

Projet de Stratégie et plan d'action pour
l'adaptation aux effets du changement
climatique au Luxembourg
(2025 – 2035)



Note concernant les implications budgétaires :

Les mesures contenues dans la stratégie et plan d'action pour l'adaptation aux effets du changement climatique au Luxembourg ayant un impact direct sur les finances publiques doivent faire l'objet de la procédure budgétaire habituelle.

S'agissant d'un document à l'état de projet susceptible d'être modifié lors la phase de consultation publique, les mesures proposées figurant dans le présent document n'ont pas été budgétisées. Avant d'être présentés pour approbation au Conseil de Gouvernement, la stratégie et le plan national d'adaptation seront complétés par une fiche financière qui précisera les coûts estimés pour la réalisation des différentes mesures, ainsi que le biais par lequel ceux-ci seront pris en charge.

0.	Sommaire	4
1.	Introduction	5
1.1	Les principaux défis en matière d'adaptation.....	5
1.2	Contexte et base légale.....	8
1.3	Gouvernance adaptative et cycle de gestion des risques	9
1.4	Evaluation de la stratégie d'adaptation 2018-2023.....	10
1.5	Acteurs visés et responsabilités de la mise en œuvre	12
1.6	Structure de la stratégie d'adaptation	13
2.	Répercussions du changement climatique	14
2.1	Evaluation du climat au Luxembourg	16
2.2	Impacts futurs du changement climatique et vulnérabilités au Luxembourg	35
3.	Stratégie d'adaptation aux effets du changement climatique	47
3.1	Les objectifs généraux	47
3.2	Cohérence des politiques et mesures intégrées.....	50
3.3	Les objectifs sectoriels	54
3.4	Evaluation des progrès.....	104
4.	Les mesures à mettre en œuvre : Plan d'action sectoriel.....	106
4.1	Gestion des crises et des catastrophes naturelles.....	106
4.2	Santé	112
4.3	Eau.....	119
4.4	Société.....	130
4.5	Espaces urbains.....	133
4.6	Aménagement du territoire	137
4.7	Logement et Construction	144
4.8	Transport.....	150
4.9	Economie et finance	155
4.10	Energie	159
4.11	Protection des sols.....	167
4.12	Sylviculture et boisements.....	172
4.13	Agriculture, alimentation et viticulture	177
4.14	Biodiversité et écosystèmes	187
4.15	Coopération régionale et internationale	193
4.16	Education, Communication et Sensibilisation	198

0. Sommaire

La hausse des températures moyennes annuelles constatées ces dernières décennies ainsi que les évènements météorologiques extrêmes auxquels le Luxembourg a dû faire face, nous montre que les effets du changement climatiques impactent l'ensemble de notre société. Plus que jamais, les efforts climatiques doivent s'intensifier. Outre la mitigation avec la réduction des gaz à émissions de serre, l'adaptation doit figurer parmi les priorités de la politique climatique afin de se préparer aux impacts inévitables du changement climatiques et accroître la résilience du Luxembourg. La présente stratégie d'adaptation dresse les objectifs intersectoriel et interministériels à atteindre à long terme afin de protéger la population, l'environnement et tous les aspects de la société luxembourgeoise face à ces risques climatiques. Le plan d'action propose de mener des mesures concrètes et opérationnelles dans différents secteurs politiques pour préparer le Luxembourg à faire face et à tirer parti des nouvelles conditions climatiques. L'accent est mis sur les solutions fondées sur la nature, vue que la présente stratégie d'adaptation reconnaît la valeur de la biodiversité et des services écosystémiques en matière d'adaptation aux effets du changement climatique. Les mesures proposées permettent ainsi de contribuer à faire face à la triple crise planétaire concomitante : pollution, crise climatique et perte de biodiversité. La mise en œuvre des mesures d'une façon intégrée pour ne pas nuire à d'autres objectifs doit être systématiquement assurée afin de garantir une cohérence des politiques et favoriser un développement résilient au climat ainsi qu'une société durable.

Vu la nécessité d'incorporer l'adaptation au sein de l'ensemble des politiques publiques, la stratégie d'adaptation 2025-2035 a été élaboré en concertation avec tous les ministères concernés. *Une vaste concertation publique organisée entre xxx et xxx a également permis de recueillir des recommandations qui ont aboutis à l'adoption de xxx mesures dans 16 domaines* : gestion des risques et des catastrophes naturelles, santé humaine, eau, société, espaces urbains, aménagement du territoire, logement - construction, transport, économie - finance, énergie, protection des sol, agriculture – alimentation – viticulture, biodiversité – écosystèmes, coopération régionale et international, ainsi que communication et sensibilisation.

1. Introduction

1.1 Les principaux défis en matière d'adaptation

Il existe une convergence évidente entre les recommandations récentes des grandes évaluations scientifiques intergouvernementales relatives au changement climatique (GIEC 2023¹) et à la biodiversité et aux services écosystémiques (IPBES, 2019²) : La stabilisation du climat en vue d'un approvisionnement sûr en nourriture et en eau dépendra des réductions immédiates et rapides des émissions mondiales de gaz à effet de serre, pour atteindre des émissions nettes de CO₂ nulles vers 2050, et la restauration des écosystèmes sains. En même temps, les preuves scientifiques des impacts du changement climatique au cours de la dernière décennie démontrent clairement que des impacts négatifs sur la société et la santé des écosystèmes sont déjà en train de se produire. Cela vaut pour de nombreuses régions du monde sur tous les continents et, dans son rapport de 2024 sur l'évaluation des risques climatiques en Europe (EUCRA³), l'Agence européenne pour l'environnement a souligné que l'Europe est le continent qui se réchauffe le plus rapidement. En conséquence, les effets du changement climatique se font ressentir de plus en plus fréquemment et de plus en plus intensément au Luxembourg. Des événements climatiques extrêmes se sont récemment produits sous forme de périodes de sécheresse prolongées, de jours de canicule, et de pluies diluviennes entraînant de fortes inondations. Toutes les prévisions scientifiques indiquent que cette tendance perdurera et s'intensifiera dans le futur.

Au Luxembourg, la température moyenne des 30 dernières années a déjà augmenté de 1,5 degré par rapport à la période préindustrielle. En fonction des scénarios d'émissions évalués, il faut s'attendre à une augmentation supplémentaire de la température de l'air comprise entre 1,1°C (RCP2.6) et 3,7°C (RCP8.5) pour l'avenir par rapport à la période de référence pour le Luxembourg. Le nombre de jours avec des températures extrêmement élevées qui présentent des risques pour la santé humaine, seront d'autant plus nombreux. Bien qu'il n'y ait pas de grandes variations dans les précipitations annuelles selon les projections, les changements dans la répartition saisonnière des précipitations et l'intensité des pluies diluviennes présentent des risques évidents pour les moyens de subsistance, la production alimentaire et l'approvisionnement en eau de la population. Au Luxembourg les projections indiquent une régression des quantités moyennes de précipitations pendant les mois estivaux et une hausse pendant les mois

¹ <https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/>

² <https://www.ipbes.net/global-assessment>

³ <https://www.eea.europa.eu/fr/publications/evaluation-europeenne-des-risques-climatiques-synthese>

hivernaux. Reliées à des températures de l'air plus élevées pendant les mois d'hiver, ces évolutions vont baisser la probabilité de chute de neige et augmenter simultanément le risque d'inondation. En été, la multiplication d'événements de pluies diluviennes est à prévoir.

Les écosystèmes résistants au climat contribueront à la régulation du climat, en atténuant les effets de l'évolution des conditions météorologiques à l'échelle micro (par exemple dans les zones urbaines), à l'échelle méso (au niveau des paysages régionaux), ainsi qu'à l'échelle mondiale. Un développement résilient au changement climatique, combinant des mesures ambitieuses d'atténuation et d'adaptation, nécessitera donc des investissements importants dans la restauration des écosystèmes urbains et ruraux, y compris sur les terres agricoles et dans les forêts, sans négliger les considérations relatives aux effets distributifs des impacts sur les différents groupes sociaux, à la justice climatique et aux transitions justes.

La stratégie et plan d'action pour l'adaptation aux effets du changement climatique du Luxembourg met donc en évidence les domaines dans lesquels des mesures supplémentaires sont nécessaires et ceux dans lesquels il est urgent d'agir pour gérer les risques liés au changement climatique, en accordant une attention particulière aux risques pour la santé humaine liés au stress thermique, aux risques pour la sécurité alimentaire et hydrique, et aux dommages causés par les inondations. En outre, pour éviter de devoir faire face aux conséquences les plus graves du changement climatique, et en particulier à des effets irréversibles, il faut limiter le réchauffement de la planète à moins de 1,5°C par rapport à l'ère préindustrielle. En particulier dans les pays plus petits et plus densément peuplés où la pression sur les terres est forte, l'atténuation et l'adaptation au changement climatique doivent être intégrées et planifiées conjointement. Le Plan national intégré en matière d'énergie et de climat (PNEC)⁴, ainsi que sa mise à jour⁵, et la stratégie nationale d'adaptation au climat doivent donc présenter un degré élevé de cohérence et s'appuyer sur des analyses qui démontrent clairement les compromis entre l'affectation des ressources à un ensemble particulier de mesures et l'évaluation des risques d'augmentation de la pression sur les terres et les écosystèmes spécifiques.

C'est pour cette raison que l'accord de coalition 2023-2028⁶, « Lëtzebuerg fir d'Zukunft stäerken », précise que « le Gouvernement procédera à une analyse approfondie des effets possibles du changement climatique sur notre société dans tous les domaines et actualisera la stratégie d'adaptation au changement climatique. Dans ce cadre, le Gouvernement ne se limitera pas à l'élaboration de mesures

⁴ <https://gouvernement.lu/fr/dossiers/2023/2023-pnec.html#:~:text=Le%20plan%20national%20int%C3%A9gr%C3%A9%20en,mesures%20permettant%20de%20les%20atteindre.>

⁵ <https://gouvernement.lu/dam-assets/documents/actualites/2023/04-avril/17-pnec/pnec-avant-projet-de-mise-jour.pdf>

⁶ <https://gouvernement.lu/fr/publications/accord-coalition/accord-de-coalition-2023-2028.html>

concrètes, mais mobilisera aussi les moyens financiers nécessaires à leur mise en œuvre afin de renforcer la résilience de notre société et de l'environnement, entre autres, en passant par l'adaptation des habitats naturels et humains, la protection des infrastructures critiques et la consolidation de la santé publique »

La présente stratégie et plan d'action pour l'adaptation aux effets du changement climatique au Luxembourg prend en compte les nouvelles connaissances scientifiques, le nouveau contexte légal ainsi que l'expérience acquise lors du dernier cycle et améliorera ainsi la stratégie existante qui a été adoptée par le Gouvernement le 12 octobre 2018. Le document fournit des recommandations sur la gestion des risques et les approches de gouvernance pour assurer un développement résilient au climat, une évaluation de la stratégie d'adaptation au climat précédente (2018-2023), et met en évidence les priorités d'action pour la période 2025-2045 sur la base de la compréhension actuelle.

1.2 Contexte et base légale

Au niveau national, la loi modifiée du 15 décembre 2020 relative au climat⁷ met en place un cadre institutionnel pour la politique climatique et prévoit à l'article 12 l'établissement d'une stratégie d'adaptation aux effets du changement climatique à un horizon d'au moins cinquante ans. La stratégie d'adaptation devra être établie tous les 10 ans et, le cas échéant, actualisée tous les cinq ans.

La loi précitée vise par ce biais à réduire la vulnérabilité aux conséquences du changement climatique. Elle a pour objectif d'identifier les capacités d'adaptation, d'accroître la résilience et de réduire la vulnérabilité au changement climatique et ainsi renforcer des capacités d'adaptation aux effets néfastes des changements climatiques au Grand-Duché de Luxembourg.

Au niveau européen, la stratégie et le plan d'action pour l'adaptation aux effets du changement climatique s'inspire de la Stratégie de l'Union européenne relative à l'adaptation au changement climatique⁸ présentée en février 2021. Cette stratégie met l'accent sur trois objectifs :

- Encourager et soutenir les activités d'adaptation dans les États membres de l'UE,
- Prendre en compte le changement climatique dans les secteurs clés au niveau de l'UE, et
- Aider à une prise de décision éclairée et mieux orientée dans la mise en œuvre des mesures.

La stratégie européenne définit la manière dont l'Union européenne peut s'adapter aux conséquences inévitables du changement climatique et devenir résiliente au changement climatique d'ici 2050. L'accent est mis sur les mesures visant à renforcer la sécurité de l'eau et de l'alimentation compte tenu de l'évolution des conditions météorologiques, et à protéger la santé humaine des températures extrêmes, en particulier dans les villes. Les solutions fondées sur la nature et la restauration des écosystèmes pour la résilience climatique sont hautement prioritaires.

