-Brandl T., Environmental factors influencing heat stress in feedlot cattle, (2006). *Journal of Animal Science* 84, 712–719. <https://doi.org/10.2527/2006.843712x>

Roland L, Drillich M, Klein-Jöbstl D, Iwersen M. Invited review: Influence of climatic conditions on the development, performance, and health of calves. *J Dairy Sci.* (2016) 99:2438–52. doi: 10.3168/jds.2015-9901

Thornton P, Nelson G, Mayberry D, Herrero M. Increases in extreme heat stress in domesticated livestock species during the twenty-first century. *Glob Chang Biol.* 2021 Nov;27(22):5762-5772. doi: 10.1111/gcb





3.4. IMPACTS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES SUR LA SANTÉ EN PROVINCE DE LUXEMBOURG

HAUTE ÉCOLE ROBERT
SCHU  **AN**

 **LIÈGE**
université

**hénéa
ilux**
HAUTE ÉCOLE DE
NAMUR-LIÈGE-LUXEMBOURG

INTRODUCTION

Les changements climatiques représentent une rupture sans précédent qui influence la morbidité et la mortalité humaine à l'échelle mondiale, marquant la fin d'une stabilité environnementale séculaire (Hosten, 2024). Ce dérèglement déstabilise les systèmes planétaires et les conditions environnementales dont dépend directement notre survie (Romanello et al., 2025).

L'exposition à la chaleur extrême constitue la menace sanitaire la plus directe et la plus grave, particulièrement en Europe, où elle est à l'origine de la plus grande charge de morbidité liée au climat (Van de Vel et al., 2021). Les vagues de chaleur, dont la fréquence et l'intensité augmentent de façon record, provoquent des milliers de décès prématurés chaque année, tout en exacerbant les maladies cardiovasculaires, respiratoires et rénales (Cerac et al., 2025a ; Romanello et al., 2025). Les populations les plus fragiles, notamment les nourrissons de moins d'un an et les adultes de plus de 65 ans, sont exposés à un nombre de jours de stress thermique sans précédent, dépassant largement les capacités de thermorégulation de leur organisme (Harchies, 2025).

Des événements météorologiques extrêmes tels que les inondations et les précipitations intenses engendrent des risques immédiats de blessures et de mortalité, tout en détériorant durablement les conditions de vie (Cerac et al., 2025a ; Harchies, 2025 ; Hosten, 2025). Ces catastrophes ont des répercussions majeures sur la santé mentale, provoquant des troubles de stress post-traumatique, de l'anxiété et de la dépression, alors que l'incertitude face au futur nourrit une « éco-anxiété » croissante chez les jeunes (de Bouver, 2024 ; Le Goff, 2022).

Les changements climatiques modifient également les équilibres écologiques, favorisant la propagation de maladies infectieuses sensibles au climat. En Belgique et en Europe, l'aire de répartition des vecteurs comme les tiques et les moustiques s'étend, augmentant le risque de transmission de la maladie de Lyme ou de maladies exotiques comme la dengue et le virus du Nil occidental (Van de Vel, 2021). La sûreté alimentaire est aussi menacée par la prolifération de bactéries et de moisissures productrices de toxines dans la chaîne d'approvisionnement, tandis que la hausse du CO₂ et

des températures prolonge les saisons polliniques, aggravant les allergies et l'asthme (Cerac et al., 2025a ; Harchies, 2025 ; Hosten, 2025).

Ces impacts sanitaires exacerbent les fragilités socio-économiques préexistantes (Hosten, 2024). Les populations précaires sont souvent plus exposées aux îlots de chaleur urbains et aux zones inondables, tout en disposant de moins de ressources pour protéger leur logement ou accéder aux soins (Cerac et al., 2025a). Enfin, le système de soins de santé lui-même est mis sous tension : les infrastructures hospitalières sont physiquement vulnérables aux aléas climatiques et le personnel soignant fait face à une surcharge de travail critique lors des crises, menaçant la continuité et la qualité des soins pour tous (Harchies, 2025 ; Romanello, 2025).

En province de Luxembourg, l'impact sanitaire des changements climatiques se caractérise par des vulnérabilités géographiques et structurelles spécifiques, principalement liées à son caractère rural, ses vastes forêts et la configuration de ses bassins hydrographiques. Elle est également caractérisée par une population vieillissante et souvent isolée, particulièrement vulnérable aux impacts en cascade qui menacent la santé publique et la cohésion sociale (Cerac et al., 2025a ; Paternostre et al., 2025). Ce contexte justifie la réalisation d'un recueil structuré de contributions institutionnelles :

- la Haute École Robert Schuman, qui analyse l'impact des changements climatiques sur les systèmes cardiaque et respiratoire ainsi que le concept d'éco-anxiété ;
- l'Université de Liège, qui étudie les répercussions sur l'alimentation ;
- la Haute École Namur-Liège-Luxembourg, qui examine les risques liés aux inondations, aux incendies, aux maladies vectorielles, ainsi que le manque de préparation des professionnels de la santé.

Ce document constitue donc un recueil de ces trois ensembles de travaux, réunis pour offrir une vision intégrée des enjeux sanitaires climatiques en province de Luxembourg.



ÉVÉNEMENTS MÉTÉOROLOGIQUES
EXTRÊMES, TRAUMATISMES ET
MORTALITÉ :
UNE ANALYSE DES RISQUES
ÉMERGENTS

INFLUENCE DU RÉCHAUFFEMENT
CLIMATIQUE SUR LA DYNAMIQUE
DES MALADIES VECTORIELLES
EN PROVINCE DE LUXEMBOURG

MANQUE DE CONNAISSANCES DU
PERSONNEL INFIRMIER FACE
AUX DÉFIS CLIMATIQUES

Bénédicte Duchêne est Maître-Assistante à la Haute École Namur-Liège-Luxembourg (Henallux). Passionnée par les enjeux de développement durable, elle participe activement au consortium chargé de concevoir et d'organiser le certificat en soins de santé durables : agir pour transformer coordonné par l'UCL.



Bénédicte DUCHÊNE
Maître Assistante, Domaine Santé

Thierno Diallo est professeur agrégé à la Faculté des sciences infirmières de l'Université Laval. Ses d'intérêts d'enseignement et de recherche portent principalement sur les changements climatiques et la santé, les approches intersectorielles en faveur de la santé et la santé urbaine. Il fait partie du comité éditorial du journal Global Health Promotion et de la rubrique Santé-environnement de la Revue Médicale Suisse.



Pr Thierno DIALLO,
Professeur agrégé, Faculté des sciences infirmières, Université Laval



Jean-Christophe Servotte est Docteur en Sciences de la Santé Publique et responsable de la recherche en santé au sein de la Haute École Namur-Liège-Luxembourg. Il coordonne des projets axés sur la préparation des infirmiers face aux impacts sanitaires des changements climatiques.

Jean-Christophe SERVOTTE
Responsable recherche Domaine de la Santé



Laura Hocq est infirmière diplômée et titulaire d'un master en Sciences infirmières de la Haute École Namur-Liège-Luxembourg. Son mémoire de master, axé sur la santé environnementale, a été récompensé par un HERA Award – Sustainable Health en 2025. Elle occupe actuellement le poste d'expert clinique au Centre Hospitalier Émile-Mayrisch, au Luxembourg.

Laura HOCQ,
Expert clinique, Centre Hospitalier Émile-Mayrisch, Luxembourg

ÉVÉNEMENTS MÉTÉOROLOGIQUES EXTRÊMES, TRAUMATISMES ET MORTALITÉ : UNE ANALYSE DES RISQUES ÉMERGENTS

Auteurs : Jean-Christophe SERVOTTE, Bénédicte DUCHÊNE, Thierno DIALLO

Les changements climatiques se manifestent par davantage d'événements météorologiques extrêmes, exposant directement les populations à des blessures graves, parfois mortelles. Ces risques se manifestent de manière différenciée selon les territoires, en fonction de leur géographie, de leur densité de population et de leur niveau de préparation.

La province de Luxembourg, vaste, rurale et fortement boisée, se distingue par une vulnérabilité particulière aux aléas climatiques. Cet article propose d'examiner ces enjeux afin de mieux saisir l'ampleur des risques et les leviers d'action possibles.

Stress thermique et mortalité accrue

La chaleur extrême représente l'effet le plus documenté des changements climatiques sur la mortalité humaine (Cerac et al., 2025a ; Romanello et al., 2025). L'exposition aux vagues de chaleur touche de manière disproportionnée les populations les plus vulnérables. En 2024, les nourrissons de moins d'un an et les adultes de plus de 65 ans ont subi une exposition aux vagues de chaleur supérieure de respectivement 389 % et 304 % par rapport à la période 1986–2005.

En Belgique, la mortalité directement attribuable aux températures extrêmes lors d'étés particulièrement chauds, comme en 2020, est estimée entre 1 500 et 1 800 décès supplémentaires (Van de Vel et al., 2021). Un excès annuel de plus de 1 000 décès pourrait survenir même dans les scénarios climatiques les plus modérés (Cerac et al., 2025a). La province de Luxembourg, notamment la Lorraine belge, est une zone à risque élevé en raison de la combinaison d'un vieillissement démographique marqué, d'un habitat dispersé et d'un isolement social accru (Harchies, 2025). À moyen terme, la province de Luxembourg pourrait connaître une augmentation disproportionnée de la mortalité lors des vagues de chaleur (Harchies, 2025).

Inondations : traumatismes, noyades et mortalité directe

Les inondations constituent un autre phénomène extrême. Les projections indiquent qu'avec un réchauffement global de +3 °C, les précipitations extrêmes pourraient devenir trois fois plus fréquentes en Belgique (Paternostre et al., 2025). Cette intensification du cycle hydrologique accroît le risque de crues soudaines, de débordements de cours d'eau et de coulées de boue (Romanello et al., 2025 ; Van de Vel et al., 2021).

La province de Luxembourg possède plusieurs bassins hydrographiques, notamment la Semois, la Chiers et la Sûre, particulièrement vulnérables (Harchies, 2025). Les inondations de juillet 2021 ont provoqué 39 décès et 100 000 sinistrés à l'échelle nationale (Cerac et al., 2025a). Outre les noyades, traumatismes crâniens, fractures..., les conséquences psychologiques sont indéniables. Ainsi, 28 % des personnes sinistrées en 2021 présentaient des symptômes compatibles avec un trouble de stress post-traumatique (Zenker et al., 2024).

Un réchauffement de +4 °C devrait engendrer le déplacement de 23 000 à 43 000 personnes chaque année en Belgique en raison des inondations, avec un accroissement des blessures et des décès (Cerac et al., 2025a).

Feux de forêt : un risque émergent aux effets sanitaires multiples

Moins exposée aux incendies de forêt que d'autres régions européennes, la Belgique connaît une augmentation notable de ce risque (Harchies et al., 2025 ; Romanello et al., 2025). Les incendies de végétation entraînent des blessures directes (brûlures, intoxications, accidents lors des évacuations), mais leurs effets les plus meurtriers proviennent souvent des fumées via l'émission de particules fines. En 2024, la pollution atmosphérique liée aux feux de forêt a été associée à 154 000 décès dans le monde (Romanello et al., 2025).

En Wallonie, 34 % des ménages résident à proximité d'une zone à risque d'incendie, un chiffre particulièrement préoccupant pour la province de Luxembourg, au vu de sa densité forestière (Harchies et al., 2025). Les infrastructures critiques sont également exposées : 26 % du réseau aérien de transport d'électricité se situe dans des zones classées d'aléa moyen à

élevé, augmentant le risque de coupures d'énergie, avec des conséquences potentiellement graves pour les personnes dépendantes d'équipements médicaux (Cerac et al., 2025a).

Accessibilité aux soins : un facteur aggravant des décès évitables

La province de Luxembourg présente des vulnérabilités structurelles qui amplifient les impacts sanitaires des phénomènes extrêmes. Les distances importantes entre les habitations et les établissements de soins, combinées à une densité médicale plus faible que dans d'autres régions, limitent la rapidité de prise en charge des blessés. (Harchies et al., 2025). Bien que l'on ne dispose pas du pourcentage exact de la population concernée, la province de Luxembourg est une zone de vulnérabilité critique. Elle dépasse l'estimation des 3 % du territoire wallon où les secours mettraient plus de 20 minutes à intervenir en cas d'inondation du réseau routier, ce seuil étant critique pour les traumatismes graves (Harchies et al., 2025). Seul le secteur Arlon-Aubange n'est pas exposé à ce risque. La pénurie structurelle de personnel soignant, exacerbée lors des crises climatiques, constitue un facteur aggravant. Les épisodes de canicule, les épidémies ou les catastrophes naturelles entraînent une surcharge des services d'urgence, compromettant la qualité des soins et augmentant la mortalité évitable (Van de Vel et al., 2021).

Conclusion

À l'horizon 2030–2040, les blessures directes et les décès liés aux phénomènes extrêmes devraient augmenter de manière significative en Belgique, avec une intensité particulière en province de Luxembourg. Les vagues de chaleur, les inondations, les incendies de végétation et les difficultés d'accès aux soins constituent des risques interconnectés qui menacent la santé publique.

INFLUENCE DU RÉCHAUFFEMENT CLIMATIQUE SUR LA DYNAMIQUE DES MALADIES VECTORIELLES EN PROVINCE DE LUXEMBOURG

Auteurs : Bénédicte DUCHÊNE, Jean-Christophe SERVOTTE, Thierno DIALLO

Contexte général : un risque vectoriel en expansion sous l'effet du changement climatique

Les changements climatiques modifient la répartition et l'activité des vecteurs invertébrés en Europe (Cerac et al., 2025b; ECDC, 2010). Le réchauffement global, en altérant les conditions écologiques, rend de nombreuses zones plus propices à la survie et à la prolifération de divers agents pathogènes (Van de Vel et al., 2021). Globalement, le potentiel de transmission de maladies graves comme la dengue a augmenté de près de 50 % pour certaines espèces de moustiques depuis les années 1950 (Hosten, 2024). En Europe, la vulnérabilité aux maladies infectieuses sensibles au climat s'intensifie, notamment pour le virus du Nil occidental, dont le risque a bondi de 256 % entre 1951 et 2022 (Romanello et al., 2025).

Les tiques : un risque majeur et croissant pour la province de Luxembourg

En Belgique, les maladies transmises par les tiques, en particulier la maladie de Lyme, représentent actuellement la charge la plus lourde en matière de maladies transmises par des vecteurs (Van de Vel et al., 2021). La province de Luxembourg, avec ses massifs forestiers de l'Ardenne et de la Gaume, constitue un habitat de prédilection pour les tiques. L'indice d'adéquation de l'habitat identifie clairement le sud de la Wallonie comme une zone à très haute réceptivité pour ces vecteurs (Harchies, 2025).

Le réchauffement climatique, marqué par des hivers plus doux et des printemps plus précoces, prolonge la période d'activité annuelle des tiques et accroît leur survie hivernale. Dès lors, la saison d'activité des tiques augmente l'exposition aux maladies comme la maladie de Lyme. Les travailleurs et promeneurs dans les zones forestières de la province de Luxembourg sont particulièrement exposés (Cerac et al., 2025a). Ainsi, plusieurs cas d'encéphalite à tiques ont été signalés depuis 2018 (Cerac et al., 2025b ; Van de Vel et al., 2021).

Moustiques exotiques et maladies émergentes : un risque en progression

De vastes zones du pays deviendront climatiquement favorables à l'implantation du moustique tigre, vecteur de la dengue, du chikungunya et du zika, d'ici le milieu du siècle (Cerac et al., 2025b). Le potentiel de transmission de la dengue a augmenté globalement de 48,5 % entre 1951 et 2024 (Romanello et al., 2025). En Belgique, les îlots de chaleur urbains et la stagnation des eaux pluviales facilitent son implantation dans les centres habités. L'apparition des premiers foyers locaux est attendue dans les prochaines années (Cerac et al., 2025a).

Le virus du Nil occidental, transmis par le moustique commun, gagne du terrain en Europe. La hausse des températures accélère le développement du virus chez l'insecte, augmentant ainsi le risque d'épidémies locales, comme observé en France et en Allemagne (Cerac et al., 2025b; Hosten, 2024).

Horizon 5–10 ans : une intensification des risques infectieux

Entre 5 et 10 ans, la complexité des risques augmente, avec une intensification des menaces infectieuses. Le risque est classé « catastrophique » dans le rapport Cerac et nécessite des actions urgentes. L'émergence est amplifiée par la fragmentation des habitats, l'expansion agricole et l'urbanisation, favorisant le contact interspèces (Cerac et al., 2025b; Carlson et al., 2025).

MANQUE DE CONNAISSANCES DU PERSONNEL INFIRMIER FACE AUX DÉFIS CLIMATIQUES

Auteurs : Laura HOCQ., Jean-Christophe SERVOTTE, Bénédicte DUCHÊNE, Thierno DIALLO

La problématique du manque de connaissances du personnel infirmier face aux défis climatiques révèle un décalage critique entre le rôle pivot de cette profession et sa préparation réelle sur le terrain (Hocq, 2024). Bien que les infirmiers soient les professionnels de santé les plus nombreux et bénéficient d'une confiance élevée de la population, ils se retrouvent souvent démunis face aux impacts sanitaires des changements climatiques.

Un potentiel d'action freiné par une méconnaissance systémique

Les infirmiers occupent une position stratégique pour l'observation des impacts environnementaux et l'éducation à la santé. Pourtant, la majorité des infirmiers wallons admet avoir peu ou pas de connaissances spécifiques sur le lien entre climat et santé. Leurs savoirs actuels sont souvent fragmentés et superficiels, car ils reposent principalement sur les médias généralistes ou des observations empiriques non structurées plutôt que sur une formation académique ou professionnelle solide.

Lacunes conceptuelles et confusions cliniques

Les infirmiers wallons, notamment ceux de la province de Luxembourg, présentent des lacunes dans plusieurs domaines clés de la santé environnementale. Le manque de connaissances de ces professionnels de la santé au sujet des maladies vectorielles, telles que la maladie de Lyme, est frappant. Ainsi, ils ne possèdent pas une vision globale de l'extension de l'aire de répartition des vecteurs comme les tiques ou les moustiques.

Un biais majeur concerne la confusion systématique entre changements climatiques et pollution atmosphérique. Les infirmiers attribuent souvent l'augmentation des pathologies respiratoires uniquement à la pollution urbaine locale, sans percevoir comment le réchauffement global exacerbe ces affections.

De plus, même si le stress lié aux catastrophes, comme les inondations de 2021, est reconnu, la notion d'éco-anxiété commence seulement à émerger. Certains infirmiers en font l'expérience eux-mêmes, mais peu savent comment accompagner cette détresse chez leurs patients.

Les barrières structurelles à l'acquisition de connaissances

L'absence de maîtrise de ces enjeux est le résultat de plusieurs obstacles identifiés par les soignants :

- déficit de formation initiale et continue : les programmes actuels de formation n'intègrent pas de modules spécifiques relatifs aux impacts sanitaires des changements climatiques ;
- absence de priorité institutionnelle : la problématique ne serait pas perçue comme une priorité organisationnelle et institutionnelle, laissant les soignants absorbés par des problématiques jugées plus immédiates ;
- inégalité d'accès à l'information : certains professionnels mettent en exergue un accès restreint aux ressources scientifiques et bases de données spécialisées par rapport au corps médical, freinant leur montée en expertise.

Une dissociation entre conscience et pratique

Il existe la dissociation entre la reconnaissance théorique du problème et l'adaptation des soins. Même les infirmiers conscients des changements climatiques n'intègrent pas de stratégies spécifiques dans leur routine, par exemple des protocoles de gestion du stress thermique au-delà de la simple hydratation ou la surveillance des allergies. La plupart des professionnels réclament des outils éducatifs, des protocoles clairs et un soutien des autorités de santé publique.

Discussion

En Belgique, il existe peu de recherches portant sur les connaissances des professionnels de la santé concernant les impacts sanitaires des changements climatiques. Au niveau international, les données sont identiques pour les autres professionnels de la santé (médecins, kinésithérapeutes...). Leur compréhension demeure souvent limitée à des phénomènes immédiats et locaux, tels que les variations saisonnières ou les événements météorologiques extrêmes. Ces professionnels insistent sur la nécessité d'intégrer ces enjeux dans les cursus. Ils identifient également des lacunes structurelles, notamment le manque de ressources technologiques et de systèmes de surveillance, qui limitent leur capacité à répondre efficacement aux problèmes de santé liés au changement climatique.

RÉFÉRENCES

Carlson, C. J., Brookson, C. B., Becker, D. J., et al. (2025). Pathogens and planetary change. *Nature Reviews Biodiversity*, 1(1).

Cerac, ICEDD, VITO, Ramboll, Möbius & University of Liège. (2025a). Belgian Climate Risk Assessment. Cerac, Brussels.

Cerac, ICEDD, VITO, Ramboll, Möbius & University of Liège. (2025b). Climat et Santé en Belgique: Risques et Adaptation. Document d'Information à l'Intention des Décideurs Politiques.

De Bouver, E., Dufrasne, M., & Compère, A. (2024). Accompagner et penser les 'éco-anxiétés'. Du sentiment d'impuissance à l'émancipation. *Etudes*. https://ecotopie.be/wp-content/uploads/2024/10/202410_P_Ecoanxie_%CC%81te_%CC%81Impuissance_FINAL.pdf

Harchies, M. (2025). Risques climatiques en Wallonie. Rapport final de l'étude de vulnérabilité et d'adaptation de la Wallonie. Service Public de Wallonie (SPW) - Agence Wallonne de l'Air et du Climat (AWAC).

Hocq, L. (2024). Comment, en région wallonne, les infirmier.e.s de première ligne perçoivent-ils/elles leurs connaissances concernant les effets des changements climatiques sur la santé, dans le cadre de leur pratique professionnelle? (Mémoire de master, Haute Ecole de Namur-Liège-Luxembourg).

Hosten, E. (2024). Impacts sanitaires du changement climatique et perspectives d'adaptation systémique : pistes de réflexion à destination du médecin généraliste. *Revue Médicale de Bruxelles*, 45.

Le Goff, J. (2025). Politiser l'éco-anxiété. Ed. du Détour.

European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC). (2010). Climate change and communicable diseases in the EU Member States: Handbook for national vulnerability, impact and adaptation assessments. Publications Office of the European Union

Paternostre, P., Tomasetti, C., Marbaix, P., & van Ypersele, J.-P. (2025). Vulnérabilité, risques et adaptation face aux changements climatiques : Éléments clés de l'étude pour la Wallonie (Lettre N°39). Plateforme wallonne pour le GIEC.

Romanello, M., Walawender, M., Hsu, S.-C., Moskeland, A., Palmeiro-Silva, Y., Scamman, D., Smallcombe, J. W., Abdullah, S., Ades, M., Al-Maruf, A., Ameli, N., Angelova, D., Ayeb-Karlsson, S., Ballester, J., Basagaña, X., Bechara, H., Beggs, P. J., Cai, W., Campbell-Lendrum, D., ... Costello, A. (2025). The 2025 report of the Lancet Countdown on health and climate change : Climate change action offers a lifeline. *The Lancet*, 406(10521), 2804-2857. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(25\)01919-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(25)01919-1)

Van de Vel, K., Vandenberghe, D., Bruffaerts, N., De Clercq, E., De Ridder, K., Devleeschauwer, B., Koppen, G., Vanuytrecht, E., & Willen, P. (2021). Impacts des changements climatiques sur le système des soins de santé en Belgique. VITO.

Zenker, M.-L., Bubeck, P., & Thieken, A. H. (2024). Always on My Mind : Indications of Post-Traumatic Stress Disorder Among Those Affected by the 2021 Flood Event in the Ahr Valley, Germany. Risk Assessment, Mitigation and Adaptation Strategies, Socioeconomic and Management Aspects. <https://doi.org/10.5194/egusphere-2024-725>

IMPACT DES CHANGEMENTS
CLIMATIQUES SUR LES
PATHOLOGIES CARDIO-
RESPIRATOIRES EN PROVINCE
DE LUXEMBOURG

CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET
ÉCO-ANXIÉTÉ

Elisa Baudoux est diplômée en philosophie générale et en islamologie à l'ULB ainsi qu'en Nouvelles Pratiques Philosophiques à l'Ulg. Ses champs de recherche sont essentiellement l'histoire philosophique des relations de l'être humain avec son environnement. Elle est également formatrice à l'animation d'ateliers philo.



Elisa BAUDOUX, Chargée de soutien et du développement de la formation continue et de la recherche au Centre de Recherche et de Formation Continue Ressort à la HERS



François De Bruycker est responsable paramédical au sein du groupe hospitalier Vivalia à l'hôpital de Libramont. Kinésithérapeute de formation, titulaire d'une licence en Éducation Physique et d'une licence en Kinésithérapie et Réadaptation (UCL), il a exercé de nombreuses années dans le service de revalidation respiratoire de l'établissement. Il est également maître assistant à la Haute École Robert Schuman, où il enseigne notamment la revalidation respiratoire et la physiologie à l'effort.

François DE BRUYCKER, Licencié en kinésithérapie et réadaptation, Maître-Assistant HERS

Denis Jacquemin est licencié en kinésithérapie et réadaptation (ULB) et Doctorant en Sciences de la Motricité (ULiège). Il est coordinateur de la section kinésithérapie au sein de la Haute Ecole Robert Schuman, enseignant dans les domaines de l'évaluation de l'appareil musculo-squelettique, chercheur et clinicien. Il est également administrateur de la Société Scientifique Francophone de Kinésithérapie (SSFK).



Denis JACQUMIN, Licencié en kinésithérapie et réadaptation, PhD Candidate Sciences de la motricité, Maître-Assistant HERS



François Tubez est Docteur en Sciences de la Motricité (ULiège), chargé de cours en kinésithérapie à la Haute École Robert Schuman de Libramont. Il allie son activité d'enseignement à des travaux de recherche en santé et à une pratique clinique de kinésithérapeute. Il enseigne notamment dans les domaines de la biomécanique et de la physiologie à l'effort.

François TUBEZ
PhD Sciences de la motricité, kinésithérapeute,
Chargé de cours HERS

Gauthier Dorban est PhD en Sciences biomédicales et pharmaceutiques et chargé de cours au sein de la section kinésithérapie de la Haute Ecole Robert Schuman. Il est en charge de plusieurs cours liés à la recherche allant de l'éthique aux statistiques. Il est également chercheur au sein du département Santé.

Gauthier DORBAN
PhD Sciences biomédicales et pharmaceutiques,
Chargé de cours HERS

Catherine Staudt est PhD en Sciences biomédicales et pharmaceutiques. Elle est chargée de cours au sein de la Haute Ecole Robert Schuman avec des matières liées à la chimie, la nutrition et la pharmacologie dans la filière kinésithérapie. Elle est également chercheuse sur le projet concernant l'intérêt de l'activité physique chez des patients atteints de cancer.

Catherine STAUDT
PhD Sciences biomédicales et pharmaceutiques,
Chargée de cours HERS

Astrid Van Belle est PhD en Sciences biomédicales et pharmaceutiques. Elle est chargée de cours à la Haute Ecole Robert Schuman dans le cursus en kinésithérapie et en soins infirmiers. Elle est en charge d'une recherche en collaboration avec Vivalia traitant de l'intérêt de l'activité physique initiée aux prémices du traitement de chimiothérapie en hôpital de jour chez des patients atteints de cancer.

Astrid VAN BELLE
PhD Sciences biomédicales et pharmaceutiques,
Chargée de cours HERS

IMPACT DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES SUR LES PATHOLOGIES CARDIO-RESPIRATOIRES EN PROVINCE DE LUXEMBOURG

Auteurs : François DE BRUYCKER, Gauthier DORBAN, Denis JACQUEMIN, Catherine STAUDT, François TUBEZ, Astrid VAN BELLE

Les changements climatiques constituent aujourd'hui un facteur majeur influençant la santé humaine, en particulier dans les domaines cardiovasculaire et respiratoire. Les vagues de chaleur de plus en plus fréquentes, l'augmentation des polluants atmosphériques, les saisons polliniques modifiées et les événements climatiques extrêmes sont identifiés par l'IPCC Working Group II (1) et l'Agence européenne pour l'environnement (2) comme des déterminants clés de morbidité et de mortalité. Selon une méta-analyse récente, une augmentation d'1 °C de la température s'accompagne d'une élévation de 2,1 % de la mortalité cardiovasculaire (3). Sous un scénario de 3 °C de réchauffement à l'horizon 2100, la mortalité totale, toutes causes confondues, devrait augmenter d'environ 13,5 % par rapport à aujourd'hui en Europe (4). Les données européennes confirment que l'exposition conjointe à la chaleur et à la pollution intensifie encore les risques sanitaires (1, 2).

L'impact cardiovasculaire du réchauffement climatique repose sur plusieurs mécanismes. Lors des épisodes de chaleur, l'organisme active des processus de thermorégulation, incluant vasodilatation cutanée, augmentation de la fréquence cardiaque et redistribution du flux sanguin. Ces adaptations peuvent entraîner une déshydratation, une hausse de la viscosité sanguine et une activation de réponses inflammatoires et pro-thrombotiques, augmentant le risque d'événements aigus comme l'infarctus du myocarde et l'AVC (5–7). Les personnes souffrant d'insuffisance cardiaque, de troubles du rythme ou de coronaropathie sont particulièrement vulnérables. Les événements climatiques extrêmes (inondations, incendies,...) favorisent également un stress psychologique chronique, facteur reconnu de dégradation de la santé cardiovasculaire (6).

Le réchauffement climatique, bien que n'étant pas une cause directe de l'augmentation des particules fines, influence plusieurs processus physiques, chimiques et écologiques (incendies, sécheresse, formation d'aérosols secondaires, stagnation atmosphérique) qui conduisent à une

augmentation des concentrations de PM_{2.5} et PM₁₀ dans l'air¹. Les feux de forêt en constituent actuellement le mécanisme le plus important quantitativement (8–10). Ces particules fines favorisent l'inflammation systémique et le stress oxydatif, augmentant les effets de la chaleur (7, 11).

Sur le plan respiratoire, le changement climatique agit par plusieurs voies convergentes. Les polluants atmosphériques tels que les PM_{2.5}, PM₁₀ et l'ozone sont associés à une aggravation de l'asthme, de la bronchopneumopathie chronique obstructive (BPCO) et des infections respiratoires, augmentant les hospitalisations et la mortalité (11, 12). L'augmentation de la chaleur peut réduire l'efficacité ventilatoire, accentuer la sensation de dyspnée (difficulté respiratoire) et favoriser les décompensations respiratoires, en particulier chez les sujets fragiles (13). À l'inverse, le froid peut induire une diminution du volume bronchique, une hyperréactivité bronchique et une hausse des infections saisonnières (11, 14).

Avec le réchauffement climatique, les saisons polliniques deviennent plus longues et plus intenses, renforçant la fréquence des allergies respiratoires et de l'asthme allergique (1, 15). La province de Luxembourg, dotée d'une vaste couverture forestière et de nombreux espaces naturels, pourrait ainsi être davantage exposée à cette augmentation. Les incendies de forêt, de plus en plus fréquents en Europe (16), libèrent des particules irritantes susceptibles de provoquer des exacerbations sévères de maladies respiratoires (11).

Les effets du changement climatique ne touchent pas l'ensemble de la population de manière équivalente. Les personnes âgées, les patients souffrant déjà de pathologies cardiaques ou respiratoires, les enfants – particulièrement sensibles en raison de leur système respiratoire encore en maturation (17) – ainsi que les femmes enceintes constituent des groupes à risque. Les travailleurs en extérieur et les personnes vivant dans des logements mal isolés ou situés dans des zones exposées (axes routiers, sites industriels) présentent également une vulnérabilité accrue (6, 13, 18). Les inégalités sociales jouent un rôle majeur : les populations à

¹ *Particulate Matter ou particules en suspension dans l'air, classées par taille exprimée en micromètres. Les plus petites pénètrent plus profondément dans les poumons (jusqu'aux alvéoles), et restent plus longtemps en suspension, pouvant être transportées sur de longues distances, rendant les PM_{2.5} particulièrement dangereuses pour la santé respiratoire et cardiovasculaire.*

faible revenu cumulent souvent exposition élevée aux polluants, absence de climatisation et accès limité aux soins, amplifiant les effets sur leur santé (19). Le vieillissement de la population en Europe laisse penser à une hausse du nombre de personnes vulnérables dans les décennies à venir (20).

Le système de soins doit lui aussi s'adapter. Les vagues de chaleur, pics de pollution et événements extrêmes entraînent une augmentation des consultations, des hospitalisations et des besoins en soins intensifs, mettant sous pression les infrastructures sanitaires (21). Les professionnels de santé jouent un rôle clé : identification des patients vulnérables, adaptation des traitements lors des épisodes critiques, conseils en prévention (hydratation, évitement des polluants, gestion des efforts physiques). À l'échelle institutionnelle, des stratégies de santé publique sont nécessaires : systèmes d'alerte, surveillance épidémiologique, plans de prévention et organisation des soins en période de crise. La création en Belgique du Centre d'évaluation des risques climatiques et environnementaux (CERAC) témoigne d'une prise de conscience politique de l'importance de la résilience sanitaire (22).

En synthèse, les changements climatiques affectent déjà de manière significative la santé cardio-respiratoire. Les mécanismes physiopathologiques (chaleur, pollution, allergènes, stress psychologique) sont bien documentés et leurs impacts cliniques clairement observés : aggravations des maladies chroniques, hausse des hospitalisations et augmentation de la mortalité. Les populations vulnérables sont les plus touchées, soulignant l'urgence de développer des politiques de prévention, d'adaptation sanitaire et de réduction des inégalités.

LISTE DE RÉFÉRENCES

1. Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate Change 2022 : Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Internet]. Cambridge University Press; 2022. Disponible sur : <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/>
2. European Environment Agency. Climate change and health [Internet]. European Environment Agency; 2023. Disponible sur : <https://www.eea.europa.eu/en/topics/in-depth/climate-change-and-health>
3. Liu J, Varghese BM, Hansen A, Zhang Y, Driscoll T, Morgan G, et al. Heat exposure and cardiovascular health outcomes: a systematic review and meta-analysis. *The Lancet Planetary Health*. juin 2022;6(6):e484-95.
4. García-León D, Masselot P, Mistry MN, Gasparri A, Motta C, Feyen L, et al. Temperature-related mortality burden and projected change in 1368 European regions : a modelling study. *The Lancet Public Health*. sept 2024;9(9):e644-53.
5. Rajagopalan S, Perera FP, Baccarelli AA, Pope CA, Laumbach R, Woskie SR, et al. Cover Story | A New Threat to Cardiovascular Health: Climate Change, Extreme Weather and Wildfires. *Journal of the American College of Cardiology*. 2022;80(19):1799-812.
6. Lv T, Liu Q, Wang Y, Zhang P. Climate Change and Cardiovascular Health : Environmental Stressors, Mechanistic Insights, and Clinical Perspectives. *Rev Cardiovasc Med*. 23 oct 2025;26(10):40069.
7. European Environment Agency. Non-optimal temperatures, climate change and cardiovascular disease [Internet]. 2023. Disponible sur : <https://www.eea.europa.eu/publications/beating-cardiovascular-disease>
8. Lee HJ, Shin MY, Kim NR. Droughts and PM2.5 air pollution in California : the roles of wildfires. *Environment International*. août 2025;202:109678.
9. Lopes M, Monteiro A, Mouzourides P, Kouis P. The health burden of wildfire smoke in a changing climate: Exposure, risks, and strategies for mitigation. *Current Opinion in Environmental Science & Health*. août 2025;46:100631.
10. Feng X, Mickley LJ, Kaplan JO, Kelp M, Li Y, Liu T. Large role of anthropogenic climate change in driving smoke exposure across the western United States from 1992 to 2020.
11. European Environment Agency. Beating chronic respiratory disease – The role of Europe's environment [Internet]. 2023. Disponible sur : <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/beating-chronic-respiratory-disease>
12. Cohen AJ, Brauer M, Burnett R, Anderson HR, Frostad J, Estep K, et al. Estimates and 25-year trends of the global burden of disease attributable to ambient air pollution: an analysis of data from the Global Burden of Diseases Study 2015. *The Lancet*. mai 2017;389(10082):1907-18.
13. European Climate Adaptation Platform (Climate-ADAPT). Heat and Health – European Climate Adaptation Platform [Internet]. 2024. Disponible sur : <https://climate-adapt.eea.europa.eu/en/observatory/topics/health-impacts/heat-and-health>
14. Wang Z, Zhou Y, Luo M, Yang H, Xiao S, Huang X, et al. Association of diurnal temperature range with daily hospitalization for exacerbation of chronic respiratory diseases in 21 cities, China. *Respir Res*. déc 2020;21(1):251.
15. De Sario M, Katsouyanni K, Michelozzi P. Climate change, extreme weather events, air pollution and respiratory health in Europe. *Eur Respir J*. 11 janv 2013;42(3):826-43.
16. Miller J, Böhnisch A, Ludwig R, Brunner MI. Climate change impacts on regional fire weather in heterogeneous landscapes of central Europe. *Nat Hazards Earth Syst Sci*. 6 févr 2024;24(2):411-28.

17. Bignier C, Havet L, Brisoux M, Omeiche C, Misra S, Gonsard A, et al. Climate change and children's respiratory health. *Paediatric Respiratory Reviews*. mars 2025;53:64-73.
18. European Environment Agency. Unequal exposure and unequal impacts: social vulnerability to air pollution, noise and extreme temperatures in Europe [Internet]. Copenhagen: European Environment Agency ; 2018. Report No.: 978-92-9480-047-3. Disponible sur : <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/unequal-exposure-and-unequal-impacts>
19. Laurent É. Les inégalités environnementales en Europe. SES-ENS (Sciences économiques et sociales, site ENS Lyon) [Internet]. 16 avr 2021 ; Disponible sur : <https://ses.ens-lyon.fr/articles/les-inegalites-environnementales-en-europe>
20. European Environment Agency. The impacts of heat on health: surveillance and preparedness in Europe [Internet]. European Environment Agency ; 2024. Report No. : 978-92-9480-696-3. Disponible sur : <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/ff71efd2-ad3a-11ef-acb1-01aa75ed71a1>
21. World Health Organization, OMS/Europe. La crise climatique est une crise sanitaire, et la Région européenne est sur la sellette [Internet]. 2025. Disponible sur : <https://www.who.int/europe/fr/news/item/11-06-2025-the-climate-crisis-is-a-health-crisis-and-the-european-region-is-in-the-hot-seat>
22. CERAC, SPF Santé publique. Le CERAC contribuera à la résilience de la Belgique et de l'Europe [Internet]. 2024. Disponible sur : <https://www.health.belgium.be/fr/news/le-cerac-contribuera-la-resilience-de-la-belgique-et-de-leurope>

CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET ÉCO-ANXIÉTÉ

Auteure : Élisabeth BAUDOUX

Le concept d'éco-anxiété

Le vocable éco-anxiété est apparu relativement récemment dans les discours médiatiques, dans les milieux écologistes et dans la société en général. Il s'agit d'un néologisme formé du préfixe éco, qui renvoie à l'environnement, et d'une émotion particulière, l'anxiété.

Le dictionnaire Le Robert le définit comme une « Anxiété provoquée par les menaces environnementales qui pèsent sur notre planète » (Le Robert, s.d.). Plusieurs définitions scientifiques ont été proposées : par exemple, Gousse Lessard et Lebrun Paré décrivent l'éco-anxiété comme « un état de malaise psychologique et parfois physique de degré variable, caractérisé par l'appréhension d'une menace future associée à la catastrophe écologique, perçue comme incertaine, difficilement prévisible et peu contrôlable » (Gousse Lessard & Lebrun Paré, 2022).

Contrairement à ce que certaines perceptions populaires laissent entendre, l'éco-anxiété n'est, dans l'écrasante majorité des cas, pas en soi une pathologie. Elle renvoie plutôt à un ensemble de réactions émotionnelles légitimes face à une crise environnementale réelle : inquiétude, colère, tristesse, peur, impuissance ou encore espoir peuvent coexister et varier selon les contextes (de Bouver, 2024 ; Le Goff, 2022). Parmi les chercheurs qui travaillent sur ce phénomène, beaucoup estiment que ces émotions, lorsqu'elles sont modérées, peuvent être adaptatives et même motiver des comportements pro-environnementaux (cf. la littérature sur les éco-émotions et la psychologie du changement climatique).

Un enjeu essentiel soulevé par l'apparition du concept d'éco-anxiété est qu'il met une émotion particulière au centre du débat public, parfois au détriment de la reconnaissance de la diversité des « émotions climatiques ». Ce débat terminologique invite à réfléchir à l'usage du terme éco-anxiété plutôt qu'à celui d'un concept plus large d'éco-émotions qui rendrait mieux compte de la pluralité affective liée aux enjeux écologiques (Le Goff, 2022).

Enfin, intégrer les émotions climatiques dans le débat public et dans les pratiques éducatives peut être une opportunité pour mieux comprendre et valoriser leur rôle dans les processus d'apprentissage, la conscience collective et l'engagement sociétal. Cela contraste avec certaines approches pédagogiques traditionnelles qui perçoivent encore les émotions comme des perturbations à maîtriser plutôt que comme des ressources pour la compréhension et le développement.

Ce débat conceptuel a des conséquences concrètes lorsqu'on s'intéresse aux vécus des enfants et des jeunes, comme le montre l'étude exploratoire Éco-Émois.

Focus sur la situation de la jeunesse en Belgique francophone

L'étude exploratoire « Éco-Émois », menée en Belgique francophone par Bénédicte Mouton (ULB), a analysé les émotions des enfants et adolescents (6–18 ans) face aux enjeux climatiques à partir de plus de 1 300 questionnaires et entretiens (Mouton, 2025). Elle montre qu'environ 10 % des jeunes ressentent fréquemment une éco-anxiété marquée, ce qui représente 2 à 3 enfants par classe. Lorsque l'on élargit à l'ensemble des préoccupations environnementales, un tiers d'entre eux s'inquiète pour lui-même et ses proches, et près de 70 % s'inquiètent pour les générations futures, la nature et les populations plus vulnérables.

L'étude met en évidence un décalage entre la perception des jeunes et celle des parents : ces derniers estiment largement sous-évaluer l'éco-anxiété de leurs enfants. Elle montre aussi que ce phénomène s'inscrit dans un ensemble d'éco-émotions variées — peur, colère, tristesse, impuissance, mais aussi espoir et confiance — et qu'à des niveaux modérés, il peut être considéré comme une réaction adaptative ou une forme d'éco-sensibilité face à une crise sociétale plutôt qu'un dysfonctionnement personnel.

Enfin, l'éco-anxiété est liée à des impacts concrets (pensées répétitives, troubles du sommeil, difficultés de concentration), mais elle peut aussi être associée à un engagement pro-environnemental, bien que la pression sociale ou informationnelle puisse parfois générer une éco-fatigue ou une saturation mentale.

Que sait-on de l'éco-anxiété en milieu rural et plus particulièrement dans la province de Luxembourg ?

L'étude « Éco-Émois » a peu exploré spécifiquement les milieux ruraux, mais signale que les jeunes ayant des liens étroits avec la nature (potager, activités extérieures, familles d'agriculteurs) peuvent être plus sensibles aux émotions liées aux enjeux climatiques, ce qui peut inclure l'éco-anxiété (Mouton, 2025, p. 17, 29). Les professionnels interrogés évoquent une différence de rapport à la nature entre jeunes urbains et péri-urbains/ruraux, ces derniers étant parfois plus attentifs aux questions environnementales (Mouton, 2025, p. 29).

L'étude met aussi en évidence que l'expérience personnelle d'impacts climatiques négatifs (comme avoir été témoin d'inondations ou connaître quelqu'un de touché) est fortement associée à des niveaux plus élevés d'éco-anxiété et d'éco-émotions négatives, une tendance qui augmente avec l'âge et touche plus souvent les filles (Mouton, 2025, p. 47).

Actuellement, il n'existe pas de données spécifiques pour la province de Luxembourg ni de conclusions générales sur le lien entre ruralité et éco-anxiété à partir de données systématiques : les études internationales disponibles indiquent plutôt des variations contextuelles selon les environnements et les expériences vécues. Il serait intéressant, nous semble-t-il de développer une étude portant sur cette problématique au sein de la province.

Recommandations

Comme le souligne A. Heeren, bien que l'éco-anxiété prolongée puisse nuire à la santé mentale, la plupart des émotions associées sont de nature adaptative et peuvent orienter vers des comportements pro-environnementaux ou luttant contre le changement climatique (Heeren, 2024, p. 62). Il est important de ne pas pathologiser l'éco-anxiété, mais de la considérer comme un levier d'action individuel et comme un moyen d'impulser des changements sociétaux sur les plans environnemental et social.

La connotation négative et culpabilisante du terme éco-anxiété peut dissuader les adolescents de nommer et exprimer leurs émotions légitimes. Modifier le discours sociétal sur ce type d'inquiétude pourrait aider enfants

et jeunes à accepter ces ressentis, même s'ils sont inconfortables. L'étude « Éco-Émois » que nous avons citée note que 88 % des jeunes déclarent rarement ou jamais ressentir de peur face au climat, ce qui pourrait indiquer un phénomène de sur-adaptation potentiellement délétère à long terme (Mouton, 2025, p. 64).

Dans cette perspective, une acceptation sociale accrue des éco-émotions permettrait également de réduire l'écart entre les perceptions adultes de l'éco-anxiété chez les enfants et les adolescents, et les expériences émotionnelles telles qu'elles sont exprimées par les jeunes eux-mêmes. Cette reconnaissance gagnerait à s'appuyer sur une attention portée non pas à une seule forme d'anxiété, mais à l'ensemble des éco-émotions, afin de reconnaître la diversité des réactions face à la crise climatique (colère, peur, tristesse, espoir...). Élargir le vocabulaire au-delà du seul terme éco-anxiété refléterait ainsi plus fidèlement les vécus des jeunes et soutiendrait une expression émotionnelle plus authentique.

LISTE DE RÉFÉRENCES

De Bouver, E., Dufrasne, M. et Compère, A. (2024), « Accompagner et penser les 'éco-anxiétés'. Du sentiment d'impuissance à l'émancipation », dans « Etudes », publications d'Ecotopie – laboratoire d'écopédagogies. https://ecotopie.be/wp-content/uploads/2024/10/202410_P_Ecoanxie%CC%81te%CC%81Impuissance_FINAL.pdf

Gousse-Lessard, A., & Lebrun-Paré, F. (2022). Regards croisés sur le phénomène « d'écoanxiété » : perspectives psychologique, sociale et éducationnelle. Éducation Relative À L'Environnement, Volume 17-1. <https://doi.org/10.4000/ere.8159>

Fougier, E. (2021), Eco-anxiété : analyse d'une angoisse contemporaine. Fondation Jean Jaurès. Consulté en décembre 2025 sur <https://www.jean-jaures.org/publication/eco-anxiete-analyse-dune-angoisse-contemporaine/>

Heeren, A. (2024). Eco-anxiété, changement climatique et santé mentale. Enjeux cliniques et thérapeutiques, Carrefour des psychothérapies, DeBoek supérieur, Louvain-la-Neuve.

Le Goff, J. (2025). Politiser l'éco-anxiété. Ed. du Détour.