Par ailleurs, la loi européenne sur le climat⁹ est entrée en vigueur en juillet 2021 et établit un "devoir" d'adaptation, conformément aux engagements pris dans le cadre de l'Accord de Paris. Plus précisément, la loi sur le climat contient des dispositions relatives aux stratégies et plans nationaux d'adaptation et énonce les attentes concernant la qualité d'une politique d'adaptation et ses résultats. L'article 5 prévoit notamment que « les États membres veillent à ce que des progrès constants soient réalisés en matière de renforcement de la capacité d'adaptation, d'accroissement de la résilience et de réduction de la

⁷ <https://data.legilux.public.lu/filestore/eli/etat/leg/loi/2020/12/15/a994/jo/fr/pdfa/eli-etat-leg-loi-2020-12-15-a994-jo-fr-pdfa.pdf>

⁸ https://climate.ec.europa.eu/eu-action/adaptation-climate-change/eu-adaptation-strategy_en

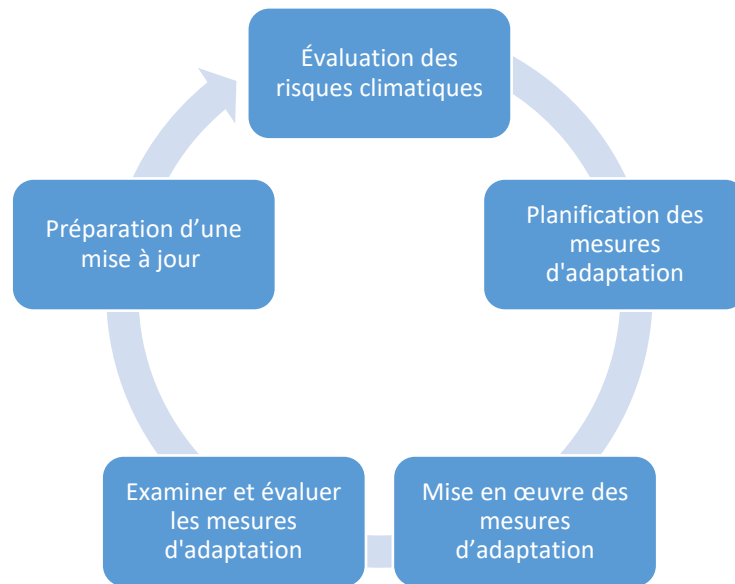
⁹ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32021R1119&from=EN>

vulnérabilité au changement climatique, conformément à l'article 7 de l'Accord de Paris ». La loi européenne sur le climat oblige la Commission à évaluer régulièrement la cohérence des mesures nationales pertinentes avec les progrès en matière d'adaptation et à émettre des recommandations lorsqu'elle constate que les mesures d'un État membre ne permettent pas d'assurer des progrès dans l'amélioration de la capacité d'adaptation, le renforcement de la résilience et la réduction de la vulnérabilité au changement climatique.

1.3 Gouvernance adaptative et cycle de gestion des risques

Les mesures d'adaptation ont comme objectif de répondre aux impacts induits par le changement climatique. Etant donné que les efforts d'adaptation nécessaires dépendent de l'intensité du changement climatique, il faut réagir de façon flexible aux changements réels et prévus des conditions météorologiques et aux nouvelles connaissances scientifiques en matière de climat. Une politique d'adaptation efficace doit donc répondre à une logique cyclique, qui doit régulièrement être réévaluée, mise à jour et complétée. Un cycle de gestion adaptative est donc une approche souple et itérative de la prise de décision face à l'incertitude, à la complexité et à l'évolution des conditions météorologiques. Un cycle de gestion du risque d'adaptation efficace permet d'ajuster les stratégies et les actions à mettre en place. Les étapes suivantes font parties de ce cycle :

- Évaluation des risques climatiques : recueillir régulièrement des informations sur les impacts réels et prévus et sur l'évaluation des risques, d'événements passés et d'expériences antérieures.
- Planification des mesures d'adaptation : intégrer l'adaptation dans les politiques, les plans de développement et les plans d'action.
- Mise en œuvre des mesures d'adaptation : mettre en œuvre des mesures d'adaptation à tous les niveaux de gouvernance (national et local) ainsi qu'au niveau politique dans différents secteurs. Il est essentiel de disposer d'un fonds dédié à l'adaptation à chaque niveau et dans chaque secteur pour assurer le succès de la mise en œuvre.
- Examiner et évaluer les mesures d'adaptation : collecter des informations sur les mesures d'adaptation prises et rendre compte des progrès accomplis.
- Préparation d'une mise à jour : Utiliser l'expérience acquise et de l'évaluation des mesures pour affiner et renforcer les itérations ultérieures ou les projets futurs.



1.4 Evaluation de la stratégie d'adaptation 2018-2023

Adoptée par le Gouvernement en conseil lors de sa séance du 12 octobre 2018, la stratégie et plan d'action pour l'adaptation aux effets du changement climatique au Luxembourg (2018-2023)¹⁰ a identifié les impacts climatiques pour le Luxembourg et les a priorisés en fonction de leur importance pour le Luxembourg et de leur effet (faible, moyen, grand) sur l'évolution du climat pour les 13 secteurs politiques suivants :

- Construction et logement
- Énergie
- Sylviculture
- Infrastructures
- Gestion des crises et des accidents majeurs
- Aménagement du territoire
- Agriculture, y compris santé des végétaux et des animaux
- Santé humaine
- Écosystèmes et biodiversité
- Tourisme
- Espaces urbains
- Régime hydrologique et gestion de l'eau
- Economie

¹⁰ https://environnement.public.lu/content/dam/environnement/documents/klima_an_energie/Strategie-Adaptation-Changement-climatique-Clean.pdf

Pour répondre aux défis du changement climatique et aux impacts identifiés, 42 mesures ont été proposées. Ces mesures étaient formulées de façon plus large contenant une description générale de l'objectif de la mesure ainsi que des exemples d'actions concrètes qui pourraient répondre à cet objectif. Pour la mise en œuvre de ces actions, un ou plusieurs ministères et/ou administrations avaient été identifiés.

Afin de pouvoir évaluer l'implémentation des 42 mesures proposées dans la stratégie pour la période 2018-2023, un relevé des actions menées par les différentes entités a été effectué par le ministère de l'Environnement, du Climat et de la Biodiversité (MECB), sur base des informations fournies par les différents ministères et administrations. Etant donné que les mesures étaient formulées de façon très large, de nombreuses actions étaient susceptibles de contribuer à l'atteinte de l'objectif des mesures. Il a donc été décidé d'évaluer la mise en œuvre des différentes mesures en fonction du nombre d'actions concrètes réalisées : ≥ 3 actions concrètes ; 1-2 actions concrètes, aucune action (ou sans information).

	Nb d'actions concrètes	Nb de mesures concernées	%
	≥ 3 actions concrètes	24/42	57.1%
	1-2 actions concrètes	11/42	26,2%
	0 action (ou sans information)	7/42	16.6%

D'après le relevé effectué, pour 35 mesures sur un total de 42 (83,3 %), au moins une action concrète a été réalisée dans le cadre de la stratégie et plan d'action. Pour plus de la moitié des mesures, à savoir 24 sur 42 (57,1 %), au moins 3 actions concrètes ont été implémentées par les ministères respectifs. A noter néanmoins que pour 7 mesures (16,6 %), aucune action n'a été notifiée.

Lors de l'évaluation de la mise en œuvre des mesures, il a été constaté que la formulation trop « vaste » des mesures était problématique pour l'identification des actions concrètes menées. En effet, certaines actions pourraient indirectement ou marginalement tomber sous le champ d'action d'une mesure, ce qui posait parfois des difficultés pour déterminer si l'action pouvait être prise en compte en tant que mesure d'adaptation. De plus, certaines mesures comptaient plusieurs entités responsables pour leur mise en œuvre, ce qui a conduit à des difficultés de coordination lors de l'implémentation. Enfin, les 42 mesures proposées lors de la stratégie d'adaptation 2018-2023 ne présentaient pas de réel indicateur précis permettant de bien évaluer la mise en œuvre des mesures. Ces différentes lacunes constatées lors de l'évaluation de la stratégie d'adaptation 2018-2023 sont prises en compte dans le présent document et dans la formulation des mesures d'adaptations.

Afin d’avoir un plan d’action plus clair, de faciliter son implémentation et d’accroître l’efficacité et la pertinence des mesures, il convient que la présente stratégie d’adaptation ait des mesures plus ciblées avec un indicateur de mise en œuvre clairement mesurable et la désignation précise de l’entité responsable pour la réalisation de la mesure. Ceci permettra d’une part une meilleure évaluation des progrès et d’autre part de mieux identifier les difficultés dans la mise en œuvre des mesures, qui pourront dès lors être adaptées lors de la prochaine mise à jour.

1.5 Acteurs visés et responsabilités de la mise en œuvre

La gouvernance adaptative doit être organisée de manière plus décentralisée, étant donné que les impacts liés au changement climatique peuvent se manifester de manière très différente dans les différents lieux et municipalités du pays. Grâce aux instruments juridiques que sont le Pacte Climat¹¹ et le Pacte Nature¹², le Luxembourg est en excellente position pour faciliter la coordination des mesures d’adaptation et l’apprentissage à tous les niveaux de gouvernance, ce qui explique qu’un certain nombre de mesures s’adressent aux autorités locales et au grand public. Toutefois, les principaux éléments de la mise en œuvre de la stratégie et du plan d’action pour l’adaptation aux effets du changement climatique s’adressent principalement aux organes gouvernementaux, à savoir les ministères et les administrations. Le plan d’action comprend ainsi des mesures concrètes à mettre en œuvre pour chaque secteur politique et incomberont dès lors aux instances respectives en fonction de l’attribution des compétences ministérielles définies par arrêté grand-ducal¹³ et de la constitution des ministères prévues par le règlement interne du Gouvernement¹⁴. Comme bon nombre de mesures ont pour objectif de fixer un cadre permettant de mettre en place des actions au niveau local et communal, l’implication des acteurs locaux dans l’implémentation des mesures est essentielle pour accroître la résilience face aux effets du changement climatique. Il convient également de veiller à renforcer les instruments existants de manière à ce que les acteurs locaux et les citoyens en général qui souhaitent s’engager dans l’action climatique et les mesures d’adaptation ne soient pas exclus.

¹¹ <https://www.pacteclimat.lu/fr/acteur-engage/les-mesures/planification-du-developpement-territorial/concept-d-adaptation-aux-effets-du-changement-climatique>

¹² www.pactenature.lu

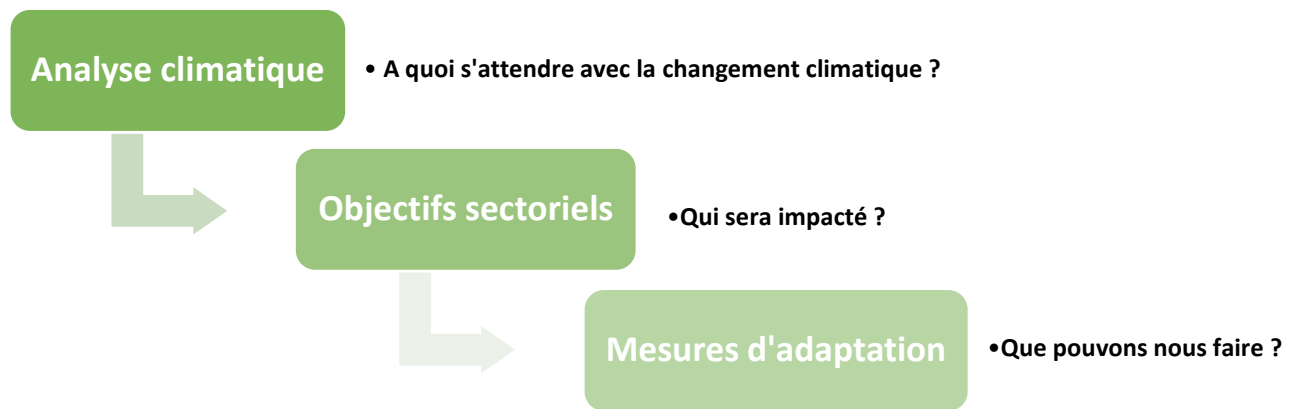
¹³ <https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/agd/2023/11/17/a743/jo>

¹⁴ <https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/ri/2023/11/27/a779/jo>

1.6 Structure de la stratégie d'adaptation

La stratégie et plan d'action pour l'adaptation aux effets du changement climatique au Luxembourg se structure autour de trois questions fondamentales :

1. A quels changements climatiques et météorologiques le Luxembourg est-il confronté ?
2. Qui et quoi sera impacté, et sous quelle forme ?
3. Quelles sont les mesures qui permettent de s'adapter et de réduire notre vulnérabilité ?