Le Robert. (s.d.). Éco anxiété. Consulté en décembre 2025, sur <https://dictionnaire.lerobert.com/definition/ecoanxiete>.

Meirieu, P. (2018). Educations et émotion(s). https://www.meirieu.com/ARTICLES/education_et_emotions.pdf

Mouton, B., Van Petegem, S. & DeSmet, A. (2025). Eco-Emois : Etude exploratoire sur l'éco-anxiété chez l'enfant et l'adolescent en Belgique francophone. Bruxelles, Fonds Houtman (ONE). https://www.fonds-houtman.be/files/uploads/2025/05/ECOEMOIS_RapportFinal_horsAnnexes.pdf





LIÈGE

université

QUEL SYSTÈME ALIMENTAIRE EN PROVINCE DE LUXEMBOURG DANS UN MONDE INSTABLE ET CLIMATIQUEMENT CONTRAINT ?

Pierre Ozer est géographe, professeur à l'Arlon Campus Environnement de l'Université de Liège. Spécialiste des risques environnementaux, climatiques et sanitaires, il travaille sur la gestion des risques et des catastrophes, l'adaptation au changement climatique, la culture du risque et la transition alimentaire.

Membre de l'Académie royale des Sciences d'Outre-Mer, il coordonne une formation internationale en gestion des risques et des catastrophes à l'ère de l'Anthropocène et est lauréat 2025 du Fonds Wernaers (FNRS) pour la recherche et la diffusion des connaissances.



Pr Pierre OZER
Professeur, UR SPHères, ULiège

QUEL SYSTÈME ALIMENTAIRE EN PROVINCE DE LUXEMBOURG DANS UN MONDE INSTABLE ET CLIMATIQUEMENT CONTRAINT ?

Dans un monde caractérisé par l'instabilité croissante, l'alimentation apparaît comme l'un des points de bascule majeurs. Elle concentre à la fois nos vulnérabilités les plus immédiates et nos interdépendances les plus profondes : sans système alimentaire robuste, aucun projet de société ne tient ; sans capacité collective à se nourrir de manière saine, juste et soutenable, les autres droits fondamentaux vacillent. (Martin et al., 2026)

Un système alimentaire peut être défini simplement comme « la manière dont les Hommes s'organisent, dans l'espace et dans le temps, pour obtenir et consommer leur nourriture » (Malassis, 1994). Il inclut un ensemble organisé d'acteurs, d'activités, d'infrastructures et de dynamiques socio-économiques et environnementales qui interviennent dans la production, la transformation, la distribution, la consommation et l'élimination des denrées alimentaires au sein d'un territoire donné. Il s'agit d'un système complexe, ancré à la fois dans le temps et dans l'espace, qui reflète les modalités par lesquelles les sociétés humaines s'organisent pour satisfaire leurs besoins alimentaires. Ce système ne se limite pas à une simple chaîne logistique ; il inclut également des relations de pouvoir, des choix politiques, des préférences culturelles et des conditions écologiques qui influencent l'ensemble du parcours des aliments. Dans ce cadre, la notion de système alimentaire durable occupe une place centrale dans les débats contemporains autour de la transition écologique et sociale. Selon l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture, un système alimentaire peut être qualifié de durable lorsqu'il est capable d'assurer « la sécurité alimentaire et la nutrition pour tous de manière à ne pas compromettre les bases économiques, sociales et environnementales nécessaires pour assurer la sécurité alimentaire et la nutrition des générations futures » (FAO, 2025). Il repose ainsi sur trois piliers fondamentaux : la durabilité environnementale, qui implique une gestion responsable des écosystèmes et des ressources naturelles ; la durabilité sociale, qui suppose l'inclusion, l'équité et la justice au sein des filières alimentaires ; et la durabilité économique, qui vise la viabilité des activités agricoles et alimentaires, notamment par la juste rémunération des producteurs et des acteurs locaux.

Dans le contexte actuel, les systèmes alimentaires dominants sont largement reconnus comme étant non durables, en raison de leur contribution significative au changement climatique, à l'effondrement de la biodiversité, aux inégalités socio-économiques et aux problèmes de santé publique liés à la malnutrition. Dès lors, la mise en place de systèmes alimentaires durables constitue un enjeu majeur pour les territoires, appelant une transformation en profondeur des modes de production, de consommation et de gouvernance alimentaire.

Le système alimentaire actuel contribue de manière significative au dépassement des limites planétaires, c'est-à-dire aux perturbations graves des processus biophysiques qui maintiennent l'équilibre de la Terre et assurent des conditions de vie stables pour l'humanité (Rockström et al., 2009). Ce dépassement concerne actuellement au moins six des neuf limites identifiées par la communauté scientifique (Richardson et al., 2023), et il est directement lié aux pratiques dominantes de production, de transformation, de transport et de consommation alimentaires.

Tout d'abord, le système alimentaire est responsable d'environ 34 % des émissions mondiales de gaz à effet de serre (Crippa et al., 2021), ce qui en fait l'un des principaux contributeurs au changement climatique. La plus grande part des émissions (71 %) provient de l'agriculture et des activités liées à l'utilisation des terres et au changement d'utilisation des terres, tandis que le reste est attribué aux activités de la chaîne d'approvisionnement : commerce de détail, transport, consommation, production de carburants, gestion des déchets, processus industriels et emballage. Ces activités altèrent profondément le cycle du carbone et accentuent le dérèglement climatique.

Par ailleurs, l'agriculture industrielle repose largement sur l'usage intensif de produits chimiques tels que les pesticides, les herbicides et les engrais de synthèse, engendrant une contamination significative des sols et des ressources en eau, avec des conséquences néfastes sur la santé des écosystèmes et de la population (Morimont, 2025). Associée à la pratique de la monoculture, qui appauvrit les milieux naturels, ainsi qu'à la fragmentation voire à la destruction des habitats, cette forme d'agriculture constitue l'un des principaux facteurs du déclin accéléré de la biodiversité observé au cours des cinq dernières décennies. À titre d'exemple, en

Wallonie, les espèces d'oiseaux associées aux milieux agricoles ont perdu en moyenne plus de la moitié de leurs effectifs (-59 %) entre 1990 et 2021 (État de l'environnement wallon, 2022). Il en va malheureusement de même avec l'effondrement des populations d'insectes (van Klink et al., 2024). La dégradation de la vie dans les sols, souvent invisible, affecte aussi profondément la fertilité des terres à long terme.

Enfin, l'agriculture est aujourd'hui la première consommatrice d'eau douce à l'échelle mondiale, accentuant la pression sur cette ressource vitale alors même que sa disponibilité par personne diminue drastiquement depuis le milieu du XXe siècle. Ces pratiques contribuent à la perturbation du cycle de l'eau, une autre limite planétaire critique.

Au-delà des impacts environnementaux, le système alimentaire contribue également à des déséquilibres majeurs sur le plan nutritionnel et social. Il génère une forme de double fardeau de la malnutrition : en Belgique, plus de 600 000 personnes recourent à l'aide alimentaire (Dejace et al., 2025) – c'est sept fois plus qu'il y a vingt ans (Buron, 2024) – alors que 5,7 millions (49 % de la population) sont en surpoids, parmi lesquelles 2,1 millions (18 % de la population) souffrent d'obésité (Sciensano, 2024). Le surpoids, qui selon Sciensano est un poids (BMI \geq 25) qui représente des risques pour la santé, est devenu la norme. Notons que le coût sociétal de l'obésité (BMI \geq 30) en Belgique n'est pas anodin : plus de 9 milliards d'euros en 2019, dont 40 % en coûts médicaux directs et 60 % en coûts indirects (absentéisme, invalidité et mortalité prématurée) (Global Obesity Observatory, 2025). A politiques inchangées, cette proportion de personnes souffrant de l'obésité en Belgique devrait presque doubler d'ici 2050 (Ng et al., 2025). Ces pathologies intrinsèquement liées au système alimentaire actuel sont aggravées par la prolifération d'aliments ultra-transformés, pauvres en nutriments et en fibres et parfois contaminés, qui envahissent nos régimes alimentaires sans aucun contrôle. Toutes les études de santé publique le montrent inlassablement : ces produits ultra-transformés trop riches en matières grasses saturées, en sel et sucres ajoutés ainsi qu'en hydrates de carbones raffinés sont une des composantes importantes des changements d'habitudes alimentaires récents et leur contribution aux maladies chroniques dites de société (obésité, diabète de type 2, maladies cardiovasculaires et neurodégénératives) sont de mieux en mieux documentés (Conseil Supérieur de la Santé, 2019, 2025).

De manière générale, pour chaque euro consacré à l'alimentation, le système alimentaire dominant génère un euro de coûts cachés sous forme d'externalités négatives. Ces externalités, non intégrées dans le prix final des denrées alimentaires, sont en grande partie supportées par la collectivité, notamment à travers les dépenses liées à la dépollution des eaux ou à la prise en charge des maladies. D'autres impacts, tels que ceux induits par l'effondrement de la biodiversité ou les effets du changement climatique, sont différés et incombent aux générations futures. Dans l'ensemble, environ 50 % de ces externalités négatives concernent les atteintes à la santé humaine, 30 % correspondent aux coûts de restauration des écosystèmes et des dommages environnementaux, tandis que les 20 % restants relèvent des pertes économiques induites – notamment la disparition des agriculteurs d'ici et d'ailleurs (Rastoin, 2022). Ces externalités négatives, l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture les a chiffrées à 12 000 milliards de dollars américains au niveau mondial pour l'année 2020 (Lord, 2024).

En l'espace de trois décennies, plus de la moitié des agriculteurs a disparu en Wallonie. En effet, des 46 076 actifs agricoles réguliers (dont 65 % à temps plein) recensés en 1990, il n'en restait plus que 21 947 (dont 47 % à temps plein) en 2020 (État de l'agriculture wallonne, 2022). La transmission des exploitations agricoles constitue un enjeu majeur, dans la mesure où, en 2020, les agriculteurs âgés de 50 ans et plus détenaient 53 % de la surface agricole utilisée, alors que seuls 22 % d'entre eux déclaraient disposer d'un successeur identifié pour assurer la reprise de leur ferme. Notons finalement qu'en 2023, la part des jeunes agriculteurs (18 à 40 ans) ne représentait que 17 % des actifs agricoles réguliers (État de l'agriculture wallonne, 2024). Cette dynamique laisse présager une poursuite du déclin démographique dans le secteur agricole. Cette tendance s'inscrit dans le cadre d'un modèle agro-industriel intensif, caractérisé par une exploitation non durable des terres, de l'énergie, de l'eau et des ressources naturelles en général. Ce modèle repose sur une intensification chimique et génomique des pratiques agricoles, incluant le recours aux organismes génétiquement modifiés.

Le système alimentaire qui en découle est marqué par une forte spécialisation. Alors que les régimes alimentaires traditionnels faisaient appel à une grande diversité de plantes cultivées, l'alimentation mondiale



actuelle repose majoritairement sur seulement neuf espèces végétales – telles que le blé, le riz, le maïs, la pomme de terre ou encore la tomate – et sur un nombre limité de races animales. Ces quelques cultures et espèces assurent désormais l'alimentation d'environ trois quarts de la population mondiale. La spécialisation accrue des systèmes alimentaires s'accompagne d'un processus de concentration des acteurs économiques au sein de chaînes de valeur mondialisées, aujourd'hui largement contrôlées par un nombre restreint de firmes transnationales. Ce modèle s'organise selon une structure oligopolistique, dans laquelle quelques entreprises dominantes exercent une influence considérable sur les marchés, comparable à celle d'un monopole collectif. Cette configuration tend à marginaliser les acteurs de moindre envergure, limitant la concurrence et compromettant la diversité, la résilience et l'autonomie des systèmes agroalimentaires. En outre, ce modèle est profondément mondialisé. Il repose sur des filières de production et de distribution longues, fortement délocalisées, ce qui accroît la dépendance à l'égard de chaînes logistiques globalisées et fragilise les capacités locales de production et de transformation.

Enfin, le système alimentaire contemporain est également caractérisé par une financiarisation croissante. Les marchés agricoles et agroalimentaires suscitent l'intérêt grandissant de fonds d'investissement à vocation spéculative, dont les interventions contribuent à accentuer la volatilité des prix, tout en dissociant progressivement les dynamiques de production des ancrages territoriaux, sociaux et écologiques dans lesquels elles devraient s'inscrire. Ce phénomène illustre avec force les logiques combinées de concentration, de spécialisation et de mondialisation qui sous-tendent l'architecture actuelle des systèmes alimentaires. Cette concentration se manifeste de manière particulièrement marquée dans certains segments stratégiques des chaînes de valeur. Ainsi, six entreprises contrôlent à elles seules près de 75 % du marché mondial des pesticides, tout en détenant conjointement environ 60 % du marché mondial des semences (HLPE, 2020). Une telle configuration correspond précisément à un oligopole, c'est-à-dire à une situation de marché dans laquelle un nombre très limité d'acteurs exerce une domination écrasante. De manière analogue, quatre autres firmes se partagent environ 90 % du commerce mondial des céréales, illustrant encore davantage la forte concentration verticale et horizontale caractéristique du système agro-industriel globalisé.

En Europe, cinq alliances européennes de centrales d'achat dans la grande distribution alimentaire contrôlent désormais 60 % du marché de l'approvisionnement alimentaire de l'Union européenne, soit 840 milliards d'euros de pouvoir d'achat (AIM, 2025). En Belgique, 67 % de l'approvisionnement alimentaire est régi par seulement trois acteurs (Gondola Academy, 2025). Cette concentration confère à ces acteurs un pouvoir considérable leur permettant d'exercer une forte pression à la baisse sur les prix versés aux producteurs, tout en optimisant leurs propres marges bénéficiaires. Ce pouvoir de négociation asymétrique contribue à la fragilisation des acteurs agricoles en amont des chaînes de valeur et à une répartition inéquitable de la valeur ajoutée au sein du système alimentaire.

Par ailleurs, ce système demeure structurellement dépendant des énergies fossiles à toutes les étapes de la chaîne, de la production à la transformation, en passant par le transport et la distribution. En ce sens, il est souvent affirmé, non sans fondement, que « nous mangeons du pétrole », tant la dépendance aux hydrocarbures conditionne la durabilité et la résilience de notre modèle agroalimentaire.

En effet, l'ensemble de la chaîne de production alimentaire repose de manière intensive sur les énergies fossiles : celles-ci sont mobilisées pour la fabrication des engrais et des produits phytosanitaires, le fonctionnement des engins agricoles, le transport – aérien, maritime ou routier – des denrées, ainsi que pour le maintien de la chaîne du froid nécessaire à leur conservation. Cette dépendance énergétique est particulièrement marquée : en France, on estime qu'il faut actuellement en moyenne 3,7 calories issues d'énergies fossiles (principalement du gaz naturel et du pétrole) pour produire une seule calorie alimentaire (Lallemand, 2023). Ce ratio illustre clairement l'inefficacité énergétique du système alimentaire dominant et son incompatibilité avec les objectifs de transition écologique et de sobriété énergétique.

La situation actuelle est non seulement préoccupante, mais fondamentalement insoutenable. Alors que, par nature, la production alimentaire devrait essentiellement reposer sur l'énergie solaire via la photosynthèse, le système agroalimentaire dominant mobilise massivement des ressources fossiles, exacerbant ainsi à la fois l'épuisement des ressources naturelles et les perturbations climatiques.

Dès lors, se pose la question de la transition vers un système alimentaire véritablement durable, c'est-à-dire un système respectueux de la santé humaine – tant du point de vue des consommateurs que des producteurs – et soucieux de la préservation des écosystèmes. Une telle durabilité implique de multiples dimensions : la protection de l'environnement (biodiversité, climat, qualité et disponibilité des ressources telles que l'eau, les sols et l'air), l'accès universel à une alimentation saine, nutritive, en quantité suffisante et de qualité gustative, ainsi que la garantie de conditions de vie dignes pour les agriculteurs.

La réalité sociale du monde agricole est particulièrement alarmante : une part significative des producteurs vit aujourd'hui sous le seuil de pauvreté. À cela s'ajoute une précarité physique et mentale croissante. En Belgique francophone, 77 % des agriculteurs sont en détresse psychologique (Vercruyse & Warnant, 2025). Cette détérioration des conditions de travail contribue à l'érosion continue du tissu agricole.

Pour envisager une transformation en profondeur de notre système alimentaire, l'un des leviers essentiels réside dans l'évolution des régimes alimentaires. Il convient de promouvoir des habitudes alimentaires plus équilibrées, inspirées par les principes de la pyramide alimentaire, en privilégiant les produits végétaux, peu transformés, et en réduisant la consommation des aliments riches en graisses, en sucres, en sel et fortement transformés – lesquels, paradoxalement, connaissent une consommation croissante. Cette réorientation suppose un changement profond de nos comportements alimentaires et de nos systèmes de production.

Une transformation durable des systèmes alimentaires passe également par une évolution des modes de production et de transformation, en faveur de pratiques à la fois plus soutenables et, dans certains cas, plus artisanales. Des dispositifs de certification, tels que les labels biologiques, permettent de garantir l'absence de recours aux produits phytosanitaires de synthèse. En parallèle, certaines approches, bien que non labellisées, comme l'agriculture de conservation des sols, visent à préserver et à favoriser la vie microbienne et la fertilité des sols, constituant ainsi une alternative agroécologique prometteuse. D'autres modèles plus

systémiques, à l'image de l'agroécologie, proposent une reconfiguration en profondeur des pratiques agricoles, intégrant des dimensions écologiques, sociales et économiques.

Par ailleurs, une reterritorialisation des systèmes alimentaires apparaît aujourd'hui comme une nécessité stratégique. Face à la multiplication des crises géopolitiques, énergétiques et climatiques, la souveraineté et la sécurité alimentaire deviennent des enjeux cruciaux. Il s'agit notamment de raccourcir les circuits alimentaires, afin de réduire la dépendance aux chaînes logistiques longues et vulnérables, et de limiter l'empreinte carbone liée au transport (Ozer, 2021a). À ce jour, on estime qu'un aliment parcourt en moyenne 2 400 kilomètres entre son lieu de production et l'assiette du consommateur (Lee & Stoeltje, 2025). Ces « food miles » (kilomètres alimentaires) représentent environ 19 % des émissions totales du système alimentaire (Li et al., 2022), ce qui soulève de sérieuses préoccupations en matière de durabilité énergétique et climatique. Pourtant, l'approvisionnement alimentaire reste aujourd'hui largement dominé par la grande distribution. En Belgique, la majorité des achats alimentaires s'effectue auprès d'acteurs économiques dont les priorités ne résident ni dans la durabilité des systèmes alimentaires, ni dans la préservation de la santé humaine et environnementale. Ces enseignes mobilisent cependant d'importants moyens de communication pour entretenir une image de responsabilité environnementale et sociale, souvent déconnectée de leurs pratiques réelles (Ozer, 2021b). Le paysage de la consommation alimentaire est actuellement structuré de manière très déséquilibrée : les véritables alternatives durables ne représentent qu'environ 5 % du marché belge, tandis que les 95 % restants sont dominés par les acteurs majeurs de la grande distribution, dont plus des deux tiers pour les seuls Colruyt, Ahold Delhaize et Carrefour (Gondola Academy, 2025). Ces derniers ont recours à des stratégies de communication intensives, souvent assimilables à du greenwashing, c'est-à-dire à des pratiques de valorisation environnementale qui ne correspondent que très partiellement à la réalité de leurs engagements. Ainsi, bien qu'ils revendiquent une implication dans la commercialisation de produits locaux, ces derniers ne représentent, dans les faits, qu'une part marginale de leur chiffre d'affaires (Ozer, 2021b). De même, ces acteurs se positionnent comme promoteurs de l'agriculture biologique, mais appliquent des marges commerciales nettement

supérieures sur les produits bio par rapport aux produits conventionnels, ce qui aboutit à une forme de surtaxation désincitative pour le consommateur. Ces pratiques commerciales, qui nuisent à l'accessibilité de l'alimentation durable, sont souvent accompagnées de campagnes de communication parfois trompeuses, contribuant à brouiller les repères du consommateur et à entretenir l'illusion d'un engagement en faveur de la transition écologique.

Face aux constats précédents, une question cruciale se pose : dans quelle mesure le consommateur individuel peut-il réellement influencer sur la transformation du système alimentaire ? Peut-on raisonnablement faire reposer la responsabilité de cette mutation sur les seules épaules des citoyens ordinaires ? La réponse est nécessairement nuancée, tant les enjeux sont structurels et les contraintes multiples.

En premier lieu, une part croissante de la population ne dispose pas des moyens matériels pour adopter une alimentation plus durable ou plus saine. En témoignent notamment les quelque 600 000 personnes qui, en Belgique, recourent à l'aide alimentaire. Mais même au-delà de ces situations de précarité extrême, les contraintes budgétaires liées à la diversification des besoins et à l'augmentation du coût de la vie imposent des arbitrages. Pour nombre de ménages, les dépenses alimentaires deviennent une variable d'ajustement : on choisit, par exemple, de consacrer un budget aux loisirs ou aux vacances au détriment d'une alimentation de qualité. Cette tendance s'inscrit dans une évolution de long terme : entre les deux guerres, près de 50 % du budget des ménages était consacré à l'alimentation ; cette part est aujourd'hui tombée à 12,6 % (Statbel, 2025), révélant un recul de sa centralité dans les priorités de consommation. À cela s'ajoute un environnement socio-culturel largement façonné par la promotion massive de la malbouffe, à travers des campagnes publicitaires très puissantes, les réseaux sociaux et les stratégies marketing ciblées. Des études montrent que les supports publicitaires des grandes enseignes mettent majoritairement en avant des produits ultra-transformés, souvent associés à un faible profil nutritionnel (nutriscore D ou E), contribuant à la banalisation d'une alimentation de mauvaise qualité (Ozer, en cours). Par ailleurs, les habitudes de consommation sont profondément influencées par les normes sociales, l'éducation, l'entourage et les rythmes de vie. Ces facteurs incitent à la reproduction de comportements alimentaires ancrés, peu propices à une transformation rapide. Les conditions de vie

contemporaines, marquées par l'accélération, la surcharge mentale et la recherche de praticité, favorisent le recours aux circuits de distribution classiques, perçus comme plus accessibles, rapides et économiques. Enfin, les alternatives durables – circuits courts, coopératives, groupements d'achats, systèmes participatifs –, bien qu'en développement, demeurent encore insuffisamment visibles, disponibles ou accessibles pour constituer une réponse de grande échelle. Ainsi, bien que le consommateur ait un rôle à jouer, sa marge d'action reste limitée sans une transformation structurelle du cadre économique, social et politique dans lequel s'inscrivent ses choix.

Dans un monde de plus en plus instable, les systèmes alimentaires interconnectés sont extrêmement fragiles. Ces dernières années, nous l'avons violemment expérimenté pendant des crises aussi diverses que la pandémie de COVID-19 en 2020, l'invasion de l'Ukraine par la Russie en 2022 ou encore la mobilisation des agriculteurs en 2024. Dans un monde à +2 °C, les extrêmes seront la norme, avec – en province de Luxembourg – près d'un été sur trois statistiquement très sec et un sur sept très humide (Harchies et al., 2025). Des sécheresses, donc, dans la province wallonne la plus vulnérable aux déficits pluviométriques (Thibaut et al., 2023) qui, combinées aux vagues de chaleur estivales, entraîneront des conséquences directes et indirectes sur la production agricole alors même qu'une relocalisation de l'agriculture s'avère indispensable pour répondre à un renforcement de la sécurité alimentaire. Notons finalement que le dérèglement climatique est certes problématique mais – comme développé dans ce texte – est une contrainte parmi d'autres. Ainsi, l'un des freins majeurs – et largement irréversible – au développement d'une agriculture de proximité robuste réside dans l'artificialisation continue des sols. Ce phénomène résulte de choix éminemment politiques en matière d'aménagement du territoire et de développement économique. Depuis 2002, près de cinq hectares de terres à vocation essentiellement agricole y sont artificialisés chaque semaine en province de Luxembourg, étant « bétonnés » et donc définitivement soustraits à la production alimentaire. Cette trajectoire n'a pourtant rien d'inéluctable : les outils pour l'enrayer existent, sont identifiés et relèvent de décisions politiques concrètes susceptibles d'être mises en œuvre sans délai.

BIBLIOGRAPHIE

- AIM, 2025. European retail alliances are reshaping EU grocery: UTP rules must catch up. 27 octobre 2025. <https://aim.be/wp-content/uploads/2025/10/2025-10-27-AIM-ERA-Briefing.pdf>
- Buron, J.-Y., 2024. Face aux violences alimentaires, comment lutter contre la faim ? Ceinture Aliment-Terre Liégeoise, Liège : Analyse 2024-5. 11 p. <https://www.catl.be/wp-content/uploads/2025/03/Analyse-5-A4.pdf>
- Conseil Supérieur de la Santé, 2019. Recommandations alimentaires pour la population belge adulte – 2019. Bruxelles: CSS; Avis n°9284. 89 p. https://www.health.belgium.be/sites/default/files/uploads/fields/fpshealth_theme_file/20191011_css-9284_fbdg_vweb.pdf
- Conseil Supérieur de la Santé, 2025. Recommandations alimentaires pour la population belge (2025). Bruxelles: CSS; Avis n°9805-9807. 134 p. <https://www.hgr-css.be/file/download/c36bf16b-441d-4574-bfd0-acc4d940d288/9jPRTzzYE6Oo8iwmrJ4EwEXIOv199lmbCBHilNTs7003d.pdf>
- Crippa, M., Solazzo, E., Guizzardi, D., Monforti-Ferrario, F., Tubiello, F. N., & Leip, A., 2021. Food systems are responsible for a third of global anthropogenic GHG emissions. *Nat Food*, 2, 198–209. <https://doi.org/10.1038/s43016-021-00225-9>
- Dejace, P. et al., 2025. « Aberration totale » : des dizaines d'associations actives dans l'aide alimentaire alertent sur la réduction d'un tiers de leur budget. RTBF, 2 juillet 2025. <https://www.rtbef.be/article/carte-blanche-aide-alimentaire-l-approvisionnement-en-chute-libre-1-3-de-budget-en-moins-pour-2026-11570515>
- État de l'agriculture wallonne, 2022. Population active. 7 septembre 2022. https://etat-agriculture.wallonie.be/contents/indicatorshets/EAW-A_Il_b_2.eew-sheet.html
- État de l'agriculture wallonne, 2024. Jeunes en agriculture. 5 décembre 2024. https://etat-agriculture.wallonie.be/contents/indicatorshets/EAW_C2e.eew-sheet.html
- État de l'environnement wallon, 2022. Évolution des populations d'oiseaux communs. 22 juin 2022. <https://etat.environnement.wallonie.be/contents/indicatorshets/FFH%208.html>
- FAO, 2025. Evaluating agri-food systems. <https://www.fao.org/evaluation/highlights/agri-food-systems/en>
- Global Obesity Observatory, 2025. Economic impact of overweight and obesity - Belgium. https://data.worldobesity.org/country/belgium-19/#data_economic-impact
- Gondola Academy, 2025. Retail insights report 2025. 11 septembre 2025. <https://www.gondola.be/fr/academy/downloads/retail-insights-2025>
- Harchies, M et al. (2025). Diagnostic de vulnérabilités pour augmenter la résilience wallonne à travers l'adaptation aux changements climatiques. Scénarios, impacts et mesures. Rapport Final. Service Public de Wallonie (SPW) – Agence Wallonne de l'Air et du Climat (AWAC). https://awac.be/wp-content/uploads/2025/07/Adaptation-RW-Rapport-Final_VF_site.pdf
- HLPE. 2020. Food security and nutrition: building a global narrative towards 2030. A report by the High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the Committee on World Food Security, Rome. 91 p. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/8357b6eb-8010-4254-814a-1493faaf4a93/content>
- Lallemand, F., 2023. Le modèle agro-industriel face au déclin des énergies fossiles. *Annales des Mines – Responsabilité & Environnement*, 111(3), 40-43.
- Lee, E. H., & Stoeltje, G., 2025. How far does your food travel on the highway? Food miles and carbon footprint. *Journal of Cleaner Production*, 518, 145915. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2025.145915>
- Li, M., Jia, N., Lenzen, M., Malik, A., Wei, L., Jin, Y., & Raubenheimer, D., 2022. Global food-miles account for nearly 20 % of total food-systems emissions. *Nature Food*, 3(6), 445-453. <https://doi.org/10.1038/s43016-022-00531-w>
- Lord, S. 2024. Hidden costs of agrifood systems – An update to the methodology for the State of Food and Agriculture 2024. Rome, FAO. 53 p. <https://doi.org/10.4060/cd3007en>
- Malassis L., 1994. Nourrir les Hommes : un exposé pour comprendre, un essai pour réfléchir, Paris, Flammarion, 126 p.
- Martin, C., Jonet, C., & Ozer, P., 2026. Nourrir la coopération. Presses universitaires de Liège (sous presse).
- Morimont, E., 2025. Quelle eau boire ? Notre grand test entre robinet, filtres et bouteilles. RTBF, 28 mai 2025, <https://www.rtbef.be/article/quelle-eau-boire-notre-grand-test-entre-robinet-filtres-et-bouteilles-11553685>
- Ng, M., Gakidou, E., Lo, J., Abate, Y. H., Abbafati, C., Abbas, N., ... & Azargoonjahromi, A., 2025. Global, regional, and national prevalence of adult overweight and obesity, 1990–2021, with forecasts to 2050: a forecasting study for the Global Burden of Disease Study 2021. *The Lancet*, 405(10481), 813-838. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(25\)00355-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(25)00355-1)
- Ozer, P., 2021a. Joyeux Noël et bonne année (local et de saison) ! Tchak !, 24 décembre 2021. <https://tchak.be/index.php/2021/12/23/joyeux-noel-produits-frais-saison-grande-distribution-supermarches-pierre-ozet/>
- Ozer, P., 2021b. La vérité sur le « Made in Belgium » de l'e-commerce alimentaire. Working Paper, Université de Liège. <https://orbi.uliege.be/handle/2268/258326>
- Rastoin, J.-L., 2022. Coûts cachés et juste prix de notre alimentation : entre marché, État et communs. So What? Chaire UNESCO Alimentations du Monde, Policy Brief n°19, mai 2022. 4 p. https://www.chaireunesco-adm.com/IMG/pdf/01-sowhat-19_2022-fr.pdf
- Richardson, K., Steffen, W., Lucht, W., Bendtsen, J., Cornell, S. E., Donges, J. F., ... & Rockström, J., 2023. Earth beyond six of nine planetary boundaries. *Science advances*, 9(37), eadh2458. <https://doi.org/10.1126/sciadv.adh2458>
- Rigal, S., Dakos, V., Alonso, H., Auniņš, A., Benkő, Z., Brotons, L., ... & Devictor, V., 2023. Farmland practices are driving bird population decline across Europe. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 120(21), e2216573120. <https://doi.org/10.1073/pnas.2216573120>
- Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin, F. S., Lambin, E. F., ... & Foley, J. A., 2009. A safe operating space for humanity. *Nature*, 461, 472-475. <https://doi.org/10.1038/461472a>
- Sciensano, 2024. Enquête de consommation alimentaire 2022-2023. Statut pondéral et comportements liés au poids dans la population belge. Sciensano, Bruxelles. 14 p. https://www.sciensano.be/sites/default/files/fcs_fr_report_2_nv.pdf
- Statbel, 2025 Budget des ménages. 17 septembre 2025. <https://statbel.fgov.be/fr/themes/menages/budget-des-menages>
- Thibaut, K., Ayrat, P. A., & Ozer, P., 2023. Development of the chrono-systemic timeline as a tool for cross-sectional analysis of droughts: application in Wallonia. *Water*, 15(23), 4150. <https://doi.org/10.3390/w15234150>
- van Klink, R., Bowler, D. E., Gongalsky, K. B., Shen, M., Swengel, S. R., & Chase, J. M., 2024. Disproportionate declines of formerly abundant species underlie insect loss. *Nature*, 628(8007), 359-364. <https://doi.org/10.1038/s41586-023-06861-4>

3.5. INDICATEUR DE VULNÉRABILITÉ SOCIALE DE LA POPULATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE EN PROVINCE DE LUXEMBOURG



Yasmina Loozen est bioingénieure diplômée de Gembloux Agro-Bio Tech (Université de Liège). Elle a obtenu un doctorat en télédétection à l'Université d'Utrecht, aux Pays-Bas. Depuis 2020, elle exerce à l'ISSeP, au sein du Pôle Observation de la Terre. Elle y mobilise le potentiel des données géospatiales dans le cadre de projets interdisciplinaires, notamment sur les enjeux d'adaptation au changement climatique.

Eric Hallot est géographe et docteur en géographie de l'ULiège. Il est responsable du Pôle Observation de la Terre à l'ISSeP, où il pilote des projets environnementaux mobilisant les données d'observation de la Terre, les systèmes d'information géographique et les méthodes de géostatistique. Ses travaux portent notamment sur la cartographie de l'occupation du sol, l'analyse des risques environnementaux, l'aménagement du territoire et l'utilisation de l'intelligence artificielle appliquée aux données géospatiales. Il a contribué à plusieurs projets régionaux et internationaux liés à la surveillance de l'environnement, à la gestion des ressources naturelles et à la planification territoriale en Wallonie.



Yasmina LOOZEN
*Chargée de projets à l'Institut
Scientifique de Service Public*



Eric HALLOT
*Responsable du Pôle Observation de
la Terre à l'Institut Scientifique de
Service Public*

INTRODUCTION

Ce chapitre présente l'indicateur de vulnérabilité sociale développé dans le cadre de l'analyse de risques climatiques en Wallonie (<https://portailclimat-awac.be>) et adapté à la province de Luxembourg. Le chapitre se compose ainsi : tout d'abord, les impacts du changement climatique sur la population sont présentés. Ensuite, la vulnérabilité sociale et les facteurs qui l'influencent sont détaillés. L'indicateur composite, un outil permettant l'analyse de la vulnérabilité à l'échelle d'un territoire, ainsi que sa méthode d'obtention sont par la suite expliqués. Enfin, les cartes et résultats obtenus sont exposés.

CHANGEMENT CLIMATIQUE ET IMPACTS SUR LA POPULATION

Les conséquences du changement climatique d'origine anthropique sont de plus en plus présentes dans notre quotidien. Le continent européen se réchauffe plus vite que la moyenne mondiale, avec une augmentation moyenne de la température de 2,1 °C par rapport à l'ère préindustrielle (European Environment Agency, 2024). Les vagues de chaleur, autrefois peu fréquentes, se multiplient, singulièrement au sud de l'Europe (EEA, 2024 ; C3S & WMO, 2025). La Belgique n'est cependant pas épargnée. Ainsi, l'IRM a observé 109 jours de vagues de chaleur sur la décennie 2015–2025, un nombre comparable aux 113 jours relevés pendant la période de 50 ans comprise entre 1950 et 2000 (Institut royal météorologique, 2025). Au nord du continent, les précipitations intenses deviennent plus fréquentes (Bednar-Friedl et al., 2022). Les inondations de 2021, aux impacts catastrophiques, comptent parmi les événements hydrologiques les plus intenses observés en Europe occidentale au cours des dernières décennies (Tradowsky et al., 2023). L'augmentation de l'intensité et de la fréquence de ces phénomènes climatiques extrêmes engendre des risques pour la population, l'environnement, les infrastructures, l'économie et, in fine, la société dans son ensemble.

Dans le cas de la population, l'exposition à ces aléas climatiques impacte le bien-être et la santé des personnes. Ainsi, les chaleurs intenses augmentent la sévérité des maladies chroniques préexistantes, telles que les maladies cardiovasculaires, cérébrovasculaires et respiratoires (EEA, 2024). Les vagues de chaleur constituent l'un des risques climatiques les plus étudiés

et aux impacts probables parmi les plus sévères (CERAC et al., 2025). Cependant, aux yeux du public, ce lien entre chaleur extrême et risques associés pour la santé et la mortalité n'est pas aussi bien compris que pour les inondations, par exemple, qui retiennent l'attention par leur intensité. En Europe, un lien a pourtant pu être établi entre plus de 13 000 décès prématurés et la chaleur observée sur la période 2000 à 2019 dans des zones urbaines européennes (Masselot et al., 2023). De même, la canicule record de 2022, observée dans plusieurs pays européens, a été associée à au moins 60 000 décès prématurés à travers l'Europe (EEA, 2024). En Belgique aussi, un récent rapport du Centre d'analyse des risques liés au changement climatique (CERAC) a mis en évidence que dans le scénario de réchauffement global le plus optimiste, à + 2 °C, en moyenne plus de 1 000 décès pourraient être causés par la chaleur annuellement (CERAC et al., 2025).

LA VULNÉRABILITÉ SOCIALE ET SES COMPOSANTES

Vulnérabilité sociale

Dans ce contexte, la vulnérabilité sociale au changement climatique traduit le fait que toutes les personnes ne sont pas égales face aux impacts du changement climatique. Ainsi, bien que toute la population y soit exposée, certains individus, groupes ou communautés sont plus vulnérables aux conséquences du changement climatique (EEA, 2024).

Bien que plusieurs définitions existent, le GIEC, le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat de l'ONU, définit la vulnérabilité comme « la propension ou la prédisposition à subir des effets néfastes et englobe divers concepts et éléments, notamment la sensibilité ou la susceptibilité aux dommages et le manque de capacité à faire face et à s'adapter » (GIEC, 2022).

La vulnérabilité est habituellement scindée en deux dimensions : la sensibilité et la capacité d'adaptation. La sensibilité des populations se définit comme la prédisposition de celles-ci à être négativement affectées. La capacité d'adaptation se réfère à la capacité à s'adapter aux dommages potentiels, à profiter des opportunités et à réagir aux conséquences. Elle englobe aussi les ressources disponibles, ainsi que la capacité à accéder et à mobiliser ces ressources (GIEC, 2022 ; Benitez & Reghezza, 2018).

Les composantes de la vulnérabilité sociale

La vulnérabilité de la population aux aléas climatiques est influencée par différentes composantes d'ordre individuel, structurel et sociétal qui interagissent entre elles. Ces composantes agissent sur la vulnérabilité en augmentant la sensibilité ou en réduisant la capacité de réponse et l'accès aux ressources en cas de crise. Parmi les composantes les plus couramment utilisées pour caractériser la vulnérabilité sociale figurent l'âge, l'état de santé, le niveau d'éducation, le statut socio-économique, le revenu, la situation professionnelle, l'origine, la qualité du réseau social et l'isolement, l'accès aux soins ainsi que la qualité de l'environnement (Kim et al., 2025 ; Li et al., 2023).

L'âge influence la sensibilité des personnes. Tant les enfants que les personnes âgées présentent une sensibilité accrue en raison de différentes caractéristiques physiques. Pour les enfants, la croissance inachevée de leurs organes, leur capacité de thermorégulation immature ainsi qu'une plus grande prédisposition à la perte de fluides les rendent plus vulnérables (Deguen et al., 2023 ; Vanderplanken, 2019). Les personnes âgées sont plus vulnérables aux vagues de chaleur car leur corps réagit moins vite à l'augmentation de la température, elles sont moins conscientes de la soif et leur thermorégulation est là aussi moins efficace (Vanderplanken, 2019). Ainsi, les personnes âgées sont les plus susceptibles d'être impactées par les températures extrêmes (Li et al., 2023). De plus, en cas d'inondation, elles présentent un plus haut taux de mortalité dû à la noyade, l'hypothermie et les problèmes cardiaques (Kazmierczak, 2015). De même, les personnes âgées ont une probabilité plus élevée de souffrir de maladies chroniques ou de démence, de consommer des médicaments, d'être socialement isolées ou d'avoir besoin d'assistance quotidienne, ce qui augmente leur vulnérabilité (Li et al., 2023 ; Vanderplanken, 2019).

L'état de santé des personnes influence également leur sensibilité. La présence de maladies préexistantes et/ou chroniques (telles que les maladies cardiovasculaires, respiratoires, endocriniennes, neurologiques et infectieuses), de handicap, la prise de médicaments, le besoin de soins réguliers augmentent la vulnérabilité en diminuant la résistance aux effets physiques du changement climatique et en réduisant la capacité d'adaptation à ceux-ci (Kazmierczak, 2015 ; Li et al., 2023). Les personnes

souffrant de problèmes mentaux ou de démence peuvent avoir une perception altérée du danger et ne pas réagir de façon adéquate à celui-ci (Kazmierczak, 2015).

En cas d'événement climatique extrême, avoir un bon réseau social facilitant l'accès à l'information et à l'aide est déterminant. Les inondations de 2021, et la vague d'entraide qui a suivi, ont montré qu'avoir un réseau social solide, avec des proches prêts à venir prêter main forte, peut faire la différence pour les personnes sinistrées. Au contraire, l'isolement social est un facteur de vulnérabilité (Li et al., 2023). Les personnes vivant seules, surtout lorsqu'elles sont âgées, en mauvaise santé ou en situation de dépendance, sont particulièrement vulnérables et doivent faire l'objet d'une attention particulière (De Ridder et al., 2020). De même, les nouveaux quartiers, présentant une croissance rapide de la population, ou ceux avec un renouvellement régulier des habitants (par exemple avec une proportion élevée de locataires ou d'étudiants), sont aussi plus vulnérables. Cela peut s'expliquer par un tissu social réduit et une moins bonne connaissance des conditions et des dispositifs d'aide disponibles au niveau local (Kazmierczak, 2015 ; Krunoslav et al., 2017).

Être locataire de son logement peut représenter un obstacle concernant la mise en conformité de celui-ci face à de potentielles inondations ou pour l'installation d'un système de climatisation, en cas de vagues de chaleur. La capacité de compréhension de l'information et de réaction à celle-ci influence aussi la vulnérabilité sociale (Kazmierczak, 2015). Les personnes ayant une maîtrise limitée de la langue, notamment les personnes de nationalité étrangère, les migrants et les touristes, peuvent avoir un accès et une compréhension limitée des canaux usuels d'information, ce qui diminue leur capacité de préparation et de réaction en cas de crise (Li et al., 2023). Dans le cas des personnes sans domicile fixe, leur vulnérabilité est multifactorielle, elles cumulent de mauvaises conditions de vie, un accès limité à l'information, aux infrastructures ainsi qu'aux soins de santé (Vanderplanken, 2019 ; Van de Vel et al., 2021).

Les différences socio-économiques sont complexes et induisent des différences de vulnérabilité dans la population. Le niveau socio-économique influence de multiples aspects de la vie quotidienne tels que le type et la qualité du logement, le type et le secteur d'activité professionnelle, le

type de loisirs ou encore le mode de déplacement (Bacheley, 2021). Les inégalités de santé sont aussi liées au statut socio-économique. Les personnes économiquement défavorisées ont, entre autres, un risque accru de mortalité infantile, de souffrir de diabète, de maladies respiratoires, ou d'autres affections chroniques (Missinne et al., 2019 ; Avalosse et al., 2019). Le revenu influence aussi directement la capacité financière à préparer son logement aux vagues de chaleur ou à réparer des dégâts dus aux inondations. De plus, le niveau d'exposition aux aléas varie en fonction du lieu de résidence, qui est lui-même fonction du statut socio-économique (Deguen et al., 2023).

L'environnement dans lequel les populations évoluent influence aussi leur vulnérabilité. La qualité du logement, tant au niveau de l'isolation thermique que de la ventilation, influence le bien-être et le ressenti des personnes. En cas d'inondations, la mise en adéquation du lieu de vie afin de le rendre plus résilient aux potentiels dégâts est essentielle.

Les caractéristiques physiques des quartiers dans lesquels les populations évoluent influencent les effets ressentis du changement climatique. Le degré d'urbanisation, et notamment la présence de surfaces imperméables, diminue la capacité d'infiltration en cas de forte pluie et augmente l'îlot de chaleur urbain (ICU) (De Ridder et al., 2020). L'ICU explique que les zones urbanisées observent en moyenne des températures plus élevées que les zones rurales avoisinantes. Cela peut s'expliquer par la morphologie des bâtiments, les matériaux de construction utilisés, l'imperméabilisation des surfaces, la densité du bâti ainsi que la densité des activités humaines et la production de chaleur associée, par exemple par les moteurs automobiles. L'analyse des risques climatiques en Wallonie a permis de mettre en évidence que dans un monde à +3 °C, l'aléa de chaleur concernera 98 % des communes wallonnes, dont au moins une partie du territoire sera située en zone d'aléa, principalement les zones urbaines et centres villageois des communes rurales (Wyard et al., 2025). En cas de fortes chaleurs, l'accessibilité à des endroits plus frais est un élément essentiel pour le bien-être de la population. Dans les centres urbanisés, ceux-ci se reconnaissent à la présence de végétation, surtout arborée, et d'étendues d'eau. Lors des vagues de chaleur, cette trame bleue et verte est essentielle car elle fournit un effet rafraîchissant. À l'échelle communale, assurer la présence d'une couverture arborée suffisante et proche des centres résidentiels, et/ou des

lieux concentrant beaucoup de personnes, participe dès lors à la résilience du territoire. Alternativement, en période de canicules, donner accès à des lieux plus frais ou climatisés, tels que les églises, les bibliothèques ou d'autres bâtiments publics est une autre piste envisageable.

La composante environnementale de la vulnérabilité se superpose à la composante socio-économique. Une analyse réalisée dans la ville de Gand (De Ridder et al., 2020) a montré que ce sont justement dans les quartiers densément peuplés, avec peu de végétation, et où l'intensité de l'aléa de chaleur est accrue, que réside une population défavorisée, plus vulnérable et donc moins en mesure de faire face à cet aléa. Ce constat se vérifie dans d'autres villes belges et européennes, où un lien est souvent observé entre un environnement urbain défavorable et la présence d'une population plus précarisée. Cette observation vaut aussi pour l'aléa d'inondation (Deguen et al., 2023 ; De Ridder et al., 2020).

L'accessibilité des services médicaux est aussi une composante de la vulnérabilité. Les personnes plus éloignées des services de santé sont plus vulnérables en cas d'urgence médicale liée ou survenant lors d'une crise climatique (Krunoslav et al., 2017). En Belgique, une étude récente montre que le temps de trajet en voiture pour rejoindre un hôpital varie à travers les trois régions belges et que dans certaines zones des provinces de Namur et du Luxembourg, le temps de trajet théorique excède 40 minutes (Daenekindt, 2025).

OBTENTION DE L'INDICATEUR DE VULNÉRABILITÉ SOCIALE

Les composantes influençant la vulnérabilité sociale des populations sont donc multiples. L'indicateur de vulnérabilité est un outil permettant de simplifier l'analyse de la vulnérabilité et de ses composantes. Celui-ci permet d'agrèger les différentes composantes considérées en une valeur unique, obtenue par entité géographique. L'indicateur de vulnérabilité ainsi obtenu est alors visualisable au moyen d'une carte thématique.

L'objectif de l'étude de la vulnérabilité sociale, intégrée dans l'analyse de risques climatiques wallonne, était de développer un indicateur composite afin de cartographier la vulnérabilité sociale de la population wallonne au changement climatique. Cet indicateur est obtenu à l'échelle des secteurs statistiques et pour la période actuelle.