La suite des chapitres sera structurée en conséquence de ces questions.

Le chapitre 2 répond à la première question et décrit les observations actuelles et les projections climatiques futures pour le Luxembourg ainsi que les vulnérabilités que cela induit. Ce chapitre contient des projections pour le futur sur base de trois scénarios d'émissions, à savoir RCP26, RCP45 et RCP85.

La deuxième question est traitée dans le chapitre 3, qui décrit seize champs d'action politique et analyse leurs vulnérabilités respectives face aux impacts liés au changement climatique ainsi que les objectifs de la stratégie pour chaque champ d'action. Les champs d'action sont les suivants : gestion des crises, santé, eau, société, espaces urbains, aménagement du territoire, logement et construction, transports, économie, énergie, protection des sols, sylviculture et boisements, agriculture, biodiversité, coopération régionale et internationale, ainsi que la communication et sensibilisation.

En ce qui concerne la troisième question, le catalogue de mesures au chapitre 4 présente des mesures concrètes visant à contrer les conséquences négatives du changement climatique et à accroître la résilience de chaque champ d'action politique.

2. Répercussions du changement climatique

Au niveau mondial, le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC)¹⁵ publie régulièrement des rapports destinés à évaluer et synthétiser les informations scientifiques, techniques et socio-économiques relatives au changement climatique. Le 6^{ème} rapport d'évaluation¹⁶, publié de 2021 à 2023, se base sur les meilleures connaissances concernant les impacts et les risques observés et permet notamment d'attribuer des impacts concrets au changement climatique avec une meilleure certitude. Le rapport du groupe de travail II, publié le 28 février 2022 concerne spécifiquement les aspects des « impacts, adaptation et vulnérabilités »¹⁷. Ce rapport détaille avec une « certitude élevée » que l'augmentation des extrêmes météorologiques et climatiques a entraîné certaines conséquences irréversibles et que les effets observés sont de plus en plus souvent attribués au changement climatique induit par l'homme.

Le GIEC indique que l'étendue et l'ampleur des effets du changement climatique sont plus importantes que celles estimées dans les évaluations précédentes. Les extrêmes de chaleur, les fortes précipitations, les sécheresses et les incendies ont eu des répercussions généralisées et omniprésentes sur les écosystèmes, les populations et les infrastructures. Il s'agit notamment de l'augmentation de la mortalité humaine, de l'augmentation de la mortalité des arbres, de l'augmentation des incendies de forêt, ou encore de la diminution régionale des précipitations. Le changement climatique a entraîné une détérioration généralisée de la structure et de la fonction des écosystèmes, réduisant leur résilience et de leur capacité d'adaptation naturelle, avec des conséquences socio-économiques négatives. En fonction de l'évolution des conditions météorologiques, le risque de pertes de récoltes à grande échelle augmente sur tous les continents, ce qui a des conséquences évidentes sur la sécurité alimentaire et les prix des denrées alimentaires. Les sécheresses estivales et les vagues de chaleur de ces dernières années ont déjà affecté les pertes de récoltes régionales pour des cultures spécifiques, ce qui a eu un impact sur les prix. En outre, la précarité de l'approvisionnement en eau pendant les mois d'été et l'augmentation des inondations dues à des précipitations extrêmes sont de nouvelles réalités qui doivent être prises en compte dans les plans d'adaptation sur tous les continents.

Le 6^{ème} rapport d'évaluation du GIEC indique également que le changement climatique a eu des effets néfastes sur la santé physique et mentale de la population. Dans toutes les régions, les épisodes de chaleur

¹⁵ <https://www.ipcc.ch/>

¹⁶ <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-cycle/>

¹⁷ <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-ii/>

extrême ont notamment entraîné une surmortalité. Le changement climatique a également induit l'augmentation des maladies à transmission vectorielle en raison de l'expansion de l'aire de répartition et/ou de la reproduction accrue des vecteurs de maladies. Le rapport du GIEC indique notamment que les températures extrêmes se sont intensifiées dans les villes, où elles ont également aggravé les épisodes de pollution atmosphérique. Les effets observés sont d'autant plus marqués parmi les personnes économiquement et socialement marginalisées. Enfin, le rapport indique que les effets économiques négatifs attribuables au changement climatique sont de plus en plus nombreux. Des dommages économiques ont été détectés dans les secteurs exposés au climat, tels que l'agriculture, la sylviculture, la pêche, l'énergie et le tourisme, et par le biais de la productivité du travail à l'extérieur.

Le rapport du GIEC souligne également que ces impacts climatiques augmenteront la vulnérabilité et l'exposition des écosystèmes et des populations. Il devient évident que la dégradation et la destruction des écosystèmes par l'homme augmentent la vulnérabilité des populations. L'utilisation non durable des terres et des ressources naturelles, la déforestation, la perte de biodiversité et la pollution ont un impact négatif sur la capacité des écosystèmes et des individus à s'adapter au changement climatique. La perte d'écosystèmes et de leurs services a des répercussions en cascade et à long terme sur les populations du monde entier. Les experts du GIEC soulignent que la vulnérabilité de l'homme et celle des écosystèmes sont interdépendants. Les modèles actuels de développement non durable augmentent l'exposition des écosystèmes et des populations aux risques climatiques. Si le développement agricole contribue à la sécurité alimentaire, l'expansion agricole non durable accroît la vulnérabilité des écosystèmes et de l'homme et entraîne une concurrence pour les terres et/ou les ressources en eau.

Selon le GIEC, l'adaptation au changement climatique réduit les risques climatiques et la vulnérabilité, principalement par l'ajustement des systèmes existants. De nombreuses options d'adaptation existent et sont utilisées pour aider à gérer les impacts prévus du changement climatique. Les solutions fondées sur la nature constituent une mesure phare et réduisent une série de risques liés au changement climatique, avec de multiples avantages connexes. On peut notamment citer la végétalisation des villes à l'aide d'arbres et d'autres végétaux qui apportent un rafraîchissement local. Les systèmes fluviaux naturels, les zones humides et les écosystèmes forestiers jouent aussi un rôle crucial en amont par la réduction des risques d'inondation, en stockant l'eau et en ralentissant son écoulement, dans la plupart des cas. De même, l'utilisation raisonnée des terres agricoles protège les sols. Ces mesures garantissent à long terme une production alimentaire à long terme, tout en protégeant les écosystèmes.

Enfin, le rapport explique que des partenariats efficaces entre les gouvernements, la société civile et les organisations du secteur privé sont nécessaires à toutes les échelles, afin de fournir des infrastructures et des services de manière à renforcer la capacité d'adaptation des personnes vulnérables. Tous les domaines politiques de gouvernance sont concernés.

Les observations réalisées par le GIEC au niveau mondial s'appliquent également en grande partie au niveau national et les recommandations permettent d'accroître la résilience du Luxembourg face au changement climatique.

2.1 Evaluation du climat au Luxembourg

2.1.1 La situation géographique et climatique du Luxembourg

Bien que le Luxembourg soit un petit pays avec un territoire de 2 586 km², il présente une grande diversité géographique. Au nord, l'Ösling occupe le tiers du pays faisant partie du plateau ardennais, avec une

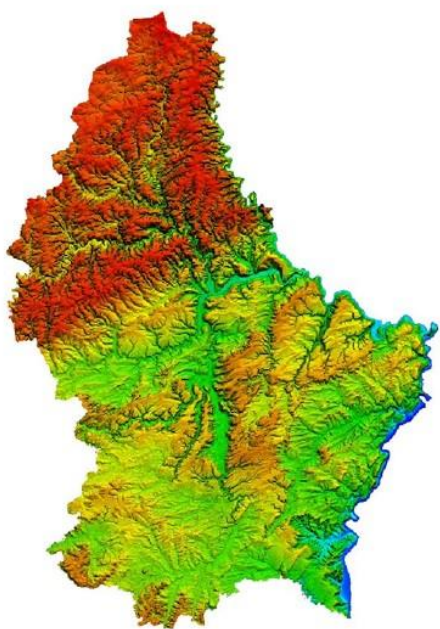


Figure 1: Carte du Luxembourg (MNT) – Source : ACT

altitude moyenne de 400 à 500 mètres au-dessus du niveau de la mer. Le paysage de l'Ösling est marqué par des collines et des vallées fluviales profondes, creusé par les affluents de la Moselle (p.ex. Sûre, Wiltz, Clerve). Le point culminant est le « Kneiff » à Wilwerdange, qui s'élève à 560 mètres d'altitude. Au sud, le Gutland fait partie du Bassin parisien, au relief de côtes. Le point le plus bas du pays, appelé « Spatz » (129 m au-dessus du niveau de la mer), est situé au confluent de la Moselle et de la Sûre à Wasserbillig. La distance maximale du nord au sud est d'environ 82 km, celle de l'ouest à l'est d'environ 57 km. Sur la superficie totale du Luxembourg, en 2021, environ 51 % des terres étaient

occupées pour l'agriculture et 35 % par les forêts. Les zones bâties occupaient 10,2 % de la surface totale et les terres couvertes par les eaux et les infrastructures de transport environ 5 %.

On constate également quelques différences géographiques en matière de climat. Selon la classification climatique de Köppen, le climat du Luxembourg peut être caractérisé comme un climat océanique

tempéré avec des hivers doux et des étés confortables (mois le plus froid avec une moyenne supérieure à 0°C, tous les mois avec des températures moyennes inférieures à 22°C et au moins quatre mois avec une moyenne supérieure à 10°C). Une analyse régionale de différentes stations à travers le Luxembourg montre que les températures dans le nord du pays (Ösling) sont en moyenne inférieures de 1°C à celles de l'aéroport de Luxembourg (Findel), alors que dans la vallée de la Moselle, elles sont en moyenne supérieures de près de 1°C (cf Figure 6 des températures moyennes annuelles). La distribution régionale des précipitations montre une plus grande variabilité régionale. On observe un gradient général du nord-ouest au sud-est du pays, avec les valeurs moyennes annuelles les plus élevées enregistrées à l'Ouest (cf Figure 8 avec les précipitation moyennes annuelles).

2.1.2 Climat actuel : augmentation des températures moyennes de l'air et forte variabilité des régimes de précipitations au cours des dernières décennies

Selon les définitions pour la déclaration des GES, le Luxembourg est situé dans une région à climat frais puisque la température moyenne annuelle de l'air est inférieure à 10°C : 8,9°C pour la période de référence 1961-1990, 9,3°C pour la période de référence 1981-2010 et 9,7°C pour la période de référence 1991-2020 (cf. Figure 2 et 3).

- **Température de l'air**

Pour les moyennes annuelles à long terme (périodes de référence OMM 1961-1990 et 1991-2020), la moyenne calculée à partir de 5 stations (Asselborn, Clémency, Grevenmacher, Merl et Remich)¹⁸ de l'Administration des services techniques agricoles (MA-ASTA) ainsi que de la station météorologique de l'aéroport MeteoLux Findel (OMM 06590) montre que les températures ont une distribution unimodale, les valeurs moyennes à long terme les plus basses étant observées en janvier (0,8°C pour la période 1961-1990 et 1,9°C pour la période 1991-2020) et la température de l'air la plus élevée en juillet (17,3°C pour la période 1961-1990 et 18,5°C pour la période 1991-2020).

¹⁸ Au total, MA-ASTA compte 36 stations, mais seules 5 d'entre elles présentent des séries à long terme avec au moins 80 % des données.

	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December	Year
Whole country	0.8 1.9	1.7 2.5	4.7 5.6	8.1 9.5	12.4 13.4	15.5 16.6	17.3 18.5	16.8 17.9	13.6 13.9	9.4 9.9	4.4 5.5	1.7 2.7	8.9 9.7
Asselbom	0.2 1.2	1.1 1.7	3.7 4.7	7.0 8.4	11.2 12.1	14.1 15.2	15.9 17.0	15.4 16.5	12.5 12.8	8.6 9.0	3.8 4.7	1.2 2.0	7.9 8.8
Clemency	0.5 1.8	1.5 2.4	4.4 5.7	8.0 9.4	12.4 13.6	15.7 16.8	17.6 18.7	16.9 18.0	13.7 14.0	9.4 9.9	4.3 5.5	1.5 2.7	8.8 9.9
Findel (06590)	0.7 1.4	1.7 2.2	4.9 5.7	8.5 9.6	12.6 13.5	15.9 16.7	17.8 18.7	17.4 18.4	13.9 14.3	9.5 9.9	4.5 5.2	1.7 2.3	9.1 9.8
Grevenmacher	2.4 3.1	3.3 3.7	5.9 6.8	9.0 10.3	12.7 14.0	15.6 17.1	17.2 18.9	16.7 18.3	13.8 14.4	10.1 10.5	5.6 6.6	3.2 3.8	9.6 10.6
Mert	-0.1 1.4	0.9 2.0	3.9 5.1	7.4 8.9	11.9 12.9	15.1 16.1	16.9 18.0	16.3 17.3	13.0 13.3	8.7 9.2	3.6 5.0	1.0 2.3	8.2 9.3
Remich	0.8 2.4	2.0 3.1	5.2 6.6	9.0 10.4	13.4 14.4	16.6 17.6	18.6 19.6	17.9 18.9	14.5 14.8	10.0 10.6	4.7 6.2	1.8 3.3	9.6 10.7

Figure 2 : Valeurs moyennes à long terme (1961-1990 & 1991-2020) de la température de l'air pour les stations MA-ASTA, Note : 1961-1990 en rouge et 1991-2022 en bleu, Source : MA-ASTA (non publié).

La nette augmentation des températures de l'air au Luxembourg se reflète également dans la représentation des anomalies par rapport à la période de référence 1961 à 1990 dans la figure 3. Depuis 1988, toutes les anomalies de la température de l'air - à l'exception de l'année 1996 - sont au-dessus de la moyenne de référence. L'anomalie la plus élevée, soit 3,0 °C, a été enregistrée en 2020.

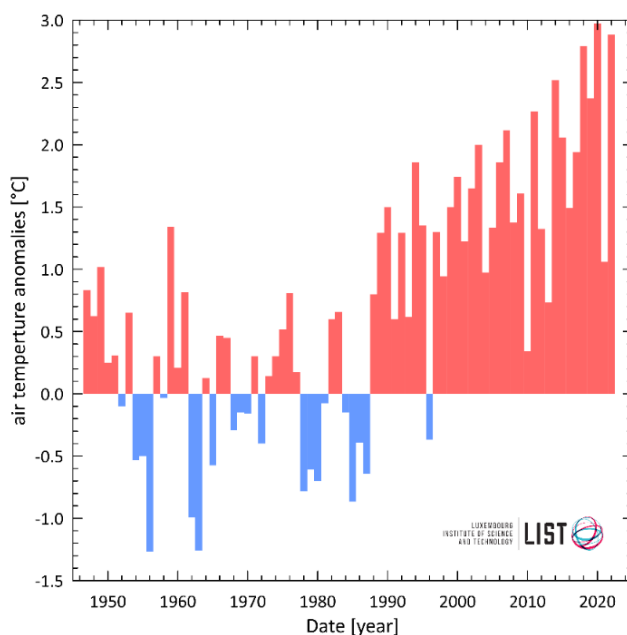


Figure 3 : Anomalies annuelles de la température de l'air pour la station Findel par rapport à la période de référence 1961 à 1990 (8,3 °C) ; période d'évaluation 01/1947 à 12/2022. Source : Junk et al. Annual Report CHAPEL project ; 2023.

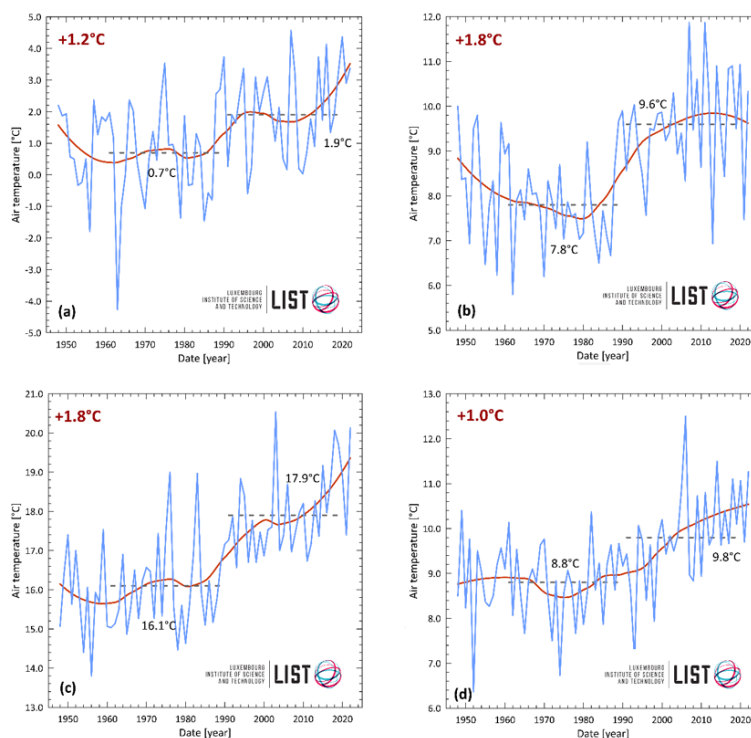


Figure 4 : Moyennes de la température de l'air pour les saisons météorologiques (décembre à février = (a), mars à mai = (b), juin à août = (c), septembre à novembre = (d)) pour la station Findel (lignes bleues), moyenne mobile sur de nombreuses années (ligne rouge ; fonction de Loess), ainsi que moyennes de la température de l'air (lignes pointillées) pour les deux périodes de référence 1961 à 1990 et 1991 à 2020 ; période d'évaluation 01/1947 à 12/2022. Source : Junk et al. Annual Report CHAPEL project ; 2023.

Pour les quatre saisons météorologiques, la température moyenne de l'air de la deuxième période de référence (1991 à 2020) est nettement supérieure à celle de la première période de référence (1961 à 1990). Si l'on considère l'évolution de la température de l'air au cours des saisons météorologiques, les plus fortes augmentations, de 1,8°C chacune, sont enregistrées au printemps et en été météorologiques. Les différences dans toutes les saisons météorologiques sont statistiquement significatives : hiver ($p = 0,003$), printemps ($p = <0,001$), été ($p = <0,001$) et automne ($p = <0,001$).

Depuis le début des mesures de température en 1947 à la station de l'aéroport du Findel, les températures minimales et maximales absolues de l'air jamais enregistrées à la station météorologique de l'aéroport du Findel ont été de -20,2°C (2 février 1956) et de 39,0°C (25 juillet 2019).

Pour l'ensemble du pays, les stations MA-ASTA ont enregistré des extrêmes plus élevés pour les deux mêmes journées : 40,8°C à Steinsel¹⁹ et -23,5°C à Clervaux²⁰.

¹⁹ https://gouvernement.lu/de/actualites/toutes_actualites/communiqués/2019/07-juillet/26-temperaturekord.html

²⁰ <https://www.climatology.lu/atlas/atlas-1971/>

AIR TEMPERATURE

Period 1947-2022	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
Absolute maximum of air temperature (°C)	13,9	19,8	23,5	27,9	31,6	35,4	39,0	37,9	32,2	26,0	19,8	15,7
Day of month	15	27	31	20	29	22	25	8+12	15	2	2	31
Year	1975	2019	2021	2018	2017	2017	2019	2003	2020	2011	2020	2022
Absolute minimum air temperature (°C)	-17,8	-20,2	-14,4	-6,9	-2,1	0,9	4,5	4,3	-0,7	-4,6	-11,1	-15,3
Day of month	1	2	6	12	8	1	8	31/29/28	30	27	23	29
Year	1979	1956	1971	1986	1957	1962	1954	56/63/79	1957	1950	1998	1976

Figure 5 : Valeurs extrêmes depuis 1947 de la température de l'air pour la station de l'aéroport du Findel, Source Meteolux (<https://www.meteolux.lu/fr/climat/normales-et-extremes/>)

La figure 6 montre que l'augmentation des températures annuelles moyennes concerne tout le pays. Une analyse régionale de différentes stations au Luxembourg montre également les disparités géographiques, avec des températures en moyenne plus basses dans le nord du pays et plus élevées dans la vallée de la Moselle. Les températures dans le nord du pays (Asselborn) sont en moyenne inférieures de 1°C à celles de l'aéroport de Luxembourg (Findel), tandis que dans la vallée de la Moselle (Grevenmacher et Remich), elles sont en moyenne supérieures de près de 1°C. Une augmentation généralisée des températures est constatée pour toutes les stations de mesures exploitées par l'Administration des Services Techniques de l'Agriculture (ASTA) entre les périodes de référence 1961 à 1990 et 1991 à 2020.

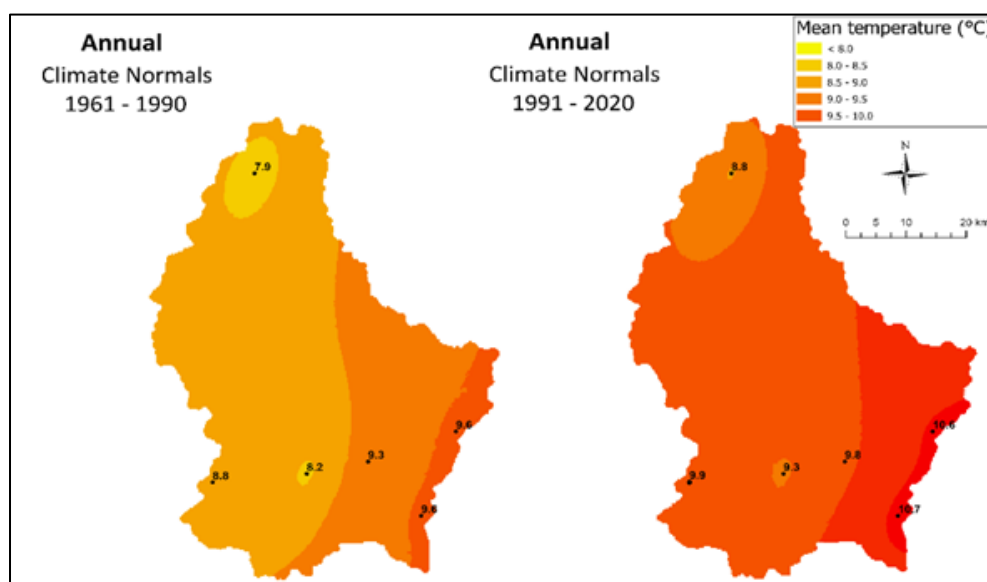


Figure 6 : Températures moyennes à long terme (1961-1990 & 1991-2020) pour les stations MA-ASTA, Source MA-ASTA

- **Précipitations**

La distribution régionale des précipitations montre une plus grande variabilité régionale. On observe un gradient général du nord-ouest au sud-est du pays, avec les valeurs moyennes annuelles les plus élevées enregistrées à Koerich (988,7 mm) pour la période 1961-1990 et à Roodt (1002,2 mm) pour la période 1991-2020, et les valeurs les plus faibles à Obercorn (711,6 mm) pour la période 1961-1990 et à Remich (711,8 mm) pour la période 1991-2020.

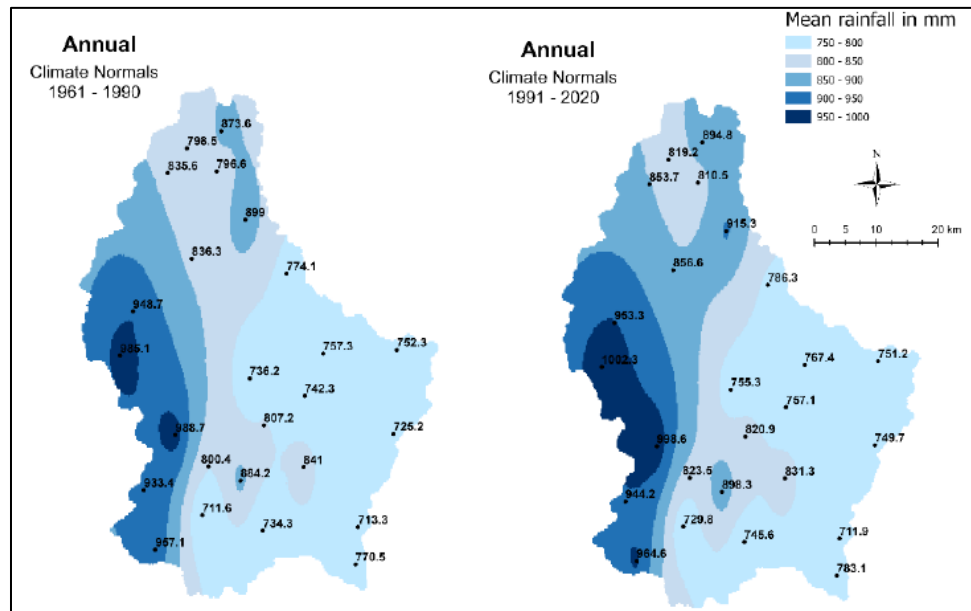


Figure 7 : Précipitations moyennes annuelles pour les années 1961-1990 et 1991-2020 (Source : ASTA)

Les précipitations annuelles totales pour la station de Findel sont présentées dans la figure 8. Contrairement à la température de l'air, les valeurs moyennes des précipitations ne diffèrent pas significativement entre les deux périodes de référence, avec 875 mm (1961 à 1990) et 831 mm (1991 à 2020) pour la station du Findel. Bien qu'on constate une légère baisse des précipitations moyennes annuelles ces dernières années, cette tendance n'est pas statistiquement significative.