Afin de construire l'indicateur de vulnérabilité, les variables correspondant aux composantes de vulnérabilité identifiées ont été collectées dans les bases de données disponibles. L'indicateur est basé sur 22 variables, réparties en sept catégories :

- démographie ;
- santé ;
- social ;
- statut socio-économique ;
- environnement ;
- accessibilité des services médicaux ;
- lieux recevant des publics vulnérables.

Les variables collectées ont ensuite été standardisées et agrégées en une valeur unique, pour chaque secteur statistique de Wallonie.

Pour une explication détaillée de la méthodologie suivie, vous pouvez vous référer au rapport méthodologique sur lequel ce chapitre est basé (Loozen et al., 2025 : <https://rapport-methodo.s3.eu-west-1.amazonaws.com/Rapport+me%CC%81thodo+-+06+-+Social.pdf>)

L'indicateur de vulnérabilité obtenu présente plusieurs avantages ainsi que certaines faiblesses :

- La carte de vulnérabilité est répartie en cinq classes variant de « très faible » à « très élevée ». Cette classification est relative et permet de comparer la vulnérabilité d'un secteur statistique avec l'ensemble de la Wallonie. Ainsi, un secteur statistique avec une vulnérabilité « très élevée » signifie qu'il fait partie des 20 % des secteurs statistiques les plus vulnérables en Wallonie.
- L'indicateur de vulnérabilité est obtenu pour chaque secteur statistique de Wallonie pour lequel des données étaient disponibles. Le secteur statistique est une entité administrative infra-communale, comparable en taille à un quartier. Le choix des secteurs statistiques permet de cartographier la vulnérabilité à une échelle fine et de représenter plusieurs valeurs par commune. Les cartes obtenues peuvent ainsi être utilisées comme outil d'aide à la décision par les acteurs locaux afin de mieux appréhender la vulnérabilité sociale et de prioriser les actions d'adaptation sur leur territoire communal.

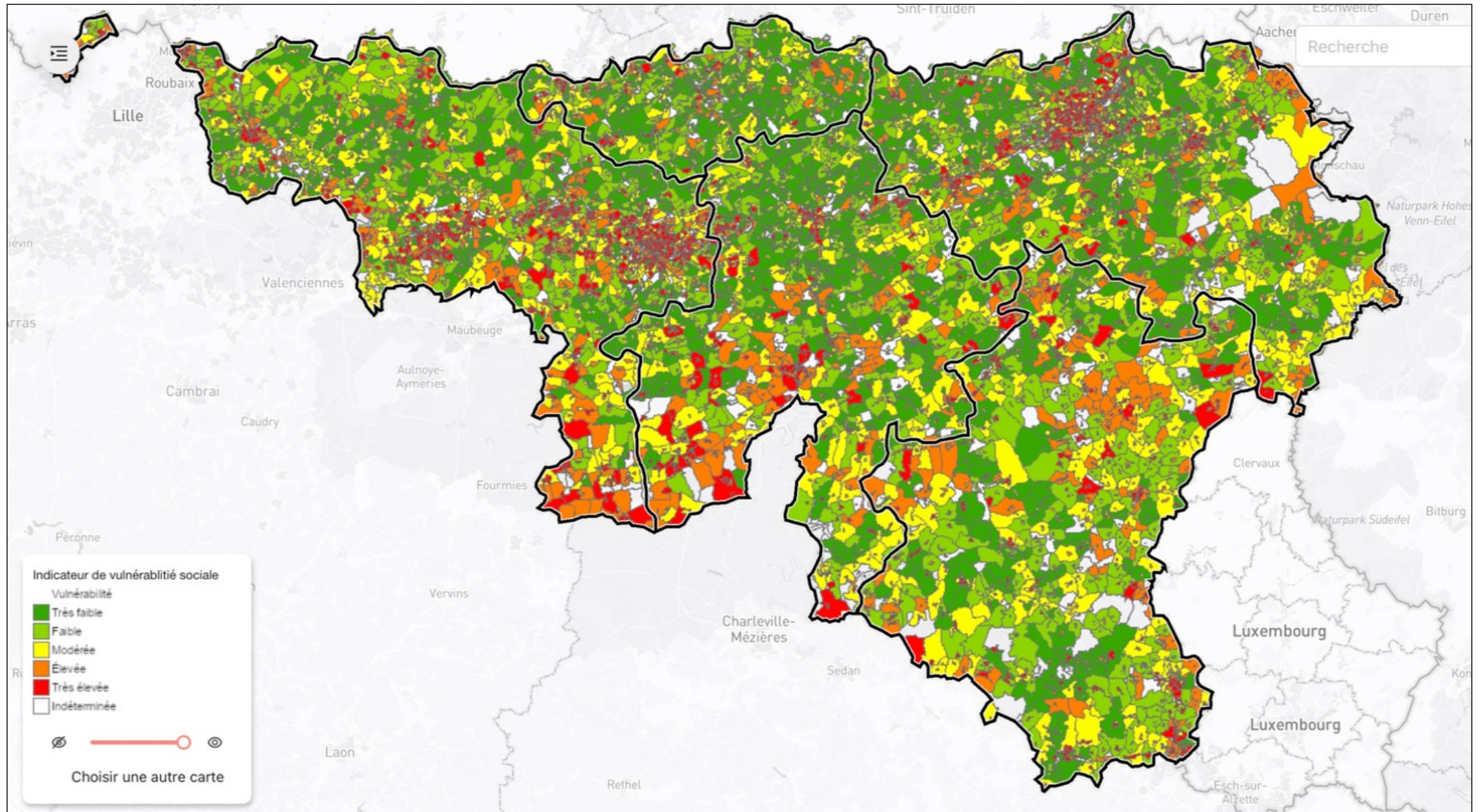
- L'indicateur composite simplifie l'analyse de la vulnérabilité en synthétisant les 22 variables utilisées en une valeur unique. Cela réduit la complexité associée à l'analyse simultanée de plusieurs cartographies des différentes composantes de la vulnérabilité pour les acteurs locaux souhaitant agir à l'échelle de leur territoire.
- Cependant, derrière cet avantage, se trouve aussi une faiblesse. En simplifiant la représentation de la vulnérabilité, l'indicateur composite efface les informations détaillées relatives à chaque composante prise en compte. Cela rend impossible l'analyse des facteurs contribuant à la vulnérabilité totale et de ses causes sous-jacentes.
- La qualité de l'indicateur obtenu dépend de la qualité des données utilisées. Celles-ci proviennent des bases de données disponibles en Wallonie. Particulièrement, au moment de l'élaboration de l'indicateur, pour les variables relatives à la démographie et au statut socio-économique, des données récentes n'étaient pas disponibles.

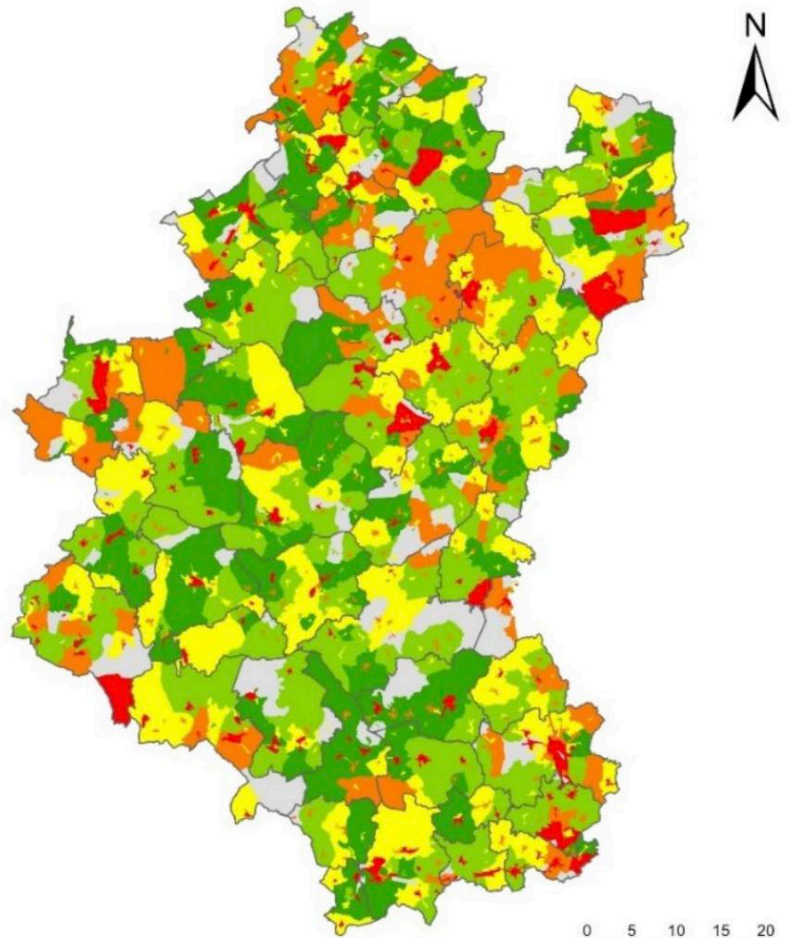
CARTE ET RÉSULTATS

La cartographie de l'indicateur de vulnérabilité sociale wallon en province de Luxembourg est présentée à la Figure 1. Ce résultat montre qu'une vulnérabilité élevée à très élevée est observée dans certains secteurs statistiques au nord et dans le sud-est de la province, le long de la frontière luxembourgeoise. Sur l'ensemble de la province, les secteurs statistiques urbanisés et ceux coïncidant avec les centres villageois des communes rurales montrent une vulnérabilité plus élevée que les secteurs statistiques environnants.

La Figure 2 présente la répartition de la population luxembourgeoise par niveau de vulnérabilité. En analysant ces données, 67 % de la population de la province, soit 148 000 personnes, résident dans un secteur statistique avec une vulnérabilité élevée à très élevée. C'est un peu plus élevé que pour la Wallonie, qui montre un pourcentage cumulé de 62 % pour ces deux niveaux.

La Figure 3 présente la distribution de la population par niveau de vulnérabilité dans les dix communes les plus peuplées de la province de Luxembourg : Arlon, Marche-en-Famenne, Aubange, Bastogne, Durbuy, Virton, Libramont-Chevigny, Bertrix, Habay et Messancy. Les résultats indiquent qu'une part importante de la population présente une vulnérabilité très élevée, dépassant généralement 40 %. Dans les communes d'Aubange et de Virton, cette proportion atteint même plus de 70 %.





Vulnérabilité sociale au changement climatique en province du Luxembourg

- Très faible
- Faible
- Modérée
- Élevée
- Très élevée
- Secteurs statistiques (sans donnée)
- Communes

Cellule télédétection et géodonnées, ISSeP



Figure 1 – Vulnérabilité sociale au changement climatique en province de Luxembourg.

Répartition de la population de la province du Luxembourg par niveau de vulnérabilité

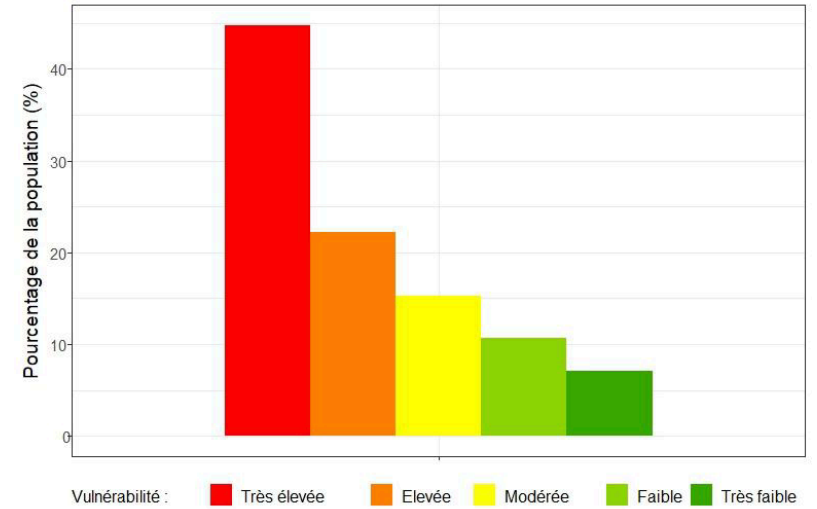


Figure 2 – Répartition de la population de la province de Luxembourg par niveau de vulnérabilité.

Vulnérabilité de la population dans les communes les plus peuplées de la province du Luxembourg

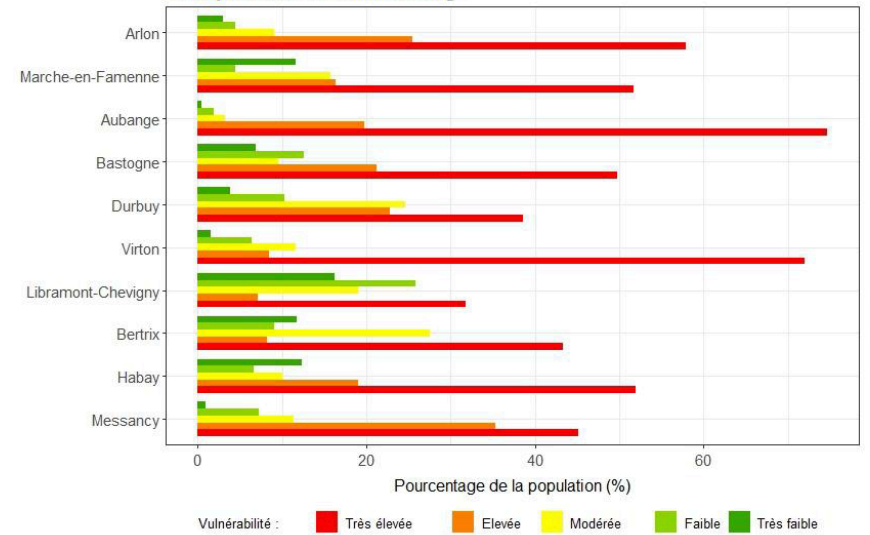


Figure 3 – Vulnérabilité de la population dans les communes les plus peuplées de la province de Luxembourg.

La Figure 4 représente la vulnérabilité de la population par niveau d'urbanisation, selon la classification Degurba (IWEPS, 2021). Celle-ci met en évidence que les centres urbanisés, tels que les villes denses et semi-denses, présentent une vulnérabilité plus élevée que les zones rurales. Cette constatation est en adéquation avec ce qui est observé au niveau de la région, où une augmentation de la densité d'urbanisation s'accompagne d'une augmentation de la vulnérabilité. Généralement, les centres urbanisés concentrent une population plus nombreuse qui est aussi plus vulnérable. L'étude portant sur les îlots de chaleur, également réalisée dans le cadre de l'analyse de risques climatiques en Wallonie, montre que les aléas de chaleur sont justement plus marqués dans les centres urbains, tels qu'Arlon, Aubange, Libramont-Chevigny, Marche-en-Famenne et Virton, où les aléas de chaleur sont les plus marqués. Comme cela est observé dans d'autres villes belges et européennes, une superposition entre les aléas de chaleur et une vulnérabilité accrue est donc également mise en évidence en province de Luxembourg.

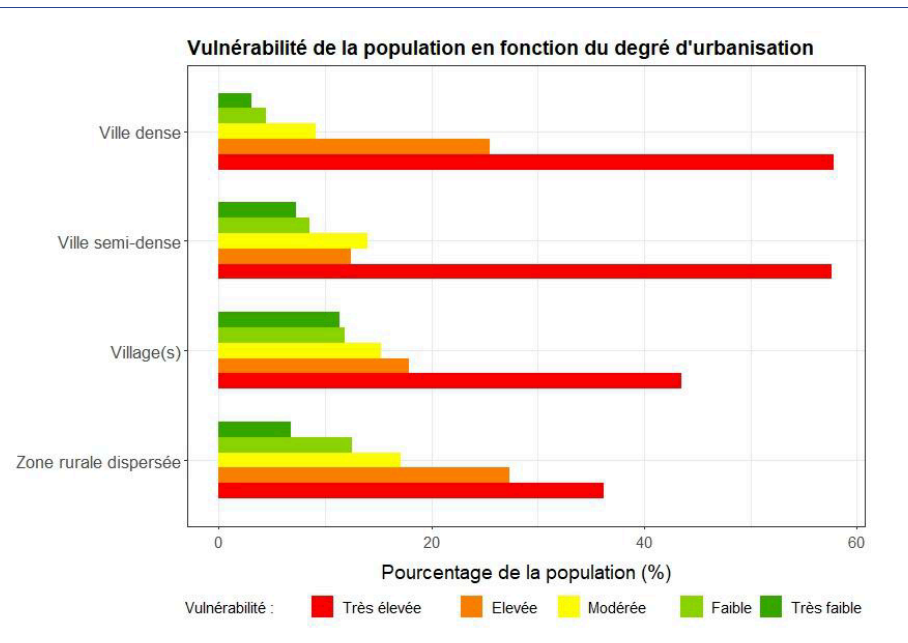


Figure 4 – Vulnérabilité de la population en fonction du degré d'urbanisation, selon la classification Degurba.

RÉFÉRENCES

Avalosse, H., Maron, L., Lona, M., Guillaume, J., Allaoui, E. M., & Zinno, T. D. (2019). Inégalités sociales en santé (AIM).

Bacheley, A. (2021). Entretien de Géraldine Molina « Inégaux face à la chaleur. » Les autres possibles, Magazine Carto-graphique, 32, 47*2 le matin. <https://hal.science/hal-03327923/>

Bednar-Friedl, B., Biesbroek, R., Schmidt, D. N., Alexander, P., Børsheim, K. Y., Carnicer, J., Georgopoulou, E., Haasnoot, M., Le Cozannet, G., Lionello, P., Lipka, O., Möllmann, C., Muccione, V., Mustonen, T., Piepenburg, D., & Whitmarsh, L. (2022). Chapter 13: Europe. In H.-O. Pörtner, D. C. Roberts, M. Tignor, E. S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegria, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, & B. Rama (Eds.), *Climate change 2022: Impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (pp. 1817–1927). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009325844.015>

Benitez, F., & Reghezza, M. (2018). Les capacités à faire face ou comment repenser la résilience des individus. *Vertigo – la revue électronique en sciences de l'environnement*. <https://doi.org/10.4000/vertigo.19116>

CERAC, ICEDD, VITO, Ramboll, Möbius, & University of Liège. (2025). Belgian Climate Risk Assessment Technical Paper. Risk to human health due to heat stress. CERAC, Bruxelles. https://www.cerac.be/sites/default/files/media/files/2025-11/Gezondheid/EN/TP/health_human_health_heat_stress.pdf

Copernicus Climate Change Service (C3S) and World Meteorological Organization (WMO). (2025). *European State of the Climate 2024*. doi.org/10.24381/14j9-s541

Daenekindt, S. (2025). De (on)bereikbaarheid van ziekenhuizen in België. *Tijdschrift Sociologie*, 6(1). <https://doi.org/10.38139/ts.94750>

De Ridder, K., Couderé, K., Depoorter, M., Liekens, I., Pourria, X., Steinmets, D., Vanuytrecht, E., Verhaegen, K., & Wouters, H. (2020). Evaluation of the socio-economic impact of climate change in Belgium. Study commissioned by the National Climate Commission (2020/RMA/R/2271).

Deguen, S., et al. (2023). SYNTHÈSE: Inégalités sociales et environnementales de santé, deux dimensions étroitement liées: quelle implication en santé publique? *Environnement, Risques & Santé*. https://www.yearbook-ers.jle.com/e-docs/synthese_inegalites_sociales_et_environnementales_de_sante_deux_dimensions_etroitement_liees_quelle_implication_en_sante_publique_332399/yb_synthese.phtml

European Environment Agency (EEA). (2024). *European Climate Risk Assessment*. EEA Report 01/2024. <https://doi.org/10.2800/8671471>

Institut Royal Météorologique de Belgique (IRM). (2025). Les vagues de chaleur à Uccle. Météo Belgique. Retrieved [01/09/2025], from <https://www.meteo.be/fr/climat/changement-climatique-en-belgique/a-uccle/temperature-de-lair/indices-estivaux/vagues-de-chaleur/les-vagues-de-chaleur-a-uccle>

Institut wallon de l'évaluation, de la prospective et de la statistique (IWEPS). (2021). Degré d'urbanisation en Wallonie (Méthode européenne Degurba). Retrieved [01/09/2025], from <https://www.iweps.be/indicateur-statistique/https-www-iweps-be-indicateur-statistique-degre-de-densite-de-population-communes-belges-methode-dg-regio/>

Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat (GIEC). (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 (H.-O. Pörtner, D. C. Roberts, M. Tignor, E. S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Lösschke, V. Möller, A. Okem, & B. Rama, Eds.). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009325844>

Kazmierczak, A. (2015). Mapping flood disadvantage in Scotland 2015. Final report for the Scottish Government. <https://www.gov.scot/publications/mapping-flood-disadvantage-scotland-2015-main-report/>

Kim, K., Kang, J.-Y., & Hwang, C. (2025). Identifying indicators contributing to the Social Vulnerability Index via a scoping review. *Land*, 14(2), Article 2. <https://doi.org/10.3390/land14020263>

Krunoslav, K., et al. (2017). Social vulnerability assessment tools for climate change and DRR programming: A guide to practitioners. United Nations Development Programme. https://www.adaptation-undp.org/sites/default/files/resources/social_vulnerability05102017_0.pdf

Li, A., Toll, M., & Bentley, R. (2023). Mapping social vulnerability indicators to understand the health impacts of climate change: A scoping review. *The Lancet Planetary Health*, 7(11), e925–e937. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(23\)00216-4](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(23)00216-4)

Loozen, Y., Habran, S., & Harchies, M. (2025). Risques climatiques en Wallonie: Indicateur de vulnérabilité sociale de la population face aux aléas climatiques. Service Public de Wallonie – Agence wallonne de l'Air et du Climat (AwAC). <https://rapport-methodo.s3.eu-west-1.amazonaws.com/Rapport+me%CC%81thodo++06++Social.pdf>

Masselot, P., Mistry, M., Vanoli, J., Schneider, R., lungman, T., Garcia-Leon, D., Ciscar, J.-C., Feyen, L., Orru, H., Urban, A., Breitner, S., Huber, V., Schneider, A., Samoli, E., Stafoggia, M., de'Donato, F., Rao, S., Armstrong, B., Nieuwenhuijsen, M., ... Anan, K. (2023). Excess mortality attributed to heat and cold : A health impact assessment study in 854 cities in Europe. *The Lancet Planetary Health*, 7(4), e271 e281. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(23\)00023-2](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(23)00023-2)

Missinne, S., Avalosse, H., & Luyten, S. (2019). Tous égaux face à la santé à Bruxelles ? Données récentes et cartographie sur les inégalités sociales de santé. Commission communautaire commune. <https://www.ccc-ggc.brussels/fr/observatbru/publications/dossier-20192-tous-egaux-face-la-sante-bruxelles-donnees-recentes-et>

Tradowsky, J. S., Philip, S. Y., Kreienkamp, F., Kew, S. F., Lorenz, P., Arrighi, J., Bettmann, T., Caluwaerts, S., Chan, S. C., De Cruz, L., de Vries, H., Demuth, N., Ferrone, A., Fischer, E. M., Fowler, H. J., Goergen, K., Heinrich, D., Henrichs, Y., Kaspar, F., ... Wanders, N. (2023). Attribution of the heavy rainfall events leading to severe flooding in Western Europe during July 2021. *Climatic Change*, 176(7), 90. <https://doi.org/10.1007/s10584-023-03502-7>

Van de Vel, K., et al. (2021). Impact of climate change on the healthcare system in Belgium. Study commissioned by the Federal Public Service Health, Food Chain Safety and Environment. <https://climat.be/doc/fhs-climate-healthcare-final-report-final.pdf>

Vanderplanken, K., et al. (2019). Heat Plan Compilation (Deliverable 2.1, SCORCH project).