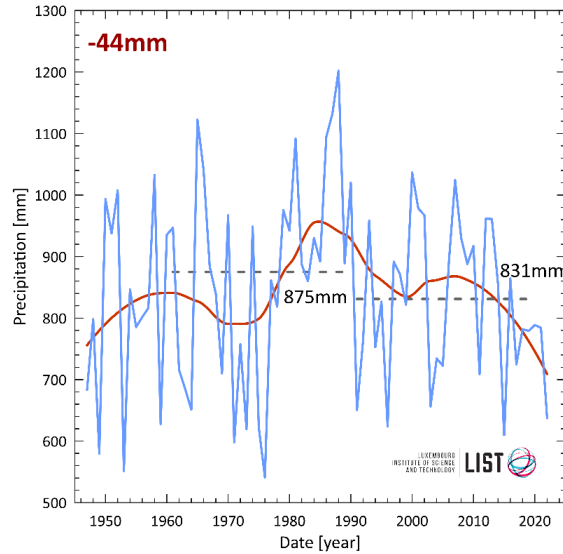


Figure 8 : Précipitations annuelles pour la station Findel, ainsi précipitations annuelles moyennes à la station d Findel. 1961 à 1990 (875 mm) et 1991 à 2020 (831 mm) ; Source : Junk et al. Annual Report CHAPEL project ; 2023.

Depuis 2014, toutes les années présentent des sommes de précipitations annuelles inférieures à celles de la période de référence. Les anomalies positives à partir de l'année 1990 sont également nettement plus faibles que durant les décennies précédentes.

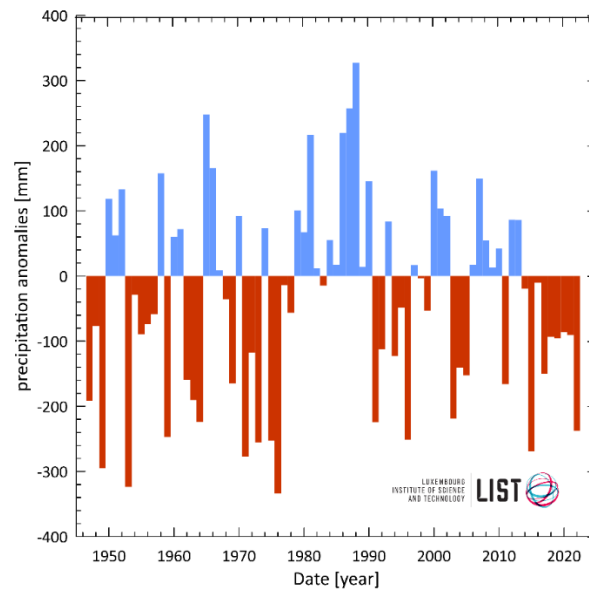


Figure 9 : Anomalies annuelles des précipitations pour la station Findel par rapport à la période de référence 1961 à 1990 (875 mm) ; période d'évaluation 01/1947 à 12/2022. Source : Junk et al. Annual Report CHAPEL project ; 2023.

Les figures 10 (a à d) illustrent les modifications des sommes de précipitations au cours des saisons météorologiques. Les différences entre les deux périodes de référence sont faibles et statistiquement non significatives. Comme pour les évaluations de la température de l'air, des analyses de tendances linéaires ont été effectuées pour les précipitations sur les deux périodes de référence de 30 ans. Alors que l'on observe une augmentation des précipitations entre les deux périodes de référence pendant les mois d'hiver (figure 10 a), on constate une diminution pendant les autres saisons météorologiques. Toutes les différences, qu'il s'agisse des augmentations pendant les mois d'hiver ou des diminutions, ne sont pas statistiquement significatives. Cependant, c'est surtout la diminution au printemps (figure 10 b) qui est frappante, car de très faibles précipitations ont de nouveau été enregistrées en 2021 et 2023.

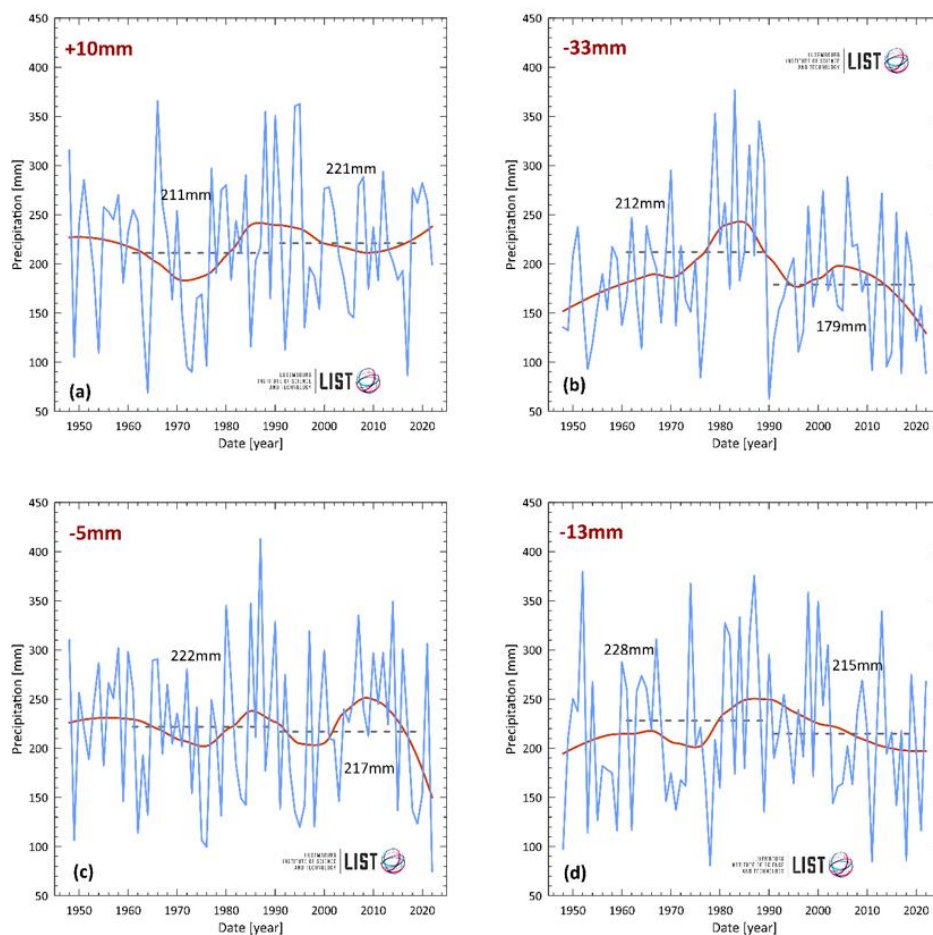


Figure 10 : Moyennes des précipitations totales pour les saisons météorologiques décembre à février = (a), mars à mai = (b), juin à août = (c), septembre à novembre = (d) pour la station Findel (lignes bleues), moyenne mobile sur 7 ans (lignes rouges) ainsi que moyennes (lignes noires) des deux périodes de référence 1961 à 1990 et 1981 à 2010 ; période d'évaluation 01/1947 à 12/2016. Source : Junk et al. Annual Report CHAPEL project ; 2023.

La variation de précipitation saisonnières mesurées à la station du Findel est également observée sur les stations de mesure du MA-ASTA.

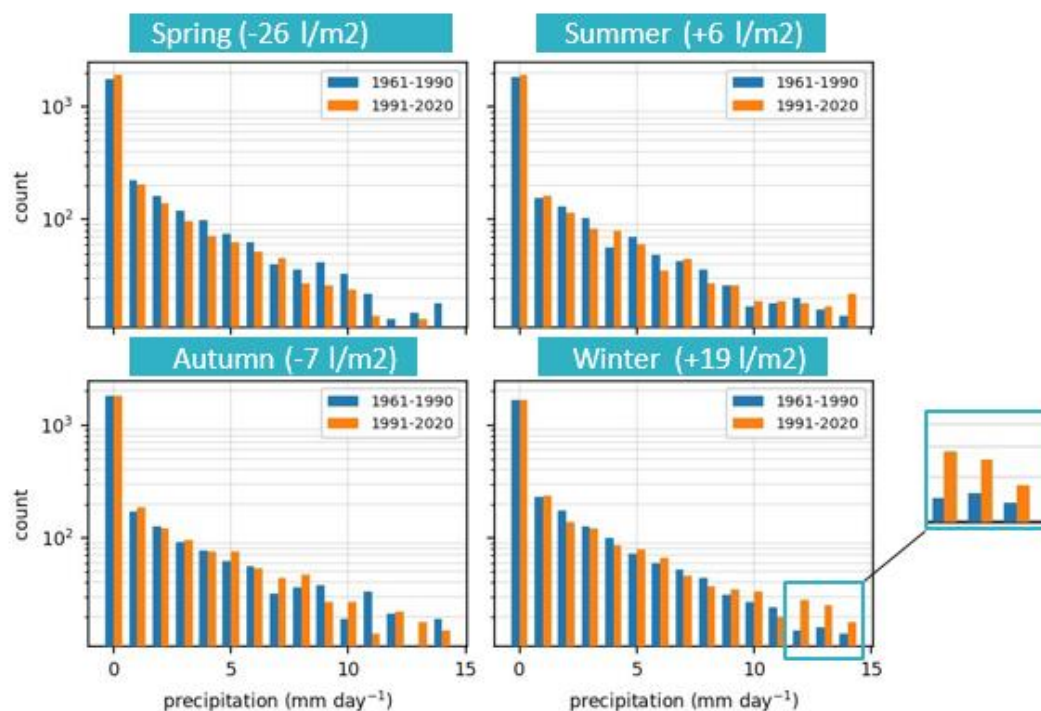


Figure 11 : Evolution des précipitations saisonnières pour les périodes de référence 1961-1990 et 1991-2020 (Ville de Luxembourg), Source : MA-ASTA

- **Conclusion des observations : Un climat en changement**

Comme le montrent les mesures enregistrées dans les stations exploitées par l'ASTA et la station météorologique de l'aéroport du Findel, deux conclusions peuvent être tirées : 1. une augmentation de la température moyenne de l'air est observée au cours des dernières décennies et 2. les précipitations annuelles ont changé de manière saisonnière.

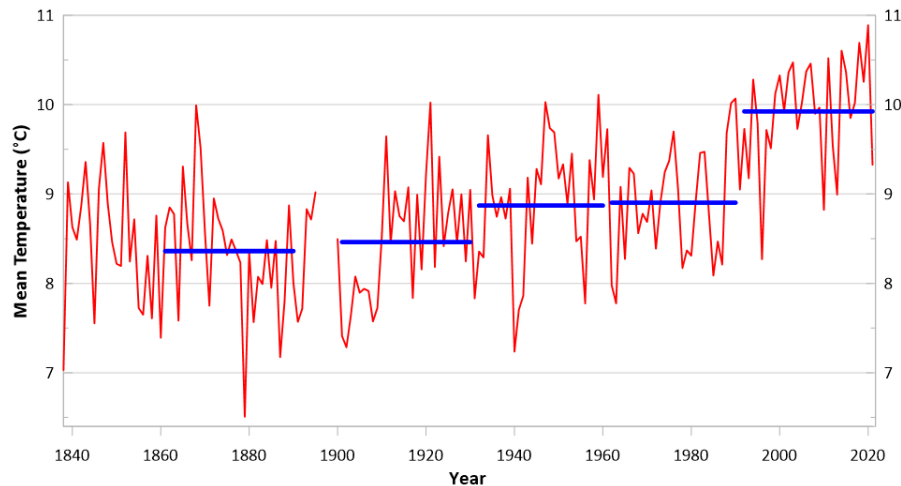


Figure 12 : Températures moyennes de l'air (rouge) et normales climatiques (lignes bleues) pour le Luxembourg. (La discontinuité dans la ligne rouge (entre 1896 et 1899) représente une lacune dans les données), Source : MA-ASTA et Meteolux

À partir de 1990, la température moyenne annuelle a commencé à augmenter assez fortement pour atteindre environ +1,5 °C par rapport à l'ère préindustrielle. Les dix années les plus chaudes se situent toutes dans la période 2002-2021 et chacune des trois dernières décennies a été successivement plus chaude que toutes les décennies précédentes depuis 1840. Une analyse plus poussée des données suggère que la température moyenne de l'air au Luxembourg a augmenté pendant les saisons hivernales, associées à des périodes sans gel plus longues.

Ce constat implique d'ores et déjà les conséquences perceptibles suivantes :

- diminution du nombre de jours de gel hivernal avec impact négatif sur la restructuration des sols, seulement partiellement compensée par le retrait en période de sécheresse,
- diminution du volume de neige avec impact négatif sur la recharge des nappes souterraines,
- augmentation des événements pluviaux extrêmes avec augmentation d'écoulement superficiel, de risque d'inondation (hivernale et estivale) et d'érosion des sols,

- allongement de la période végétative avec impact sur les cultures agricoles, la minéralisation de la matière organique du sol et sur la recharge des nappes souterraines,
- augmentation de l'évapotranspiration et du risque de stress hydrique chez les plantes agricoles et en forêt.

L'augmentation continue des températures moyennes peut également être observée grâce aux anomalies des températures moyennes annuelles mesurées depuis 1838.

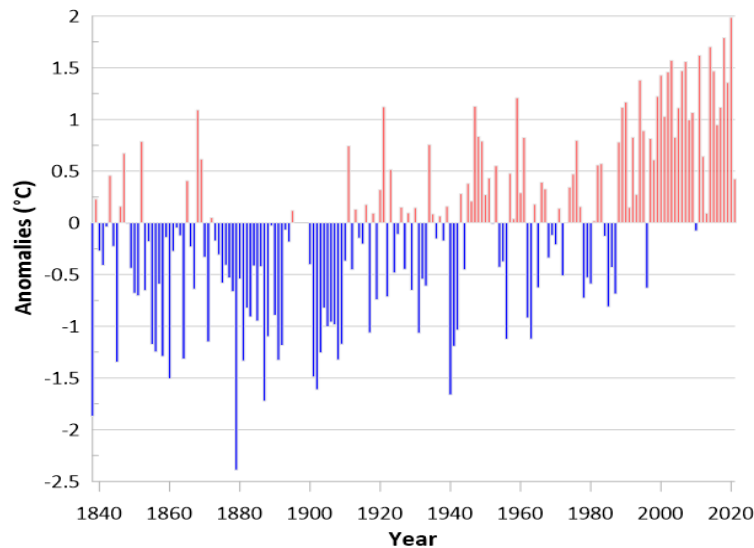


Figure 13 : Anomalies de la température moyenne annuelle de l'air pour le Luxembourg (1838-2021) par rapport à la période de référence 1961-1990, Source : MA-ASTA et MeteoLux

Une autre visualisation graphique de cette augmentation des températures moyennes peut être observée grâce aux bandes du réchauffement climatique (« warming stripes »). Les bandes du réchauffement sont une série de plus de 170 rayures. Chaque rayure représente une année et la couleur de sa température par rapport à la moyenne enregistrée sur la planète depuis 1850. Les couleurs varient du bleu très foncé (-8°C par rapport aux moyennes mondiales) au rouge écarlate (+8°C par rapport aux moyennes mondiales).

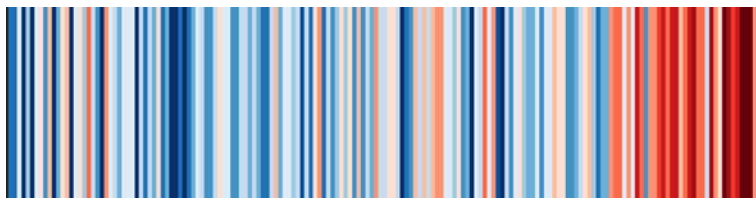


Figure 14 : "Warming stripes" du Luxembourg, Source: Université de Reading, ShowYourStripes - <https://showyourstripes.info/c/europe/luxembourg/all>

Selon les analyses MA-ASTA, les précipitations ont également évolué dans le temps, notamment au niveau saisonnier. Ainsi, on observe une baisse significative au printemps et une hausse légèrement significative en hiver. Cependant, les variations d'une année à l'autre sont moins importantes, il est donc difficile d'en déduire une tendance.

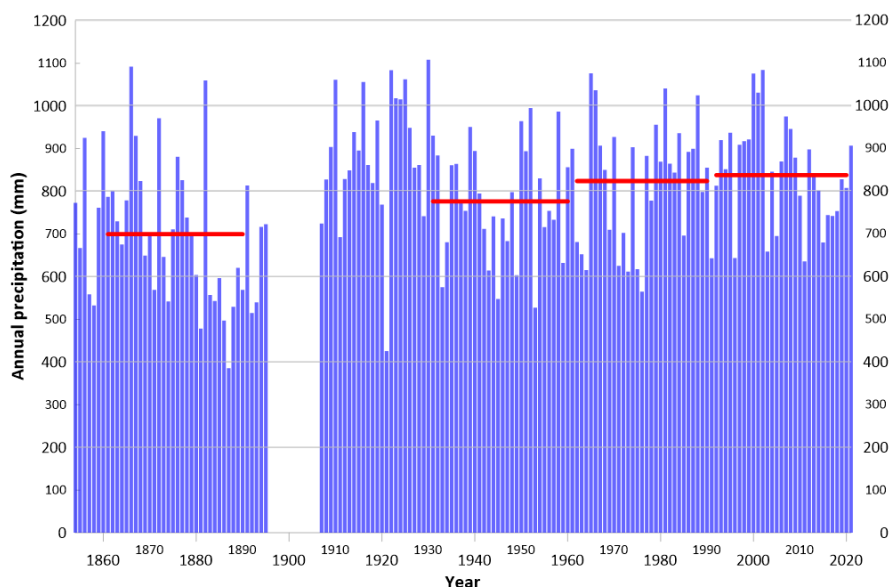


Figure 15 : Totaux annuels des précipitations (colonnes bleues) et normales climatiques (lignes rouges) pour le Luxembourg de 1854 à 2021, Source : MA-ASTA et MeteoLux. (La discontinuité dans la ligne rouge (entre 1896 et 1899) représente une lacune dans les données.)

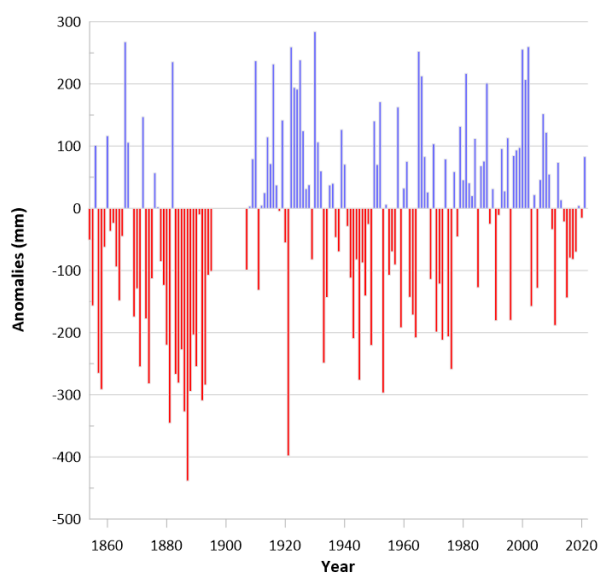


Figure 16 : Anomalies des totaux annuels de précipitations de la période de référence (1961-1990) pour le Luxembourg de 1854 à 2021, Source : MA-ASTA et MeteoLux. (La discontinuité dans la ligne rouge (entre 1896 et 1899) représente une lacune dans les données.)

Ces changements météorologiques et climatiques induisent forcément des risques pour les activités humaines. Dans son rapport EUCRA, l'Agence européenne pour l'environnement a notamment procédé à l'évaluation des risques majeurs pour le continent européen. Cette évaluation des risques a permis de recenser et d'évaluer 36 risques climatiques majeurs pour l'Europe, qu'il est possible de classer en cinq grands groupes : les écosystèmes, l'alimentation, la santé, les infrastructures, l'économie et les finances. La quasi-totalité des risques majeurs retenus pourraient atteindre des niveaux critiques, voire catastrophiques, au cours de ce siècle. Selon le rapport, plus de la moitié (21 sur 36) des risques climatiques majeurs pour l'Europe recensés nécessitent des mesures immédiates, huit d'entre eux étant particulièrement urgents. Parmi ces risques urgents, figurent également des risques particulièrement importants pour le contexte luxembourgeois : Inondations pluviales et fluviales ainsi que stress thermique (population générale).

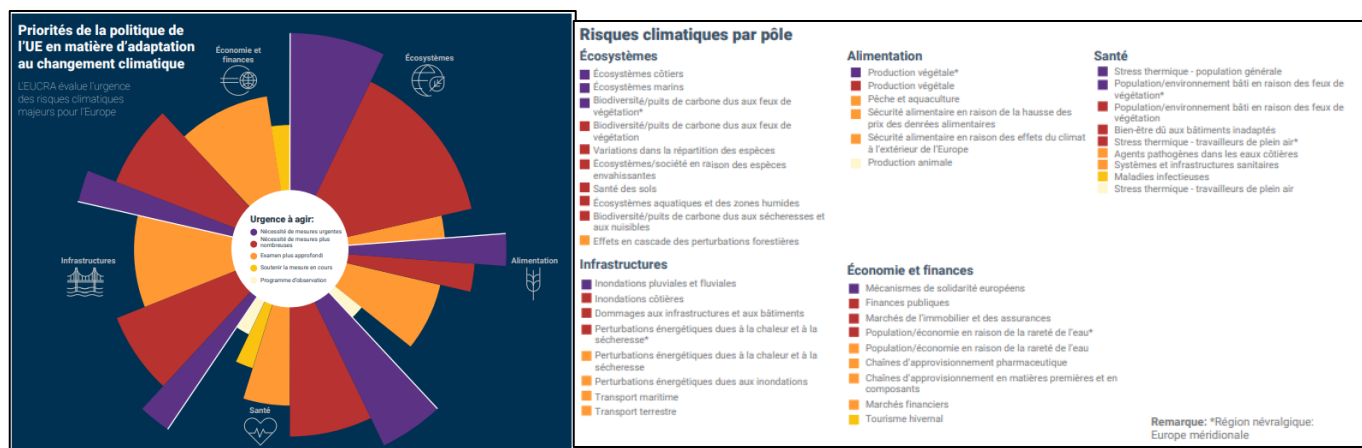


Figure17 : Les principaux risques climatiques pour l'Europe et l'urgence à agir à leur égard, Source : EEA (EUCRA 2024)

2.1.3 Projections climatiques futures pour le Luxembourg

Comme l'a évalué le GIEC, le changement climatique se manifestera non seulement par une augmentation des températures de l'air, mais aussi par une intensification des événements extrêmes, qui seront à leur tour d'une importance capitale pour la société, en raison de leur impact sur plusieurs secteurs économiques stratégiques²¹.

Les simulations climatiques numériques sont des outils appropriés pour évaluer les impacts potentiels du changement climatique sur le territoire luxembourgeois. Dans le cadre du projet CHAPEL (2020 - 2024) suivi par le Luxembourg Institute for Science and Technology (LIST), des projections climatiques régionales sont réalisées et les résultats sont analysés. Afin de prendre en compte les différentes possibilités d'évolution de la société en termes de consommation de combustibles fossiles et de rejets de gaz à effet de serre (GES), différentes voies de concentration représentatives (« Representative Concentration Pathways » (RCP), à savoir RCP26, RCP45 et RCP85, sont évaluées dans le projet.

Ces scénarios sont utilisés, entre autres, par le modèle de réchauffement planétaire du GIEC. Les émissions varient d'un scénario à l'autre en fonction des hypothèses socio-économiques, des niveaux d'atténuation du changement climatique et, pour les aérosols et les précurseurs de l'ozone non méthanique, des mesures de lutte contre la pollution atmosphérique :

- Le RCP2.6 est le deuxième scénario d'émissions le plus bas évalué par le GIEC. Il suppose de faibles émissions de gaz à effet de serre (GES) et une diminution des émissions de CO₂ jusqu'à un niveau net nul après 2050, suivie par des niveaux variables d'émissions nettes négatives de CO₂. Dans ce scénario, la température à la surface du globe serait stabilisée à 1,8 °C (très probablement entre 1,3 et 2,4 °C) en 2100, ce qui est supérieur à l'objectif de température à long terme de l'Accord de Paris.
- Le RCP4.5 est un scénario d'émissions intermédiaire. Il suppose que les émissions de CO₂ se maintiennent aux niveaux actuels jusqu'au milieu du siècle et qu'elles diminuent par la suite. Dans ce scénario, le réchauffement climatique atteindrait 2,7°C (très probablement 2,1 à 3,5°C) d'ici 2100 et se poursuivrait par la suite. Le résultat est proche des trajectoires modélisées par le GIEC et compatibles avec la poursuite des politiques mises en œuvre d'ici à la fin de 2020, ce qui

²¹ GIEC, 2021 : Résumé à l'intention des décideurs. In : *Changement climatique 2021 : The Physical Science Basis. Contribution du groupe de travail I au sixième rapport d'évaluation du groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat* [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, et B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni et New York, NY, USA, pp. 3-32, doi:10.1017/9781009157896.001.

conduirait à un réchauffement planétaire de 3,2 °C (très probablement de 2,2 à 3,5 °C) d'ici à 2100²².