Wyard, C. Harchies, M. (2025). Risques climatiques en Wallonie. Indicateur d'aléas liés à la chaleur et aux îlots de chaleur urbain. Service Public de Wallonie (SPW) - Agence Wallonne de l'Air et du Climat (AWAC). <https://rapport-methodo.s3.eu-west-1.amazonaws.com/Rapport+me%CC%81thodo++09.A++Villes++Vagues+de+chaleur.pdf>



3.6. DIAGNOSTIC DE VULNÉRABILITÉ AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES DU SECTEUR ÉCONOMIQUE EN PROVINCE DE LUXEMBOURG

Spécialisé en développement territorial, je travaille au croisement de questions sociales, économiques et environnementales. Mes recherches portent notamment sur le devenir des friches, l'accueil des activités économiques, le développement urbain, la mobilité durable à l'échelle des quartiers et l'adaptation au changement climatique. À travers des analyses combinant littérature scientifique, données spatiales et dialogue avec les acteurs de terrain, j'apporte un éclairage aux décideurs publics sur les dynamiques d'aménagement du territoire en Wallonie.



Bruno BIANCHET
*Directeur scientifique
Lepur – ULiège*



Réginald FETTWEIS
*Chercheur en Développement
territorial, Lepur – ULiège*

ÉTAT DES LIEUX

Le changement climatique et les événements météorologiques extrêmes qui y sont associés pourraient sérieusement affecter l'économie wallonne. Deux types de risques directs liés au climat sont identifiés : les risques de transition d'une part, liés à la conversion vers une production et des opérations à faible émission de CO₂, et d'autre part, l'exposition aux risques climatiques physiques (De Ridder et al., 2020).

L'évaluation des coûts liés aux risques de transition ou de non-adaptation des entreprises aux conséquences du changement climatique est un problème délicat et difficile à mesurer précisément vu l'incertitude associée aux résultats (ICEDD, 2014). La Commission européenne a estimé en 2012 que les coûts de la non-adaptation au changement climatique pourraient varier entre 100 milliards d'euros par an en 2020 et 250 milliards d'euros par an en 2050 pour l'ensemble des pays de l'Union européenne (ETUC, 2020). L'industrie manufacturière et les services collectifs sont les secteurs qui pourraient perdre le plus d'emplois en Europe si aucune mesure d'adaptation n'est mise en œuvre (Triple E Consulting, 2014). Cette situation s'explique par les impacts négatifs du changement climatique sur la demande de certains secteurs, mais aussi par une perte de productivité plus importante par rapport aux autres secteurs (ETUC, 2020), ou encore une réduction des revenus due à la baisse des ventes suite à la modification des comportements de consommation (De Ridder et al., 2020).

En ce qui concerne les risques physiques, trois catégories de stress lié au changement climatique menacent majoritairement les entreprises wallonnes : la hausse des températures, les inondations, et les incendies liés à la sécheresse.

La hausse tendancielle des températures et les vagues de chaleur, plus fréquentes, affectent l'offre de travail et la productivité (Banque de France, 2022). Les températures plus élevées annoncées en raison du changement climatique représentent un risque sérieux pour la santé et la sécurité des travailleurs. De nombreuses études ont montré que la productivité du travail commence à diminuer au-dessus d'un seuil de température d'environ 25 °C (Zivin et Neidell, 2014). De nombreux secteurs pourraient ainsi souffrir d'une perte de productivité (Lauwaet et al., 2020).

Le secteur secondaire (industrie, énergie, construction) représente 22 % de l'emploi régional (ONSS, 2020) (INASTI, 2020). La majorité des employés et indépendants du secteur de la construction travaillent à l'extérieur et peuvent souffrir de stress thermique, de la sécheresse, de vertiges ou même s'effondrer si leur température corporelle dépasse 39 °C. L'environnement bâti se heurte également à un souci croissant de surchauffe lorsqu'il est exposé à des températures en hausse et à une chaleur extrême ; un phénomène problématique pour le matériau de construction, mais surtout préjudiciable au confort et à la santé des travailleurs actifs à l'intérieur ou dans des environnements chauds. En pratique, les endroits les plus exposés par de tels dangers sont les serres, les boulangeries, les usines de fabrication, les entrepôts et les fonderies (ETUC, 2020).

Les catastrophes naturelles, comme les inondations, sont quant à elles susceptibles d'affecter les entreprises à travers le facteur capital (Banque de France, 2022). Les inondations constituent, après les tremblements de terre, l'un des types de catastrophes les plus coûteux, principalement lorsqu'elles se produisent dans des zones urbanisées (ETUC, 2020). C'est généralement le secteur industriel qui subit les dommages les plus importants. Pour la Wallonie, cela est important, étant donné la présence, toujours structurante, des industries métallurgiques dans le sud du Pays (De Ridder et al., 2020). Les entreprises touchées par des événements météorologiques extrêmes peuvent être obligées à arrêter définitivement ou temporairement leur production, à déménager ou à rénover leurs installations (ETUC, 2020). Les infrastructures, les bâtiments et les machines sont particulièrement vulnérables compte tenu de leur longue durée de vie et de leur coût initial élevé (De Ridder et al., 2020), mais également en raison de leur conception (faible résistance aux tempêtes) ou de leur emplacement en zone inondable ou sujet à des glissements de terrain (ETUC, 2020).

De nombreuses villes wallonnes ont été construites le long d'une rivière, et ces rivières réagiront aux fortes précipitations par des crues extrêmes, menaçant les vallées, où se sont installées historiquement les activités manufacturières. Ces situations peuvent avoir des conséquences dramatiques pour l'économie, car elles affectent notamment le tissu économique local, l'industrie, le commerce de détail et les PME (ETUC, 2020). Il est également à noter que la Wallonie abrite un certain nombre de grandes entreprises qui, par leur taille, leurs activités et les risques qui y

sont liés, doivent faire l'objet d'une attention particulière. C'est notamment le cas des établissements relevant de la Directive européenne relative aux émissions industrielles (IED) tels que les industries d'activités énergétiques, de production et transformation de métaux, les industries minérales, chimiques, de gestion des déchets mais aussi les activités liées à l'élevage et au traitement des produits d'origine animale et végétale. C'est également le cas des établissements relevant de la directive Seveso, soumis à une réglementation stricte du fait des substances dangereuses présentes sur leurs sites (installations pétrochimiques, raffineries, explosifs...). Une attention particulière est nécessaire pour ce type d'entreprises.

Les épisodes de sécheresse, quant à eux, devraient affecter significativement les services d'utilité publique, tels que les fournisseurs d'énergie et d'eau ou les unités de gestion des déchets. L'approvisionnement en énergie pourrait être réduit ou connaître des risques de black-out suite au manque d'eau de refroidissement servant à la production d'électricité, contraignant les entreprises à adapter leur consommation d'énergie et/ou à augmenter leurs coûts. Les centrales nucléaires, par exemple, ont besoin de grandes quantités d'eau pour refroidir et leur refroidissement provoque une hausse de la température des rivières (ETUC, 2020). Or, la production électrique reste très largement dépendante de l'énergie nucléaire en Wallonie. Les centrales risquent donc d'exercer une pression supplémentaire sur les rivières dont les débits diminuent. Les entreprises mentionnent, pour leur part, les impacts suivants, par ordre d'importance : baisse des revenus due à une diminution de la production qui peut être liée à des difficultés de transport ou de chaîne d'approvisionnement ; augmentation des coûts d'exploitation, par exemple, à la suite d'un approvisionnement en eau inadéquat ; et réduction des revenus due à la baisse des ventes (De Ridder et al., 2020).

Les sécheresses (étiage) peuvent également gravement perturber les services de navigation intérieure du secteur de la logistique en réduisant les niveaux d'eau au point de contraindre les navires à diminuer la charge transportée, ou au point de rendre la navigation impossible (ETUC, 2020). Dès lors, en cas de pénurie d'eau, on s'attend à ce que les ménages, l'industrie, les data centers, la distribution d'eau, le tourisme, les producteurs d'électricité, l'agriculture et la nature se livrent une concurrence féroce pour accéder à des ressources en eau devenues limitées. Surtout qu'il n'existe

pas, à l'heure actuelle, de lignes directrices claires en cas de crise (étude « Étiage » en cours au sein du SPW-MI).

Le tissu économique présente également la particularité d'être vulnérable à une multitude de risques indirects pouvant se répercuter au-delà d'un secteur, et causer des dommages à l'économie globale en plus du seul coût des dommages sectoriels (ETUC, 2020). En effet, la chaîne de valeur des entreprises peut concerner une multitude de secteurs, allant de l'agriculture au transport (routier, maritime, aérien), en passant par l'énergie, les infrastructures et l'eau, entre autres. Une grande partie de cette vulnérabilité découle également des impacts sectoriels en dehors de l'Europe, la chaîne de valeur d'une entreprise étant souvent mondialisée et donc très étendue (EEA, 2017).

L'emploi en Wallonie est dominé en termes de volume de main-d'œuvre par le secteur des services aux personnes ou non marchands qui représente 45 % de l'emploi régional et continue à croître légèrement. Les services marchands représentent 20 % de la main-d'œuvre et affichent la plus forte croissance. Les commerces et l'HoReCa qui représentent 12 % sont également en légère hausse (ONSS, 2020). Ces secteurs ne sont pas identifiés comme critique vis-à-vis des effets directs du changement climatique mais Triple E consulting (2014) a estimé que les pertes d'emplois les plus nombreuses en Europe devraient intervenir dans les services collectifs, le commerce de détail et les loisirs (environ 100 000 pertes d'emploi d'ici 2050), les services aux entreprises (informatique, services juridiques, gestion des installations...) et les services publics (jusqu'à 90 000 emplois perdus pour les deux secteurs). La structure de l'emploi wallon pourrait donc être fortement impactée. En effet, les effets négatifs sur le secteur primaire (agriculture, sylviculture, pêche, activités minières) provoqueront des effets d'entraînement négatifs extrêmes sur ces secteurs en raison de liens intersectoriels en plus du seul coût des dommages sectoriels (ETUC, 2020). Les études qui ont pris en compte ces effets indirects semblent souvent se heurter à un doublement du coût initial des dommages lorsque leur effet sur l'ensemble de l'économie est pris en compte (De Ridder et al., 2020).

MÉTHODE D'ANALYSE

La vulnérabilité du secteur économique aux changements climatiques a été étudiée au regard de trois stress climatiques :

1. les inondations, par débordement de cours d'eau et par ruissellement ;
2. les vagues de chaleur ;
3. le risque de feux de forêt liés aux épisodes de sécheresse.

Périmètre de l'analyse

Cette analyse porte sur l'ensemble des numéros d'entreprise actifs enregistrés dans la Banque-Carrefour des Entreprises (BCE) et localisés en province de Luxembourg, qu'il s'agisse de personnes morales ou physiques, de sièges sociaux ou d'unités d'établissement, indépendamment de leur situation juridique.

L'échantillon comprend 51 592 entités, dont :

- 30 202 enregistrées comme personne morale, principalement actives dans le commerce, la construction, ou l'hébergement et la restauration ;
- 21 390 enregistrées comme personne physique, principalement actives dans l'agriculture, la sylviculture et la pêche, le commerce, ou l'industrie manufacturière.

Ces trois mécanismes peuvent être renforcés par différents facteurs de risque, en particulier la localisation du tissu économique local, des industries, des PME et du commerce de détail.

Afin de déterminer les entreprises exposées, les données 2024 de la Banque-Carrefour des Entreprises (BCE) ont été spatialisées par le centre de ressources de la CPDT et ont été confrontées à une série de cartes d'aléa ou de risque disponibles en Wallonie.

RÉSULTATS DE L'ANALYSE SPATIALE

Vulnérabilité aux inondations

• Débordement

La vulnérabilité aux inondations par débordement est appréhendée à travers l'aléa d'inondation. Dans la carte d'aléa d'inondations en vigueur (datant de 2020), il a été convenu d'y remplacer la partie relative au bassin versant de la Vesdre par les classes d'exposition aux inondations recalculées dans le cadre de l'étude MODREC et publiées dans le Schéma Stratégique du bassin de la Vesdre (faisant suite aux inondations de 2021). La modification opérée concerne exclusivement l'aléa par débordement de la Vesdre (Chênée – Eupen) et de la Hoëgne (Pepinster – Theux). Il a semblé inévitable pour l'équipe de recherche d'effectuer cette modification au vu de l'importance qu'ont pris les inondations de juillet 2021 par rapport à la zone d'aléa très faible en vigueur dans cette partie de la Wallonie.

Elle propose une classification en quatre niveaux :

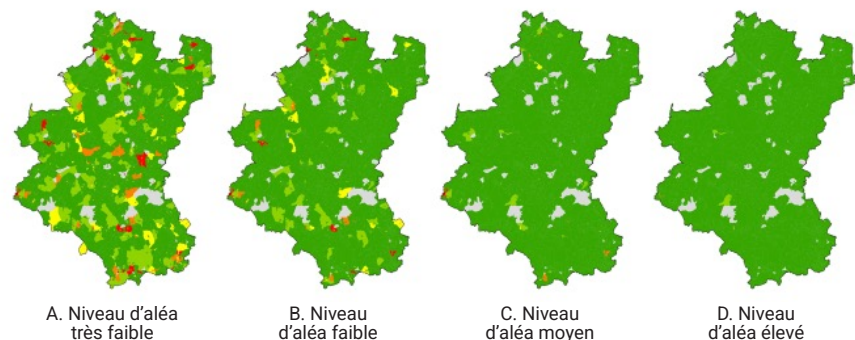
1. aléa très faible ;
2. aléa faible ;
3. aléa moyen ;
4. aléa élevé.

La Figure 1 illustre la part des entreprises localisées en zone d'aléa d'inondation par débordement de cours d'eau, selon quatre niveaux d'aléa (très faible, faible, moyen et élevé), pour chaque secteur statistique de la province.

Globalement, la majorité des secteurs statistiques présentent une part très faible à faible d'entreprises exposées, quelle que soit l'intensité de l'aléa considéré. Lorsque l'on considère les niveaux d'aléa les plus faibles (Figure 1A et en partie 1B), un nombre non négligeable de secteurs présentent des parts modérées à élevées qui se concentrent essentiellement le long de certains fonds de vallée ou axes hydrographiques bien identifiés. À mesure que l'on progresse vers des niveaux d'aléa plus élevés (Figures 1C et 1D), l'exposition des entreprises devient de plus en plus marginale, tant en nombre de secteurs concernés qu'en intensité. Les zones d'aléa moyen et élevé se caractérisent ainsi par une quasi-généralisation de parts très faibles d'entreprises exposées.

Part des entreprises situées en zone d'aléa d'inondation par débordement à l'échelle des secteurs statistiques

- Très faible (0 - 20%)
- Faible (20 - 40%)
- Moderée (40 - 60%)
- Haute (60 - 80%)
- Très haute (80 - 100%)



Léopold-Uiège 2026
Source : SPW 2020, SPW 2021

Figure 1 – Part des entreprises situées en zone d'aléa d'inondation par débordement à l'échelle des secteurs statistiques.

• Ruissellement concentré

Le ruissellement est appréhendé par la cartographie des axes de concentration naturels des eaux de ruissellement (LiDAXES) qui met en évidence les zones à risque d'inondations apparaissant suite à la concentration naturelle des eaux de ruissellement de surface. Les axes de concentration naturels de ruissellement correspondent aux thalwegs, vallées et vallons secs. Autrement dit, les axes à risque de ruissellement correspondent aux chemins naturels de concentration des eaux de ruissellement tenant compte de la topographie du paysage. La cartographie propose une classification en quatre niveaux selon la surface drainée par l'axe de ruissellement :

1. ceux dont le bassin versant est inférieur à 20 ha (aléa très faible) ;
2. ceux dont le bassin versant est compris entre 20 et 50 ha (aléa faible) ;
3. ceux dont le bassin versant est compris entre 50 et 100 ha (aléa moyen) ;
4. ceux dont le bassin versant est supérieur à 100 ha (aléa élevé).

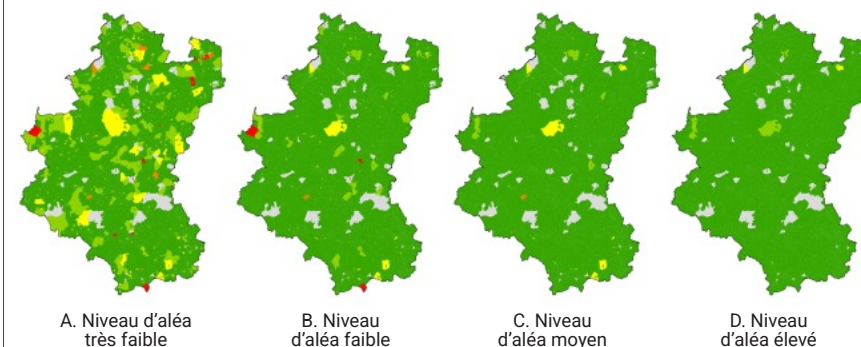
Afin d'évaluer les entreprises en zone d'aléa d'inondation par ruissellement, la localisation des entreprises de la BCE est confrontée aux axes de

ruissellement. Une entreprise située à moins de 20 mètres d'un axe est considérée comme étant impactée par cet axe. Cette distance est celle utilisée dans le référentiel « Aménagements et constructions en zone inondable » et s'explique entre autres par l'incertitude autour de la localisation des axes.

La Figure 2 représente la part des entreprises situées à proximité immédiate (moins de 20 mètres) d'un axe de ruissellement concentré, selon quatre niveaux d'aléa (très faible, faible, moyen et élevé), pour chaque secteur statistique de la province.

Part des entreprises situées à moins de 20 mètres d'un axe de ruissellement concentré à l'échelle des secteurs statistiques

- Très faible (0 - 20%)
- Faible (20 - 40%)
- Moderée (40 - 60%)
- Haute (60 - 80%)
- Très haute (80 - 100%)



Léopold-Uiège 2026
Source : SPW 2020, SPW 2021

Figure 2 – Part des entreprises situées à moins de 20 mètres d'un axe de ruissellement concentré à l'échelle des secteurs statistiques.

Par rapport aux zones de débordement, l'exposition liée au ruissellement apparaît légèrement plus diffuse, en particulier pour les niveaux d'aléa très faible et faible (Figures 2A et 2B). On observe un nombre plus important de secteurs statistiques présentant des parts modérées d'entreprises exposées, traduisant le caractère plus fin, ramifié et omniprésent des axes de ruissellement dans le tissu territorial, y compris en dehors des grandes vallées fluviales.

Néanmoins, comme pour les inondations par débordement, les secteurs où la part d'entreprises exposées est élevée ou très élevée demeurent rares et très localisés. À partir du niveau d'aléa moyen (Figure 2C) et, plus encore, du niveau d'aléa élevé (Figure 2D), l'exposition devient largement résiduelle, avec une domination quasi exclusive des classes « très faible » et « faible ».

Ces résultats suggèrent que, si le ruissellement constitue un aléa potentiellement plus étendu spatialement que le débordement, son impact direct sur les entreprises reste globalement limité à des configurations locales spécifiques.

- **Lecture transversale**

Pris ensemble, les deux ensembles de cartes montrent que :

- l'exposition des entreprises aux aléas d'inondation, qu'ils soient liés au débordement ou au ruissellement, est globalement faible à l'échelle de la province de Luxembourg ;
- les situations de forte concentration d'entreprises en zone à risque sont exceptionnelles et fortement localisées ;
- le ruissellement apparaît comme un aléa plus diffus mais moins intensément contraignant, tandis que le débordement est plus concentré spatialement et associé à des zones où l'activité économique est généralement moins dense.

Vulnérabilité aux vagues de chaleur

La vulnérabilité aux vagues de chaleur est appréhendée à travers l'aléa de chaleur diurne. La cartographie des aléas diurnes de vagues de chaleur a été conçue dans le cadre de l'étude AWAC par l'ISSeP (Fettweis et al., 2025), à partir de la cartographie des zones climatiques locales (LCZ) de Demuzere et al. (2022). Les sorties d'UrbClim pour les mois d'été (juin, juillet et août) sont utilisées comme données thermiques de référence pour Liège, Charleroi et leur périphérie (Hooyberghs et al., 2019, Climate Analytics, 2022). Ces données incluent quatre indicateurs thermiques :

- nombre de jours d'été** : jours où la température maximale dépasse les 25 °C ;
- nombre de jours de vague de chaleur** : période de 5 jours consécutifs avec des températures maximales dépassant les 25 °C, dont 3 jours avec plus de 30 °C ;

- nombre de nuits chaudes** : nuits où la température minimale dépasse les 18 °C ;
- température de l'air à 23h** : moment de la journée où l'intensité thermique est maximale.

La cartographie de l'aléa de chaleur diurne, fondée sur le nombre de jours de vague de chaleur, a été privilégiée par rapport à l'aléa nocturne ou combiné, car elle est plus représentative des situations critiques auxquelles les entreprises sont confrontées pendant les heures de travail et les périodes de production.

Trois scénarios climatiques sont pris en compte pour la cartographie : climat actuel, +2 °C et +3 °C par rapport à l'ère préindustrielle. L'aléa est classé en quatre niveaux :

- très faible ;
- faible ;
- moyen ;
- élevé.

Les figures ci-dessous illustrent la part des entreprises de la province de Luxembourg exposées au risque de chaleur diurne selon quatre catégories d'aléa (de « très faible » à « élevé »).

Dans la configuration du climat actuel, la province bénéficie d'une relative préservation. La part des entreprises concernées par un aléa très faible est actuellement très haute sur l'ensemble du territoire (Figure 3A), tandis que la part de celles touchées par un aléa faible reste marginale, étant modérée à très haute que dans quelques secteurs statistiques correspondant aux centres urbains (Figure 3B). À ce jour, la part des entreprises exposées à des niveaux d'aléa moyen ou élevé est nulle, ce qui indique que le tissu économique n'est pas encore confronté à des contraintes thermiques majeures durant la journée.

Le passage au scénario climatique +2 °C induit un basculement systémique de la vulnérabilité des entreprises. On observe une généralisation de la part des entreprises exposées à un aléa faible, laquelle devient très haute dans la totalité des secteurs statistiques (Figure 4B). L'exposition à une chaleur diurne faible devient la norme pour l'ensemble des entreprises

Part des entreprises en zone d'aléa de chaleur diurne selon le scénario climatique actuel à l'échelle des secteurs statistiques

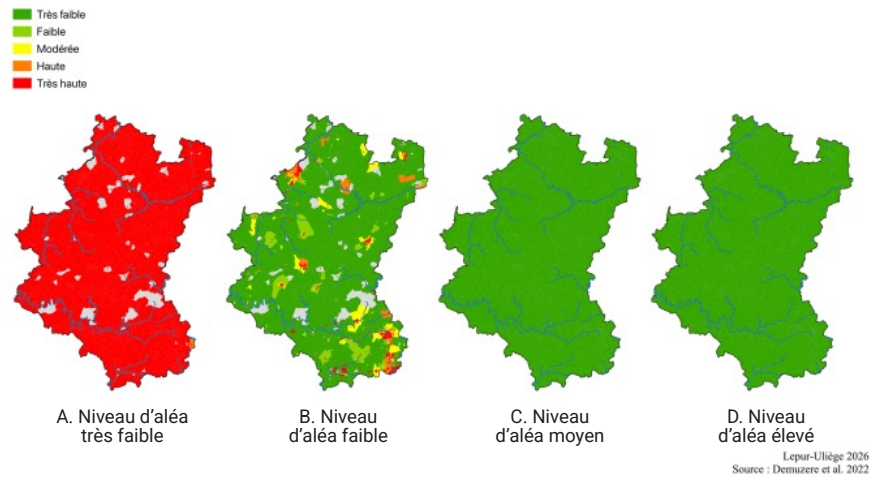


Figure 3 – Part des entreprises situées en zone d'aléa de chaleur diurne selon le scénario climatique actuel à l'échelle des secteurs statistiques.

Part des entreprises en zone d'aléa de chaleur diurne selon le scénario climatique +2°C à l'échelle des secteurs statistiques

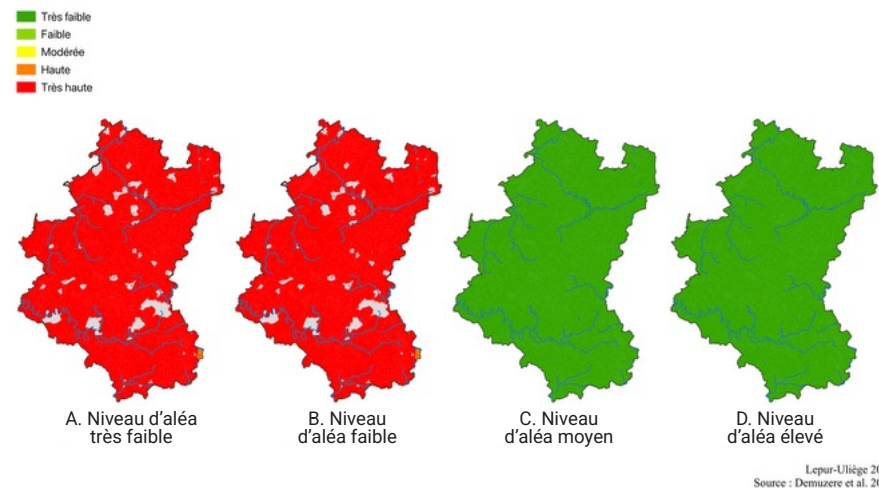


Figure 4 – Part des entreprises situées en zone d'aléa de chaleur diurne selon le scénario climatique +2 °C à l'échelle des secteurs statistiques.

de la province. Toutefois, cette dégradation reste contenue à l'aléa faible, puisque la part des entreprises concernées par des niveaux d'aléa moyen ou élevé demeure nulle (Figures 4C et 4D), n'évoluant pas par rapport à la situation actuelle.

L'analyse du scénario climatique +3 °C révèle une aggravation du risque. Si la part des entreprises touchées par un aléa faible reste la norme (Figure B), la rupture majeure se situe dans l'intensification des niveaux d'aléa supérieurs. Dans de nombreux secteurs statistiques, la part des entreprises concernées par un aléa moyen progresse de manière significative, passant à des niveaux modérés, voire hauts et très hauts (Figure 5C). Plus critique encore, le territoire commence à voir apparaître des secteurs, au niveau d'Arion, où la part des entreprises exposées à un aléa élevé n'est plus nulle (Figure 5D). Ce scénario traduit donc une double pression : une omniprésence du risque thermique de base couplée à une montée en puissance de la dangerosité au sein des pôles les plus denses, où une proportion croissante d'entreprises se retrouve désormais en zone de stress thermique moyen.

Part des entreprises en zone d'aléa de chaleur diurne selon le scénario climatique +3°C à l'échelle des secteurs statistiques

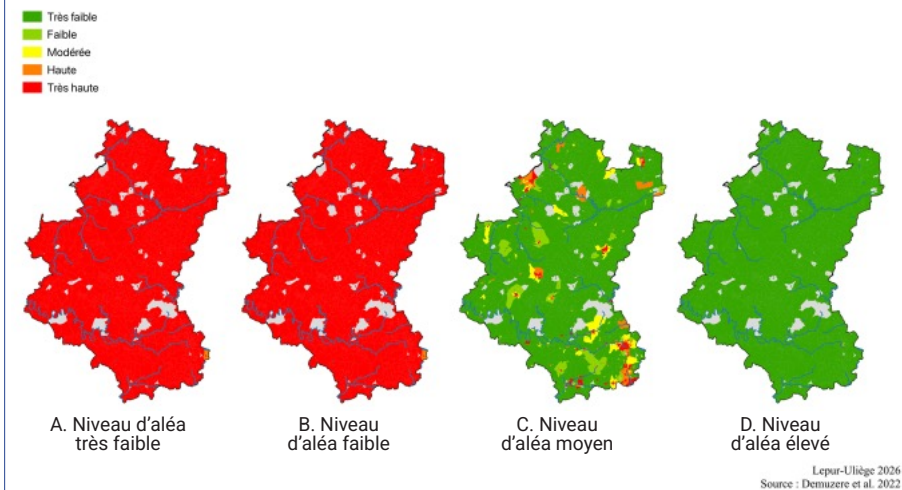


Figure 5 – Part des entreprises situées en zone d'aléa de chaleur diurne selon le scénario climatique +3 °C à l'échelle des secteurs statistiques.

Ce basculement menace directement la continuité des activités par une dégradation de la santé au travail et de la productivité, tout en mettant sous tension les infrastructures techniques et les systèmes de refroidissement.

Vulnérabilité aux incendies

La carte d'aléa, développée spécifiquement pour l'étude AWAC (Fettweis et al., 2025) s'appuie sur la carte de la probabilité des feux de forêt en Belgique réalisée par Depicker et al. en 2020. Elle a été re-seuillée pour ajuster les classes de probabilité à la réalité du territoire wallon.

La classification de cette nouvelle carte repose sur quatre niveaux d'aléa :

1. faible ;
2. moyen-faible ;
3. moyen-élevé ;
4. élevé.

En se basant sur un benchmark des réglementations et des bonnes pratiques d'aménagements dans des pays confrontés à un risque de feux de forêts, une zone tampon de 200 mètres, traditionnellement considérée pour évaluer les risques d'incendie et leurs impacts, a été définie autour des zones d'aléa.

Cette figure ci-contre représente, à l'échelle des secteurs statistiques, la part des entreprises situées à proximité de zones exposées à un aléa d'incendie, en distinguant quatre niveaux d'aléa (faible, moyen-faible, moyen-élevé et élevé), définis selon des classes d'éloignement de 200 mètres.

Pour les niveaux d'aléa faible et moyen-faible (Figures 6A et 6B), la carte met en évidence une exposition très importante et largement généralisée des entreprises. Une grande majorité de secteurs statistiques se situent dans les classes « haute » à « très haute », traduisant une forte proximité entre le tissu économique et les zones potentiellement concernées par l'aléa incendie. Cette configuration suggère que, pour ces niveaux d'aléa, l'incendie constitue un risque diffus et structurel.

Lorsque l'on considère le niveau d'aléa moyen-élevé (Figure 6C), la situation apparaît plus contrastée. La part des secteurs présentant une exposition élevée diminue sensiblement au profit de classes « faibles » et « modérées ».

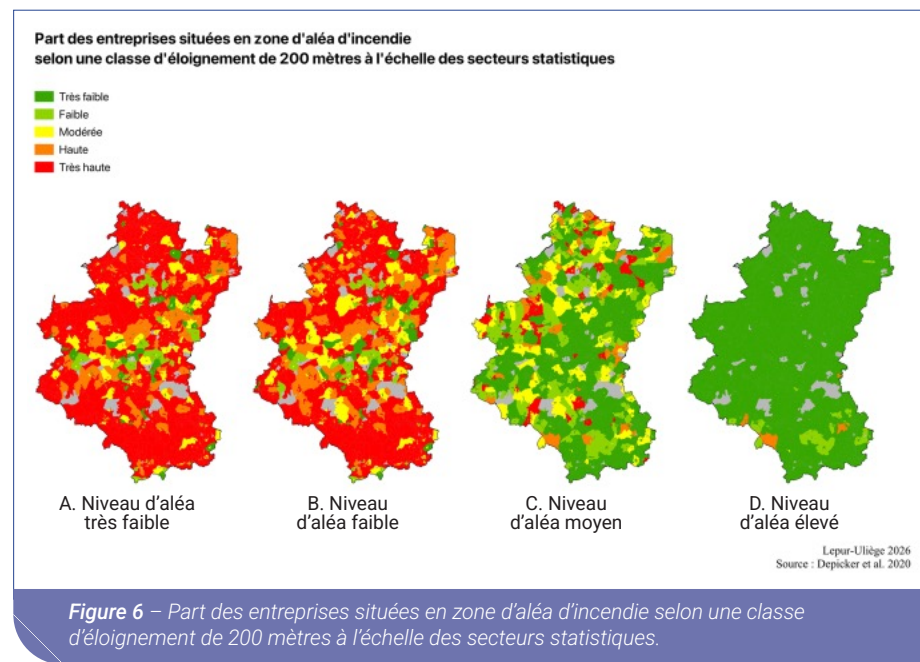


Figure 6 – Part des entreprises situées en zone d'aléa d'incendie selon une classe d'éloignement de 200 mètres à l'échelle des secteurs statistiques.

L'exposition des entreprises devient alors plus hétérogène spatialement, avec une différenciation plus marquée entre secteurs.

Enfin, pour le niveau d'aléa élevé (Figure 6D), l'exposition des entreprises apparaît globalement très faible. La quasi-totalité des secteurs statistiques se situent dans la classe « très faible », indiquant que les zones les plus fortement exposées à l'aléa incendie sont, dans l'ensemble, peu investies par des activités économiques. Les rares secteurs présentant encore une exposition modérée à élevée restent ponctuels et très localisés.

CONCLUSION

L'analyse croisée des données de la Banque-Carrefour des Entreprises et des différentes cartes d'aléa disponibles en Wallonie révèle que le tissu économique de la province de Luxembourg se trouve à la confluence de vulnérabilités multiples. Qu'il s'agisse de pressions hydriques, thermiques ou d'aléas soudains comme les inondations et les incendies, aucune entreprise n'apparaît totalement immunisée contre les effets des changements climatiques.

L'état des lieux et les résultats mettent en exergue trois constats fondamentaux :

1. **La mutation des risques** : la généralisation progressive du stress thermique et la récurrence des vagues de chaleur cessent d'être des événements exceptionnels pour devenir des contraintes structurelles. Ces aléas pèsent durablement sur la productivité, la santé au travail et la continuité des services d'utilité publique.
2. **La persistance des risques aigus** : bien que localisés géographiquement, les risques d'inondations et d'incendies conservent un potentiel de rupture majeur pour le capital fixe des entreprises. La concentration historique des activités dans les vallées et à proximité des zones forestières crée des points de fragilité critique où l'impact économique peut être immédiat et dévastateur.
3. **L'effet de levier des interdépendances** : la vulnérabilité ne se limite pas aux dommages physiques directs. Elle se propage à travers les chaînes de valeur mondialisées et les liens intersectoriels, où un incident localisé peut entraîner des répercussions systémiques sur l'ensemble de l'économie régionale.

En définitive, la pérennité du tissu économique repose sur une approche de gestion des risques intégrée. L'enjeu n'est pas seulement de répondre à un aléa spécifique, mais d'engager une transformation profonde des modes de production et d'aménagement du territoire. Anticiper ces impacts par des stratégies d'adaptation proactives constitue donc un impératif.

BIBLIOGRAPHIE

- ADEME. (2020). DIAGNOSTIC DES IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR UNE ENTREPRISE.
- BANQUE DE FRANCE. (2022). ADAPTATION DES ÉCONOMIES AU CHANGEMENT CLIMATIQUE.
- CERDD. (2020). ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE : LES ENTREPRISES EN ACTION.
- DE RIDDER ET AL. (2020). EVALUATION DE L'IMPACTO SOCIO-ÉCONOMIQUE DU CHANGEMENT CLIMATIQUE EN BELGIQUE.
- EEA. (2017). CLIMATE CHANGE, IMPACTS AND VULNERABILITY IN EUROPE.

EPE ET ONERC. (2014). LES ENTREPRISES ET L'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE.

- ETUC. (2020). ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE ET MONDE DU TRAVAIL.
- FETTWEIS ET AL. (2025). RISQUES CLIMATIQUES EN WALLONIE. INDICATEUR D'EXPOSITION DES ENTREPRISES.
- GEREFFI ET FERNANDEZ-STARK. (2016).
- ICEDD. (2014). L'IDENTIFICATION ET L'ÉVALUATION DES COÛTS DE L'INACTION FACE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE EN WALLONIE.
- INASTI. (2020). ÉVOLUTION DES INDÉPENDANTS À TITRE PRINCIPAL INASTI.
- IPCC. (2014). CLIMATE CHANGE : IMPACTS, ADAPTATION, AND VULNERABILITY. PART A: GLOBAL AND SECTORAL ASPECTS.
- ISO. (2018). ISO AND CLIMATE CHANGE.
- LAUWAET ET AL. (2020). A NEW METHOD TO ASSESS FINE-SCALE OUTDOOR THERMAL COMFORT FOR URBAN AGGLOMERATIONS.
- ONSS. (2020). ÉVOLUTION DES POSTES DE TRAVAIL ONSS EN BELGIQUE.
- TRIPLE E CONSULTING. (2014). ASSESSING THE IMPLICATIONS OF CLIMATE CHANGE ADAPTATION ON EMPLOYMENT IN THE EU.
- ZIVIN ET NEIDELL. (2014). TEMPERATURE AND THE ALLOCATION OF TIME : IMPLICATION FOR CLIMATE CHANGE.



3.7. AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE ET RISQUES CLIMATIQUES EN PROVINCE DE LUXEMBOURG

Jacques Teller est professeur d'urbanisme et d'aménagement du territoire à l'Université de Liège. Il dirige le LEMA (Local Environment Management and Analysis), une équipe rattachée à l'unité de recherche Urban & Environmental Engineering de l'ULiège. Ses recherches portent sur la ville inclusive et durable, abordée à différentes échelles, du quartier à la planification régionale. Il a coordonné la réalisation du Schéma Stratégique d'adaptation du bassin versant de la Vesdre suite aux inondations de juillet 2021. Il est par ailleurs un co-auteur du référentiel wallon sur les quartiers durables, du référentiel pour les constructions et aménagements en zones inondables et du référentiel Gestion Durable des Eaux Pluviales. Il travaille sur la gestion des risques en milieu urbain, et plus spécifiquement l'exposition aux risques climatiques et les politiques d'adaptation associées.



INTRODUCTION

La province de Luxembourg est souvent perçue comme un territoire préservé, caractérisé par de vastes espaces naturels, une faible densité de population et un cadre de vie de qualité. Pourtant, cette image masque une réalité plus contrastée : loin d'être épargnée par les effets du changement climatique, la province est aujourd'hui confrontée à une série de risques climatiques croissants. Les travaux menés par l'Agence wallonne de l'Air et du Climat (AWAC) ont adressé plusieurs types de vulnérabilités, parmi lesquelles figurent notamment les risques d'inondation – en particulier par ruissellement – ainsi que les risques de feux de forêt (Harchies et. al., 2025).

Ces risques ne sont pas de simples projections théoriques. Ils s'appuient sur des données observées, des événements passés et des analyses spatiales précises. En ce qui concerne les feux de forêt, l'exposition du territoire luxembourgeois a été évaluée dans le cadre de l'étude AWAC, reposant notamment sur une reclassification de cartes de sensibilité publiées par l'Université de Gand (Depicker et. al., 2020).

Ces analyses ont permis de mettre en évidence une vulnérabilité réelle du territoire, liée à ses caractéristiques naturelles et à ses dynamiques d'occupation du sol (Figure 1). Il convient de souligner que ces évaluations se fondent essentiellement sur le climat actuel ou passé et ne prennent pas pleinement en compte les évolutions climatiques futures.

Or, l'ensemble des indicateurs climatiques converge vers un constat préoccupant : la situation actuelle est appelée à s'aggraver. La multiplication des vagues de chaleur, l'allongement des périodes de sécheresse et l'augmentation des températures moyennes affectent particulièrement la province de Luxembourg (Figure 1).

Dans ce contexte, la question de l'adaptation au changement climatique, et plus spécifiquement de l'aménagement du territoire, devient centrale. Il ne s'agit plus seulement de gérer l'existant, mais d'anticiper les risques futurs afin de réduire la vulnérabilité des populations, des infrastructures et des milieux naturels.

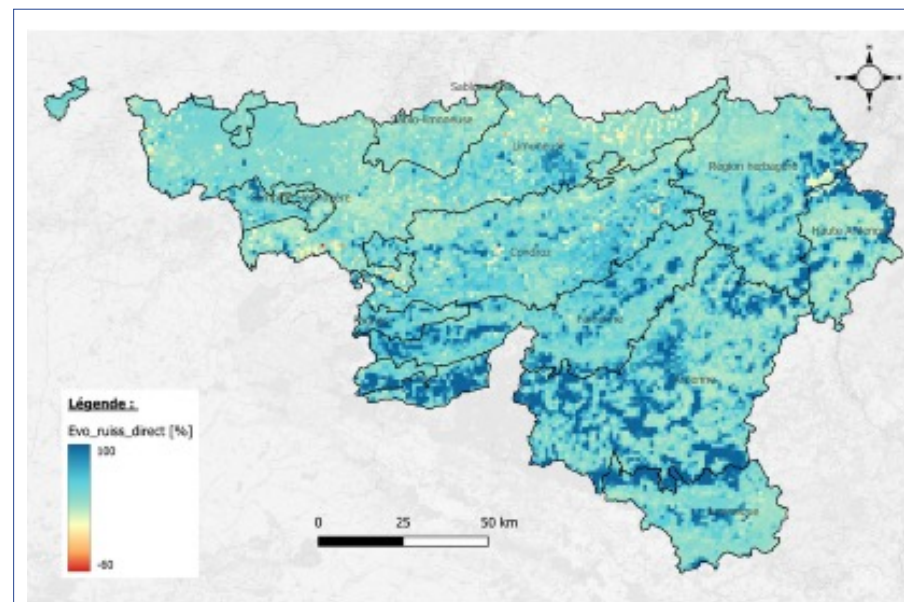


Figure 1 – Évolution du risque de ruissellement direct dans un scénario à +3°C. (Harchies et. al., 2025).

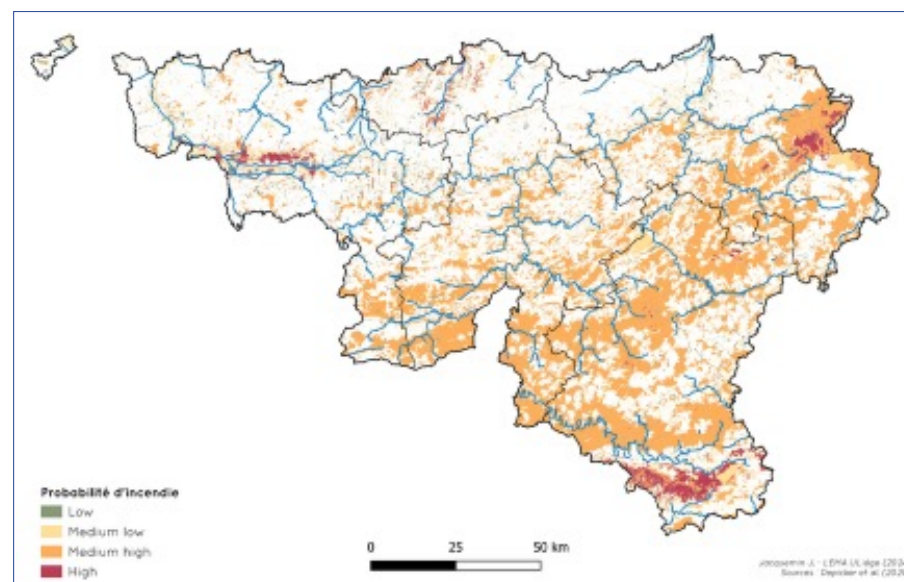


Figure 2 – Carte risque de départ de feux de forêt (Harchies et. al., 2025).

POURQUOI LA PROVINCE DE LUXEMBOURG EST-ELLE PARTICULIÈREMENT EXPOSÉE AUX RISQUES CLIMATIQUES ?

La vulnérabilité de la province de Luxembourg face aux risques climatiques, et en particulier aux feux de forêt (Figure 2), s'explique par une combinaison de facteurs naturels, climatiques et anthropiques. Parmi ceux-ci, la présence d'un couvert arboré important et les conditions climatiques jouent un rôle déterminant.

La province se distingue en effet par une proportion élevée de surfaces boisées, qui constituent un atout majeur en matière de biodiversité, de stockage du carbone et de régulation thermique. Ce couvert arboré contribue notamment à atténuer les effets des vagues de chaleur dans les zones urbanisées, en limitant les îlots de chaleur et en améliorant le confort thermique des habitants. Toutefois, cette caractéristique positive se transforme en facteur de vulnérabilité lorsqu'il s'agit du risque d'incendie. En période de sécheresse prolongée, la végétation devient un combustible potentiel, augmentant significativement la probabilité de départ et de propagation des feux.

À ces éléments naturels s'ajoute un facteur déterminant : l'interface entre les zones urbanisées et les milieux naturels, en particulier forestiers. Cette interface, souvent qualifiée d'interface habitat-forêt, correspond aux zones où les habitations, les infrastructures et les activités humaines s'interpénètrent avec les espaces boisés. Or, plus cette interface est développée, plus le risque de feux de forêt augmente. La province de Luxembourg est particulièrement concernée par ce phénomène, en raison d'une urbanisation diffuse et d'un habitat largement dispersé au sein ou à proximité immédiate des massifs forestiers.

L'impact du développement de l'interface habitat-forêt sur le risque d'incendie s'explique par deux mécanismes principaux.

D'une part, la probabilité de départ de feu est nettement plus élevée à proximité des activités humaines. Les infrastructures associées à l'urbanisation – telles que le réseau de voirie, les lignes électriques ou les équipements techniques – constituent autant de sources potentielles d'ignition. À cela s'ajoutent les comportements humains, qu'il s'agisse d'activités de loisirs, de travaux agricoles ou forestiers, ou encore de

l'utilisation de dispositifs à combustible. Les statistiques montrent que la majorité des départs de feu sont d'origine anthropique, ce qui explique pourquoi les zones habitées ou fréquentées présentent un risque supérieur à celui des espaces naturels isolés.

Dans ce contexte, la mise en place de périmètres réglementaires de débroussaillage et d'entretien des abords des habitations apparaît comme un levier essentiel de prévention (CEREMA, 2018). Ces mesures permettent de réduire la charge en combustible à proximité des bâtiments et de limiter la propagation des incendies. Elles nécessitent toutefois une coordination étroite entre les autorités publiques, les communes et les propriétaires privés.

D'autre part, le développement de l'interface habitat-forêt renforce l'exposition des bâtiments et des populations aux conséquences des incendies. La diffusion de l'habitat dans les zones boisées entraîne une multiplication des foyers potentiellement concernés par un feu de forêt. Même si ces zones n'abritent pas toujours de fortes densités de population, elles posent des défis opérationnels majeurs en cas de crise. Les interventions des services de secours y sont plus complexes, notamment en raison de l'accessibilité limitée, de la dispersion des habitations et de l'étendue des zones susceptibles d'être affectées par les fumées. Les opérations d'évacuation, d'assistance aux populations et de protection des biens s'en trouvent considérablement compliquées.

QUELLES CONSÉQUENCES EN MATIÈRE D'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE ?

Face à ces constats, l'aménagement du territoire apparaît comme un levier stratégique majeur pour réduire la vulnérabilité de la province de Luxembourg aux risques climatiques. Or, le territoire est aujourd'hui marqué par un mitage important de l'espace. Le développement de l'habitat en ruban le long des axes routiers, ainsi que la dispersion de constructions isolées dans les zones rurales et forestières, constituent des caractéristiques persistantes du modèle d'urbanisation luxembourgeois.

Cette forme d'urbanisation diffuse présente de nombreux inconvénients en matière de gestion des risques. Elle accroît l'interface entre l'habitat et les milieux naturels, augmente les coûts de desserte en infrastructures et complique l'organisation des services de secours.