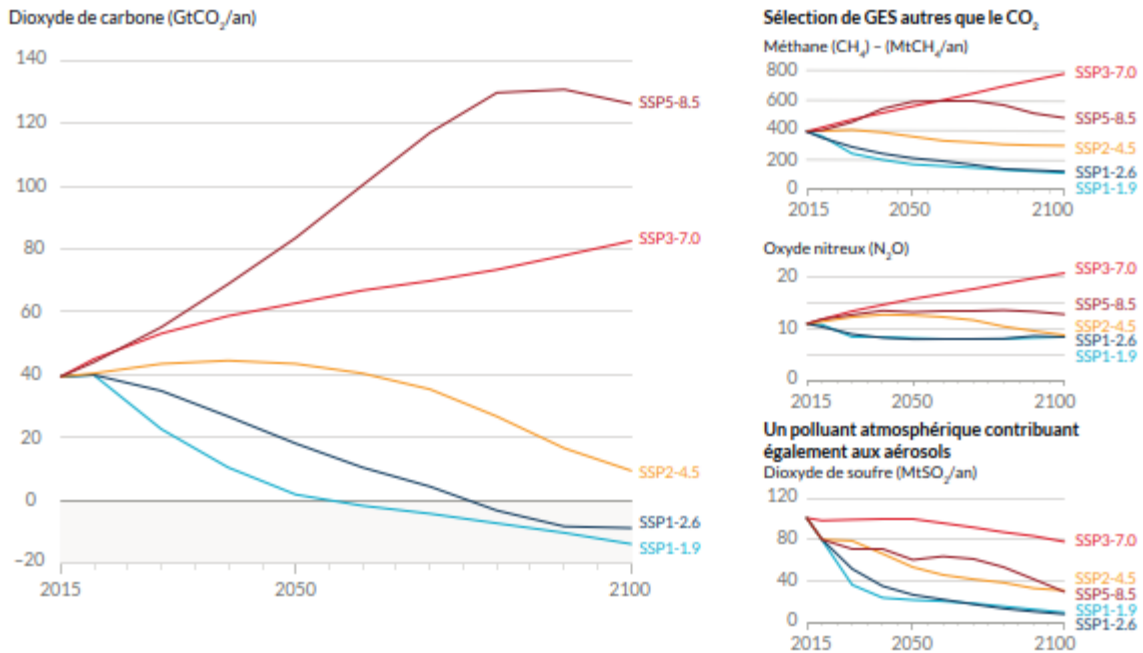
- Le RCP8.5 est un scénario d'émissions très élevé. Il suppose que les émissions mondiales de GES continueront d'augmenter, avec des émissions de CO₂ qui doubleront à peu près par rapport aux niveaux actuels d'ici 2050. Selon ce scénario, le réchauffement de la planète atteindrait 4,4°C (probablement 3,3 à 5,7°C) d'ici 2100, et se poursuivrait par la suite. Selon le GIEC, les trajectoires qui dépassent un réchauffement de >4°C impliqueraient un renversement des tendances actuelles en matière de technologie et/ou de politique d'atténuation. Un tel réchauffement pourrait se produire dans des trajectoires d'émissions compatibles avec les politiques mises en œuvre d'ici à la fin de 2020 si la sensibilité du climat est plus élevée que les estimations centrales.

Les scénarios RCP sont un outil important pour l'élaboration des politiques et le développement de stratégies d'adaptation.

²² GIEC, 2022 : Résumé à l'intention des décideurs [P.R. Shukla, J. Skea, A. Reisinger, R. Slade, R. Fradera, M. Pathak, A. Al Khourdajie, M. Belkacemi, R. van Diemen, A. Hasija, G. Lisboa, S. Luz, J. Malley, D. McCollum, S. Some, P. Vyas, (eds.)]. In : *Changement climatique 2022 : Atténuation du changement climatique. Contribution du groupe de travail III au sixième rapport d'évaluation du groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat* [P.R. Shukla, J. Skea, R. Slade, A. Al Khourdajie, R. van Diemen, D. McCollum, M. Pathak, S. Some, P. Vyas, R. Fradera, M. Belkacemi, A. Hasija, G. Lisboa, S. Luz, J. Malley, (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK et New York, NY, USA. doi : 10.1017/9781009157926.001.

Les émissions futures entraînent un réchauffement supplémentaire à venir, le réchauffement total étant dominé par les émissions de CO₂ passées et à venir

(a) Emissions annuelles futures de CO₂ (à gauche) et d'un sous-ensemble de facteurs clés autres que le CO₂ (à droite), pour cinq scénarios illustratifs



(b) Contribution des différentes émissions à l'augmentation de la température à la surface du globe, et rôle dominant des émissions de CO₂
Changement de la température à la surface du globe en 2081–2100 par rapport à 1850–1900 (°C)

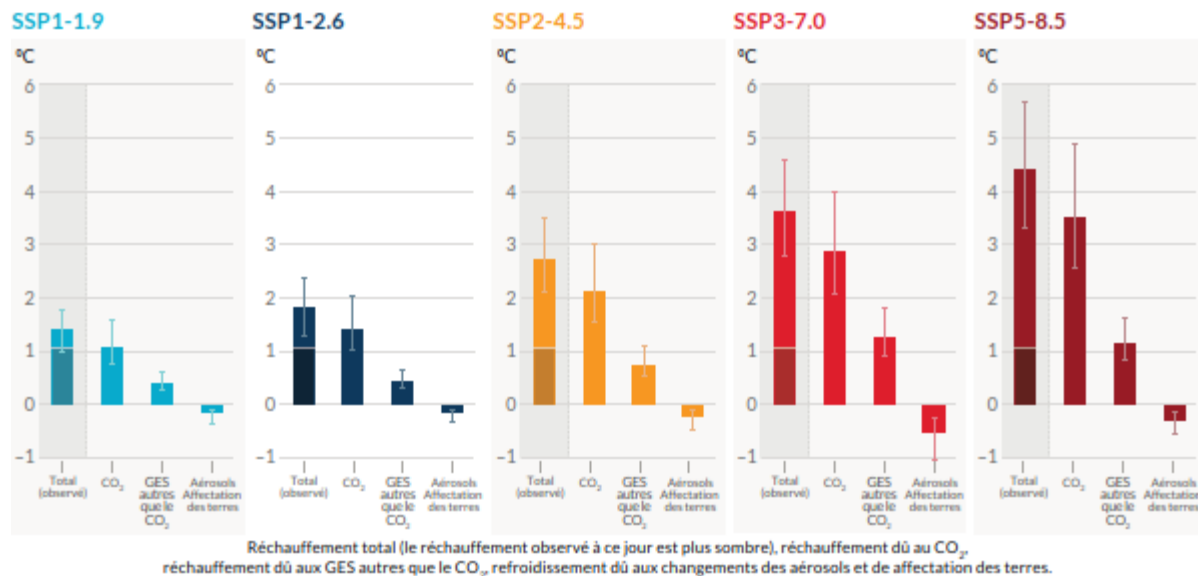


Figure 18 : Émissions anthropiques futures des principaux facteurs de changement climatique et contributions au réchauffement climatique par groupes de facteurs pour cinq scénarios illustratifs, Source : IPCC, AR6, WGI, SPM. Figure SPM.4

Les résultats suivants sont basés sur un ensemble multi-modèle de projections de changement climatique issues du projet « Coordinated Regional Climate Downscaling Experiment » (CORDEX) du Programme mondial de recherche sur le climat (WCRP). Pour ce document, des séries temporelles de la température moyenne journalière de l'air ainsi que des sommes de précipitations journalières ont été extraites pour le Luxembourg (49°36' N 6°7' E).

• Température de l'air

L'une des principales tendances liées au changement climatique est l'augmentation des températures mondiales. Selon les prévisions, le Luxembourg connaîtra lui aussi des températures moyennes plus chaudes. Les hivers seront plus doux et les mois de printemps et d'été plus chauds.

Les changements projetés dans les températures annuelles minimales, maximales et moyennes de l'air pour les trois différents RCP ont été analysés à l'aide d'une approche d'ensemble multi-modèle. Les projections climatiques futures des modèles climatiques régionaux imbriqués montrent une augmentation cohérente des températures de l'air pour les trois variables et tous les RCP. L'augmentation de la température annuelle moyenne de l'air pour la moyenne multi-modèle basée sur le RCP2.6 est de 1,1°C au-dessus de la moyenne 1971-2000 d'ici la fin du siècle.

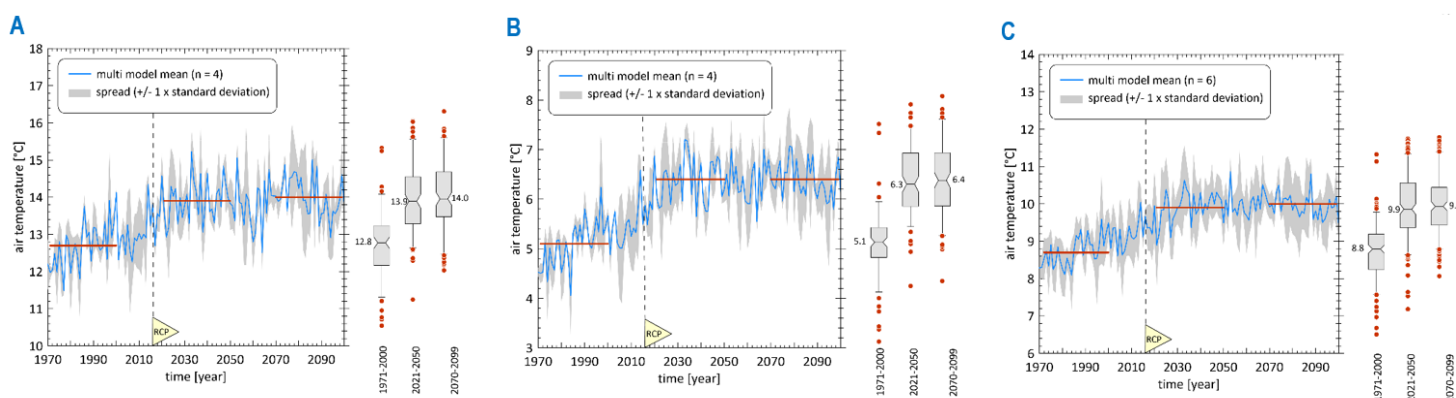


Figure 19 : Evolution prévue des températures minimales, moyennes et maximales annuelles de l'air RCP2.6, (Note : Partie gauche des figures : séries temporelles de l'ensemble multimodèle des températures maximales (A), minimales (B) et moyennes (C) annuelles de l'air. La plage (zone grise) est définie par +/- un écart-type de l'ensemble. En outre, les valeurs moyennes des tranches temporelles de 30 ans (période de référence (REF) 1971-1990, futur proche (NF) 2021-2050 et futur lointain (FF) 2070-2099) sont représentées par des lignes rouges. À droite des figures : diagrammes en boîte des valeurs quotidiennes pour REF, NF et FF. Les moustaches s'étendent jusqu'à 1,5 x l'intervalle interquartile. Les données situées en dehors de cet intervalle sont représentées par des points rouges), Source : LIST (non publié), <https://atlas.climate.copernicus.eu/atlas>

Le deuxième RCP est le scénario intermédiaire RCP4.5. L'augmentation prévue des températures de l'air près de la surface d'ici la fin du siècle est de 2,1°C pour les températures minimales et maximales annuelles et de 2,2°C pour la température moyenne annuelle par rapport à 1971-2000.