Dans sa configuration actuelle, le plan de secteur ne permet pas de répondre efficacement à ces enjeux. Au contraire, il a historiquement contribué à autoriser et à pérenniser des formes d'urbanisation peu compatibles avec les objectifs de résilience climatique.

Dans la province de Luxembourg, les réserves foncières constituées de terrains non encore bâtis situés en zone urbanisable sont particulièrement importantes (Tableau 1). Cette situation résulte en grande partie des choix historiques d'aménagement du territoire, qui ont largement ouvert l'urbanisation, en particulier tout au long des voiries dites équipées. La présence de vastes surfaces constructibles dispersées favorise une urbanisation diffuse plutôt qu'un développement compact. La mise en œuvre du plan de secteur, si elle se fait sans stratégie globale, risque dès lors d'accentuer le mitage du territoire. Une gestion plus maîtrisée des réserves foncières apparaît donc essentielle pour un développement territorial durable.

		Luxembourg		Wallonie francophone	
		Centralités	Esp. excentrés	Centralités	Esp. excentrés
Résidentiel	Superficie	1 047	9 986	10 596	39 312
	Taux	23%	45%	18%	33%
Économique	Superficie	64	1 257	1 390	8 367
	Taux	36%	45%	28%	37%
Dépendance d'extraction	Superficie	4	649	166	5 241
	Taux	22%	57%	52%	47%
Services et équipements	Superficie	71	2 765	877	5 867
	Taux	23%	46%	20%	39%
Loisirs	Superficie	35	1 599	169	4 844
	Taux	31%	61%	39%	58%
ZACC	Superficie	649	1 967	5 241	10 568
	Taux	68%	81%	69%	80%
Autres (CET et non affecté)	Superficie	9	243	119	561
	Taux	8%	29%	9%	21%
Total (ZDU + ZACC)	Superficie	1 879	18 642	18 557	80 313
	Taux	30%	49%	24%	41%

Tableau 1 – Disponibilités en zones destinées à l'urbanisation au plan de secteur en et hors centralités définies au SDT. Comparaison Province de Luxembourg Wallonie francophone.

Dans ce contexte, le renforcement des centralités apparaît comme une orientation stratégique pertinente. Cette approche, mise en avant par le Schéma de Développement du Territoire (SDT) adopté par la Région wallonne en 2024, vise à recentrer l'urbanisation sur les cœurs de villages et les pôles urbains existants. En limitant la dispersion de l'habitat, cette stratégie permet de réduire le mitage de l'espace, de préserver les milieux naturels et de diminuer l'exposition des nouvelles constructions aux risques climatiques, en particulier aux feux de forêt.

Il apparaît que 45 % des zones d'habitat au plan de secteur non encore artificialisées, et situées en dehors périmètres de centralité en province de Luxembourg, est de 45 % contre 33 % à l'échelle régionale (Tableau 1). Il reste beaucoup trop de terrains potentiellement urbanisables et très mal localisés dans la province. L'effort à consentir pour recentrer l'habitat au sein desdits périmètres de centralité n'en sera que plus considérable. Ce même constat s'applique à la plupart des zones destinées à l'urbanisation au plan de secteur, qu'il s'agisse des zones à vocation économique, des zones de service public ou des zones de loisirs.

Le taux de disponibilité foncière en zone d'habitat est lui de 23 % dans les centralités, contre 18 % au niveau régional. La mise en œuvre d'une politique volontariste en matière de lutte contre l'étalement urbain devrait s'en voir facilitée, au vu du gisement potentiel mobilisable. A titre de comparaison le taux de disponibilité foncière en zone d'habitat n'est que de 14 % en Brabant Wallon, le niveau de pression sur l'offre de terrains à bâtir y est de facto beaucoup plus élevée qu'en province de Luxembourg, avec les conséquences que l'on peut en tirer sur le marché foncier et immobilier.

On constate par ailleurs que l'artificialisation nette en province de Luxembourg se situe aux alentours de 150–200 ha artificialisés par an, pour une croissance démographique de 1 500–2 000 nouveaux habitants par an (Figure 3). Le taux de disponibilité foncière de 45 % hors zone de centralité correspond à une superficie cumulée de 9 986 ha, ce qui est très largement excessif au vu des perspectives démographiques actuelles. Ce disponible foncier permettrait en effet d'accueillir près de 100 000 nouveaux habitants, hors périmètres de centralité, sur base du ratio actuel entre croissance démographique et artificialisation. Or on sait que ce ratio

est actuellement trop faible et se traduit par un émiettement de l'habitat au sein ou à proximité des zones d'aléa et que l'on cherche actuellement à concentrer la faible croissance démographique attendue au sein des périmètres de centralité.

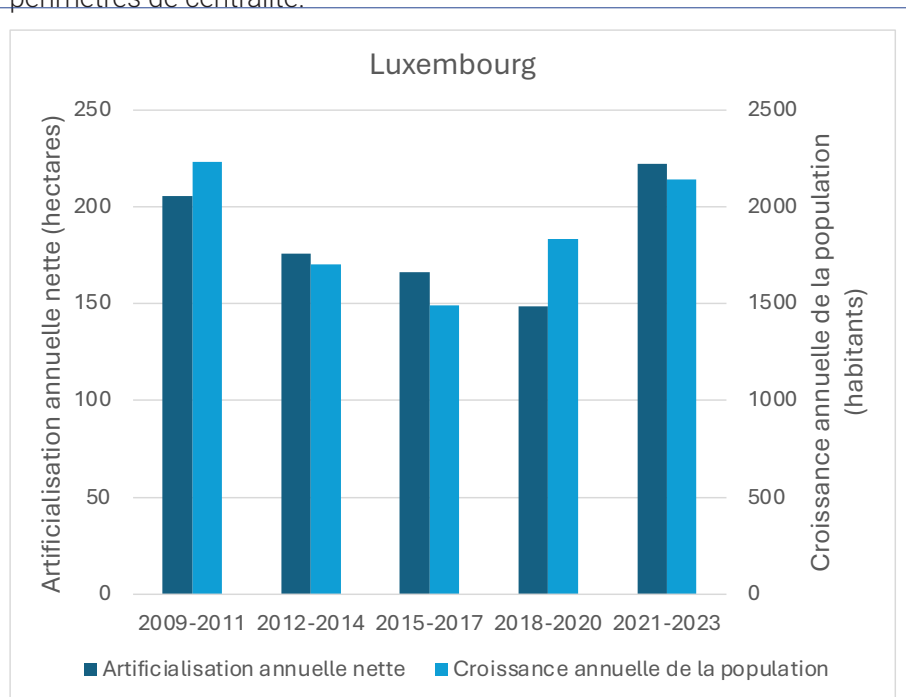


Figure 3 – Artificialisation nette versus croissance annuelle de la population en province de Luxembourg.

La mise en œuvre des mesures de lutte contre l'étalement urbain nécessite une déclinaison concrète à l'échelle locale. Les périmètres de centralité doivent être intégrés et adaptés dans le cadre des schémas de développement communaux. Ces documents de planification constituent un outil clé pour articuler les objectifs de développement territorial avec les enjeux de prévention des risques climatiques. Il est dès lors essentiel que ces schémas prennent explicitement en compte les risques de départ de feu, en identifiant les zones à éviter pour l'urbanisation, en définissant des prescriptions spécifiques pour les constructions situées à proximité des espaces boisés et en renforçant les exigences en matière de gestion des abords.

CONCLUSION

En définitive, la province de Luxembourg se trouve à la croisée de plusieurs dynamiques qui renforcent sa vulnérabilité aux risques climatiques. La richesse de ses milieux naturels, combinée à une urbanisation diffuse et à l'évolution du climat, crée un contexte particulièrement propice au développement des feux de forêt. Face à ces enjeux, l'aménagement du territoire ne peut plus être envisagé indépendamment des risques climatiques. Il doit au contraire devenir un outil central d'adaptation et de prévention.

L'intégration systématique des risques climatiques dans les politiques d'aménagement, le renforcement des centralités et la limitation du mitage constituent autant de leviers pour construire un territoire plus résilient. À l'heure où les effets du changement climatique s'intensifient, ces choix ne relèvent plus seulement de la planification spatiale, mais bien d'une responsabilité collective en matière de sécurité, de durabilité et de qualité de vie pour les générations futures.

RÉFÉRENCES

CEREMA (2018). Prise en compte du risque incendie de forêts dans l'urbanisme. Éléments pour la rédaction des Porter à connaissance de l'État. 43 p.

Depicker, Arthur, Bernard De Baets, and Jan Baetens. (2020). "Wildfire Ignition Probability in Belgium." *Natural Hazards and Earth System Sciences* 20 (2): 363–76. <https://doi.org/10.5194/nhess-20-363-2020>.

Harchies, M et al. (2025). Risques climatiques en Wallonie. Rapport final de l'étude de vulnérabilité et d'adaptation de la Wallonie. Service Public de Wallonie (SPW) - Agence Wallonne de l'Air et du Climat (AWAC).

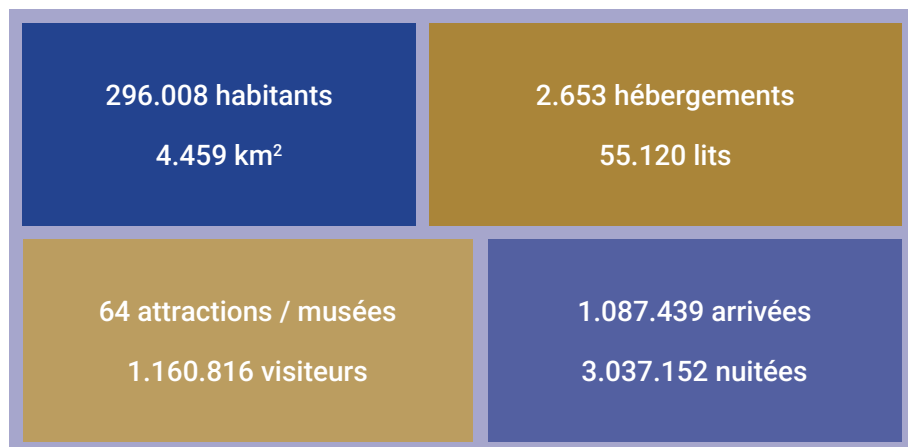


3.8. ENTRE NOUVELLES CONTRAINTE ET OPPORTUNITÉS: L'IMPACT DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES SUR LE TOURISME EN PROVINCE DE LUXEMBOURG

Le professeur Serge Schmitz est géographe et docteur en sciences de l'Université de Liège où il enseigne la géographie rurale, l'aménagement du territoire et la stratégie touristique. En 2007, il fonde le laboratoire pour l'analyse des lieux, des paysages et des campagnes européennes (Laplec), dont l'ambition est d'étudier les campagnes européennes et de comparer différentes réalités et pratiques selon le contexte géographique.



Les données officielles indiquent 1,1 million d'arrivées de touristes et quelque trois millions de nuitées en province de Luxembourg durant 2024, démontrant l'importance économique du tourisme pour la province et son attrait constant pour une offre de loisirs de qualité. Ces chiffres, comparables à ceux des provinces du Limbourg ou de Liège, sont d'autant plus importants que la population luxembourgeoise est trois à quatre fois moindre que dans les provinces précitées. Notons également que ces chiffres ne prennent pas en compte de nombreux hébergements à vocation touristique comme les secondes résidences, très présentes en terres luxembourgeoises, les hébergements de type Airbnb, ou les nombreux camps de mouvement de jeunesse. De plus, si la province de Luxembourg est une destination de vacances appréciée, avec plus de 80 % des nuitées liées à l'activité de loisir, elle est aussi une terre d'excursion avec ses paysages forestiers et ses 64 attractions reconnues.



Comme pour d'autres activités, les changements climatiques affecteront le tourisme de façon différente selon le type d'activité développée, plus ou moins dépendante et vulnérable aux conditions climatiques, ainsi que selon la localisation de l'activité et la vulnérabilité des installations. Si l'activité touristique sera fortement touchée par les changements climatiques, elle est également responsable d'une part significative des émissions de gaz à effet de serre. L'objectif devrait donc être de développer un tourisme plus résilient, moins émetteur et capable de s'adapter, voire, dans le cas de la province de Luxembourg, de bénéficier des nouvelles conditions climatiques.

Un récent rapport technique¹ qui analyse les effets des changements climatiques sur la fréquentation touristique régionale à l'échelle de l'Europe prévoit une certaine stabilité pour la province de Luxembourg qui ne verrait ses nuitées augmenter de 2 à 3 % que dans un scénario de réchauffement climatique global de 4 °C. Bien que pour des raisons morales et de bien-être de toutes les populations, humaines et non-humaines, il faudrait éviter ce scénario, une réflexion fine sur l'impact du changement climatique à l'échelle provinciale devrait nous aider à préparer l'avenir et l'accueil de nouveaux touristes dont les besoins seraient sensiblement différents de ceux qui fréquentent actuellement le Luxembourg belge.

Les changements climatiques en cours et projetés annoncent des bouleversements dans le secteur du tourisme auxquels les acteurs doivent nécessairement s'adapter. Les experts prédisent des déplacements de flux vers des destinations plus fraîches de l'Europe du Nord, des changements de comportement et une demande accrue pour des destinations plus vertes et des activités moins dépendantes des aléas du climat, comme la randonnée. Ces évolutions du climat présentent de nouvelles contraintes mais également des opportunités pour lesquelles la province de Luxembourg est particulièrement bien placée, car elle offre un tourisme de nature et de plein air qui deviendra aussi un tourisme de fraîcheur accueillant les populations fuyant les îlots de chaleur des villes et les destinations plus méridionales devenues trop chaudes.

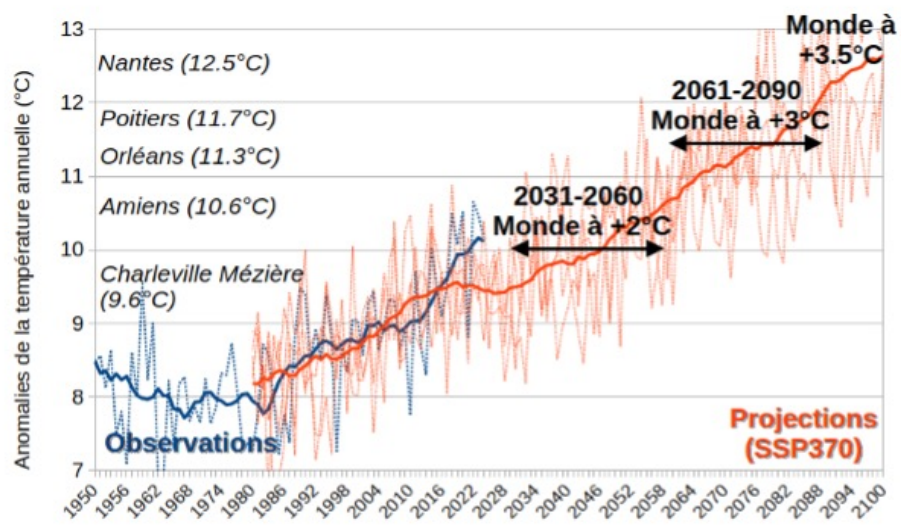
Parmi les changements prévus par les modèles climatiques, il faut s'attendre à une hausse des températures accompagnée d'étés plus secs, particulièrement en Ardenne, d'hivers pluvieux et plus doux, et surtout de grandes variations d'une année à l'autre.

Un récent rapport de l'Agence Wallonne de l'Air et du Climat (AWAC)² conclut que, selon les scénarios retenus, une augmentation globale de 2 °C impliquerait une augmentation de la température moyenne d'environ 1,4 °C en Wallonie par rapport au climat récent (période de référence

¹ Matej, N.A., García-León, D., Dosio, A., Batista e Silva, F., Ribeiro Barranco, R., & Císcar Martínez, J.C. (2023). *Regional impact of climate change on European tourism demand*. Publications Office of the European Union, Luxembourg, JRC131508. doi:10.2760/899611

² Harchies, M et al. (2025). *Risques climatiques en Wallonie. Rapport final de l'étude de vulnérabilité et d'adaptation de la Wallonie*. Service Public de Wallonie (SPW) - Agence Wallonne de l'Air et du Climat (AWAC).

1981–2010), rapprochant les conditions climatiques du sud de la Belgique au climat actuel du Val de Loire, voire de la Charente-Maritime, mais avec plus d'instabilité et d'extrêmes climatiques. La fréquence et l'intensité des fortes pluies augmenteraient, en particulier l'hiver, ce qui pourrait accentuer l'érosion, les coulées boueuses ou les inondations. Les vagues de chaleur seraient également plus nombreuses et l'intensité des sécheresses devrait s'accroître, avec d'importants risques de feux de forêt de grande envergure.



Ces changements auront des conséquences sur la quantité et la qualité de l'eau disponible, avec, d'une part, une diminution des réserves d'eau dans les aquifères, accompagnée d'une augmentation de la teneur en nitrate, et, d'autre part, des crues, notamment pour la vallée de la Semois. Ces variations des précipitations entraîneront des restrictions d'accès aux milieux humides. Les zones de baignade et les tronçons navigables pour les kayaks n'offriront plus les débits nécessaires aux divertissements aquatiques pendant de longues semaines, ou dépasseront subitement les débits recommandés pour accueillir des touristes peu aguerris. Face à des sécheresses persistantes et récurrentes, il faudra également revoir l'approvisionnement en eau, en réutilisant autant que possible les eaux usées, par exemple pour l'entretien des golfs et des jardins, en assurant une meilleure gestion des eaux de pluie et en développant une culture de la sobriété. La multiplication des crues en hiver comme en été nécessitera





également de repenser l'aménagement du territoire et en particulier la localisation et la réalisation technique des infrastructures et équipements touristiques situés à proximité des cours d'eau et des zones de ruissellement. Pour ce faire, il faudra réviser les cartes d'aléas actuelles, basées sur les crues historiques et ne tenant pas compte des changements climatiques.

L'augmentation du risque d'incendie constitue un autre péril auquel il faudra s'habituer. Plus connus en région méditerranéenne, les incendies de forêt séviront aussi en Wallonie en raison des températures plus élevées et de sécheresses persistantes. Ils entraîneront des fermetures plus fréquentes et plus longues des massifs forestiers. Si les lisières forestières ardennaises mais également le Parc naturel de Gaume sont pointés comme particulièrement vulnérables, il faut cependant relativiser l'effet sur l'attractivité touristique car la province de Luxembourg pourrait aussi attirer des touristes qui fréquentaient des massifs forestiers en Grèce ou dans la péninsule Ibérique qui connaîtraient encore plus d'incendies qu'aujourd'hui.

Au-delà des dégâts liés au feu, les changements climatiques auront un impact non négligeable sur la biodiversité avec notamment le dépérissement de plusieurs espèces d'arbres qui ne sont pas adaptées au nouveau climat ou sont attaquées par les scolytes. À côté des arbres, c'est toute une série d'écosystèmes qui devront s'adapter, le plus souvent avec une baisse de la biodiversité, ce qui impactera l'attrait des sites naturels luxembourgeois.

En hiver, l'absence de neige ne permettra plus de pratiquer le ski et limitera les paysages enneigés à quelques hauts plateaux. Réduits à quelques jours de pratiques par an ces dernières années, les jours où l'enneigement permettra la pratique du ski deviendront exceptionnels. Il faudra dès lors offrir des alternatives pour continuer à accueillir ces touristes en quête de sensations et de nature en hiver.

Enfin, avant d'insister sur les opportunités et les mesures d'adaptation, ces changements climatiques présentent également des risques plus importants pour la santé, que de bonnes informations et une politique de prévention pourraient fortement réduire. Il s'agit des troubles gastriques et intestinaux liés à la chaleur, qui nécessitent de respecter les mesures d'hygiène élémentaires et de la présence de nouveaux vecteurs de maladie tels que le moustique tigre qui survivra plus fréquemment aux hivers trop doux ou les tiques qui pourraient prolonger leur activité pendant l'hiver.

Une récente étude³ sur l'impact des conditions météorologiques sur la fréquentation des attractions touristiques au Grand-Duché de Luxembourg utilise un indice climatique⁴ adapté à la pratique du tourisme pour mesurer l'effet de la météo sur les attractions et les loisirs. Cet indice cumule des données de confort thermique (pas trop chaud, pas trop froid), de nébulosité en tant que composante esthétique, ainsi que des données sur les précipitations et les vitesses du vent. L'étude montre une forte fréquentation des loisirs aquatiques de plein air lorsque les conditions météorologiques sont très bonnes, alors que les piscines couvertes sont boudées. Elle pointe aussi les bons scores de fréquentation des musées lorsque les conditions climatiques sont moins favorables, ils offrent une situation de repli pour les touristes présents dans la région. La situation des chemins de randonnée est plus contrastée, s'ils connaissent des pics de fréquentation lors de jours présentant un indice climatique excellent, ils sont aussi fréquentés lors de conditions climatiques moins favorables. Il y a donc un mixte d'activités à prévoir et à adapter pour offrir aux visiteurs des endroits de fraîcheur et de repli, compte tenu de la grande variabilité des conditions climatiques futures.

Sans nul doute, la province de Luxembourg possède des atouts en tant que destination de fraîcheur grâce à ses forêts, ses rivières et ses zones humides, qu'il faudra préserver et développer, ainsi qu'à son altitude un peu plus élevée que celle du reste de la Belgique. Elle devrait gagner des parts de marché par rapport à des destinations devenues trop chaudes. Elle offrira aussi des destinations plus proches pour des touristes européens soucieux de leur impact carbone.

Alors que les projections climatiques pour les villes soulignent les effets des îlots de chaleur urbains sur les températures des quartiers peu arborés et prévoient l'intensification des pics de pollution, leurs habitants seront à la recherche de stations climatiques. Cette typologie de destination, bien connue des colons en zones tropicales, est également présente

³ Jacqué, A., & Schmitz, S. (2026). *Analyse de l'impact des conditions météorologiques sur la fréquentation des attractions touristiques au Grand-Duché de Luxembourg dans un contexte de changement climatique*, BSGLG, 86, sous presse.

⁴ Scott, D., Rutt, M., Amelung, B., & Tang, M. (2016). *An Inter-Comparison of the Holiday Climate Index (HCI) and the Tourism Climate Index (TCI) in Europe*. *Atmosphere*, 7(6), 80. doi:10.3390/atmos7060080.

en Méditerranée, mais devrait se développer en Ardenne, tant pour des séjours que pour des excursions. Elle demandera néanmoins de prévoir les infrastructures d'accueil nécessaires et de veiller aux moyens de transport afin d'éviter les congestions et l'accroissement de la pollution atmosphérique. L'accès aux espaces verts est souvent pointé comme un élément clé pour assurer tant la santé mentale que la santé physique, or la province de Luxembourg offre un potentiel de promenade et de contact avec la nature particulièrement riche. Si l'on ajoute qu'elle est située à moins de deux heures de trajet de grandes zones d'urbanisation, ce sont des centaines de milliers de touristes et excursionnistes potentiels qui pourraient profiter des atouts de cette destination.

Cependant, d'autres régions voisines, comme l'Eifel, les Vosges, l'Éislek ou les Ardennes françaises, devraient bénéficier de ce regain d'intérêt. Il est dès lors important de se positionner en développant un tourisme responsable, qui fait la part belle à la mobilité douce et les dessertes en transport en commun, qui préserve et accroît le capital naturel, qui accueille les touristes toute l'année et les répartit le mieux possible sur le territoire, qui développe ce segment, déjà bien présent, du tourisme vert voire de fraîcheur mais en offrant des possibilités de repli quand les conditions climatiques sont défavorables, qui évite une exposition trop forte aux inondations et aux incendies de forêt, qui gère au mieux les ressources et en particulier les ressources en eau.





-7/11/11-