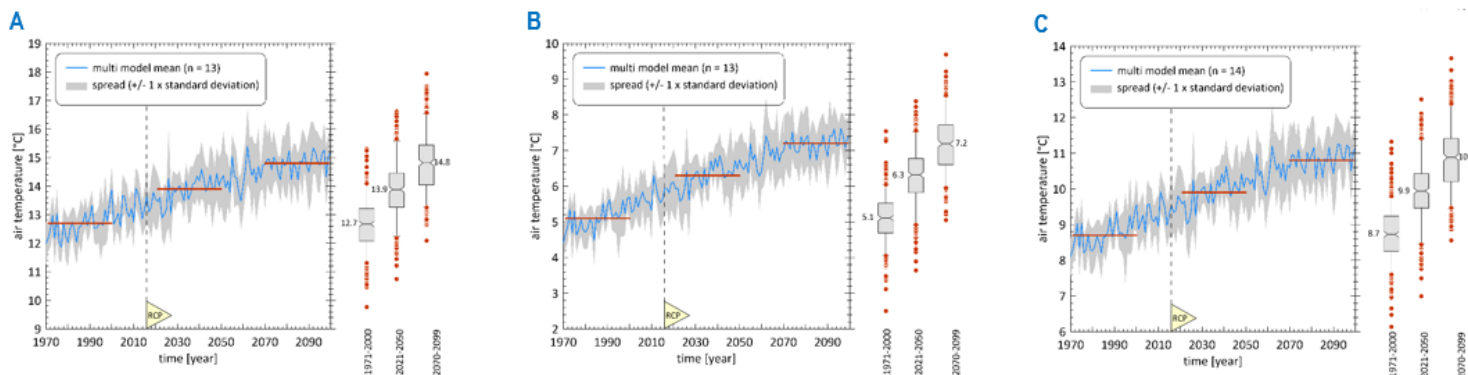


Figure 20 : Evolution prévue des températures minimales, moyennes et maximales annuelles de l'air RCP4.5, (Note : Partie gauche des figures : séries temporelles de l'ensemble multimodèle des températures maximales (A), minimales (B) et moyennes (C) annuelles de l'air. La plage (zone grise) est définie par +/- un écart-type de l'ensemble. En outre, les valeurs moyennes des tranches temporelles de 30 ans (période de référence (REF) 1971-1990, futur proche (NF) 2021-2050 et futur lointain (FF) 2070-2099) sont représentées par des lignes rouges. À droite des figures : diagrammes en boîte des valeurs quotidiennes pour REF, NF et FF. Les moustaches s'étendent jusqu'à 1,5 x l'intervalle interquartile. Les données situées en dehors de cet intervalle sont représentées par des points rouges), Source : LIST (non publié), <https://atlas.climate.copernicus.eu/atlas>

Le scénario RCP8.5 conduit à une augmentation de 3,7°C par rapport à la période 1971-2000 d'ici la fin du siècle. L'augmentation prévue par ce scénario pour l'avenir proche (2021-2050) est du même ordre que celle du scénario RCP2.6 pour l'avenir lointain (2070-2098). La forte augmentation entre 3,6°C et 3,7°C par rapport à 1971-2000 a pu être observée pour les températures minimales et maximales, ainsi que pour la température moyenne annuelle de l'air.

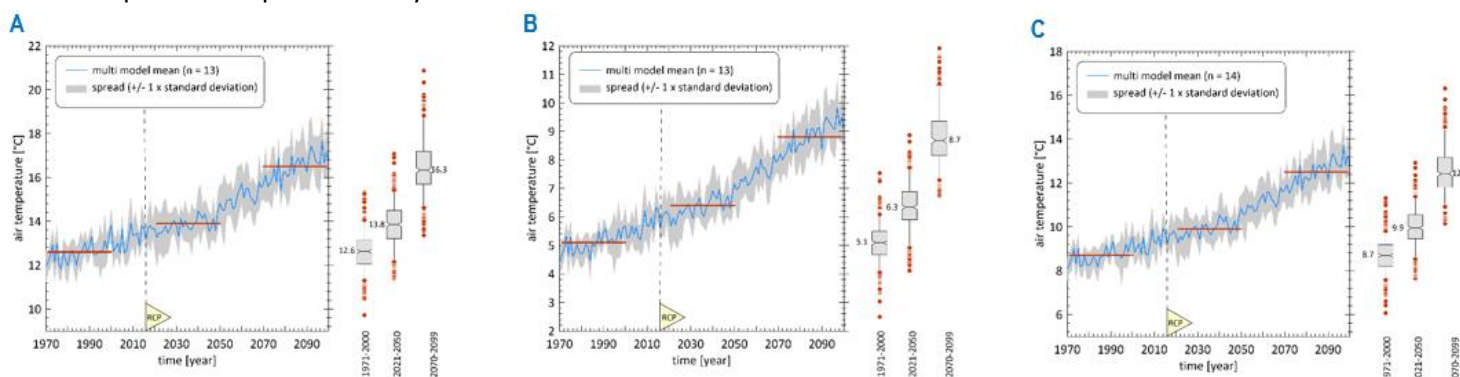


Figure 213 : Evolution prévue des températures minimales, moyennes et maximales annuelles de l'air RCP8.5, (Note : Partie gauche des figures : séries temporelles de l'ensemble multimodèle des températures maximales (A), minimales (B) et moyennes (C) annuelles de l'air. La plage (zone grise) est définie par +/- un écart-type de l'ensemble. En outre, les valeurs moyennes des tranches temporelles de 30 ans (période de référence (REF) 1971-1990, futur proche (NF) 2021-2050 et futur lointain (FF) 2070-2099) sont représentées par des lignes rouges. À droite des figures : diagrammes en boîte des valeurs quotidiennes pour REF, NF et FF. Les moustaches s'étendent jusqu'à 1,5 x l'intervalle interquartile. Les données situées en dehors de cet intervalle sont représentées par des points rouges), Source : LIST (non publié), <https://atlas.climate.copernicus.eu/atlas>

En fonction des scénarios d'émissions évalués, il faut donc s'attendre à une augmentation moyenne de la température de l'air comprise entre 1,1°C (RCP2.6) et 3,7°C (RCP8.5) pour l'avenir lointain par rapport à la période de référence pour le Luxembourg.

• Précipitations

Les projections climatiques indiquent des changements dans les régimes de précipitations pour le Luxembourg. La tendance est à des précipitations plus variables, potentiellement plus intenses, entraînant un risque accru d'inondation et d'érosion. Dans le même temps, les périodes de sécheresse pourraient être plus longues, ce qui pourrait avoir un impact négatif sur les ressources en eau dû à une consommation plus importante d'eau et aux étiages plus prononcés. La figure 22 présente les changements projetés dans les précipitations annuelles pour les trois différents RCP.

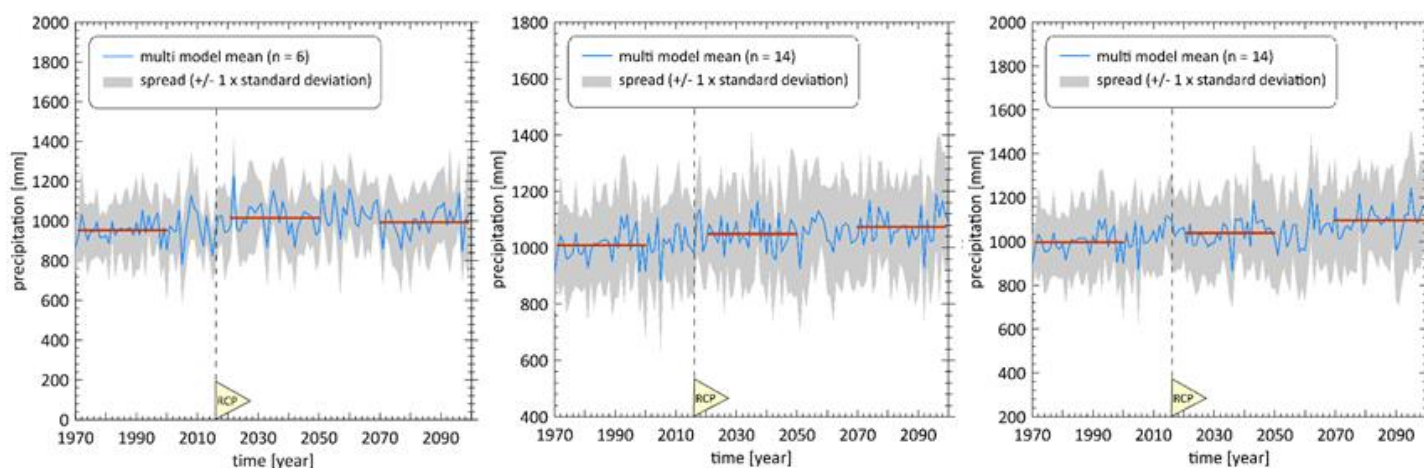


Figure 22 : Côté gauche de chaque figure : Série temporelle de l'ensemble multi-modèle des et des sommes de précipitations annuelles moyennes pour le RCP26, RCP45 et RCP85. La dispersion (zone grisée hachurée) est définie par +/- un écart-type de l'ensemble. En outre, les valeurs moyennes de la tranche de temps de 30 ans (période de référence (REF) 1971-1990, futur proche (NF) 2021-2050 et futur lointain (FF) 2070-2099) sont représentées par des lignes rouges.

2.2 Impacts futurs du changement climatique et vulnérabilités au Luxembourg

Le changement climatique menacera la zone biogéographique « Région continentale » dont le Luxembourg fait partie, telle que définie par la Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe²³, avec notamment une augmentation des extrêmes de chaleur, une augmentation de l'évapotranspiration en général, une plus grande variabilité des précipitations entraînant des sécheresses, une perturbation de la végétation et des habitats naturels et l'augmentation des risques d'inondations aussi bien hivernales qu'estivales (fluviales et crues subites). Bien qu'il puisse y avoir une régionalisation plus ou moins forte des phénomènes, toutes ces menaces sont une préoccupation majeure pour le Luxembourg et tous les secteurs de la société seront impactés par les effets du changement climatique. Certains impacts sont notamment détaillés dans un rapport de 2021 de l'administration de l'environnement : « Klimaökologische Situation in Luxemburg »²⁴. Il s'agit entre autres des îlots de chaleur qui entraînent un stress bioclimatique plus important.

2.2.1 Inondations et crues subites

Avec le changement climatique, le risque d'inondation sera considérablement plus élevé au Luxembourg. Une augmentation de la fréquence et de l'intensité des inondations peut affecter la sécurité et la santé humaine et causer des dommages environnementaux, des dommages aux biens et aux infrastructures et un arrêt des activités économiques.

L'augmentation des précipitations hivernales (moins de neige, plus de pluie) est susceptible d'entraîner des débits moyens dans les cours d'eau plus élevés en hiver et d'accroître le risque d'inondation. La suppression du stockage intermédiaire des précipitations sous forme de neige entraînera probablement une augmentation de la fréquence, de la hauteur et de la durée des inondations. D'autre part, la diminution des précipitations au printemps, combinée à des événements pluvieux concentrés en été lors de pluies torrentielles, augmente le risque d'étiages prononcés pendant l'été. La forte imperméabilisation du sol due à la pression démographique entraîne une réduction du potentiel d'infiltration de l'eau dans le sol, ce qui augmente les débits et le risque d'inondation. Les crues subites présentent un certain nombre de caractéristiques qui les distinguent des autres phénomènes d'inondation. Les pluies torrentielles

²³ <https://www.coe.int/fr/web/bern-convention>

²⁴ <https://download.data.public.lu/resources/klimaokologische-situation-in-luxemburg-la-situation-au-luxembourg-en-matiere-decologie-climatique/20220414-112912/aev-luxemburg-klimaanalyse-bericht-final.pdf>

peuvent se produire partout dans notre pays, il n'y a pas de zones plus ou moins prédestinées. Alors que le phénomène peut passer quasiment inaperçu dans une région, dans une autre, le ruissellement important sur des surfaces compactées, imperméabilisées ou ayant tout simplement atteint leur capacité d'infiltration peut générer de véritables vagues d'inondation, causant des dégâts considérables. La courte durée, l'espace restreint et les processus atmosphériques chaotiques propres à ces événements empêchent toute prévision météorologique précise et fiable. En cas de fortes pluies, les petits cours d'eau peuvent constituer une source de danger facilement sous-estimée. Le régime hydrologique des cours d'eau au Luxembourg change et tend vers un régime méditerranéen avec des saisons plus marquées.

Les fortes pluies peuvent aussi entraîner des surcharges des réseaux d'égouttage avec pour conséquence des contaminations des eaux de surface par des eaux non épurées et donc potentiellement toxiques pour l'environnement et la santé animale et humaine.

2.2.2 Vagues de chaleur

Avec l'augmentation moyenne des températures annuelles, le changement climatique aura un impact considérable sur l'apparition, l'intensité et la fréquence des vagues de chaleur au Luxembourg. Les vagues de chaleur sont des épisodes de chaleur extrême au cours desquelles les températures sont nettement supérieures aux moyennes normales sur une période prolongée. Pour évaluer la chaleur, on utilise les indicateurs de température de l'air, comme les « Jours chauds » (jours dont la température maximale est supérieure ou égale à 25 °C) et les « Nuits tropicales » (nuits dont la température minimale est supérieure ou égale à 20 °C). Les températures extrêmes nuisent à l'Homme et à l'environnement en ayant un impact significatif sur la santé humaine. Les vagues de chaleur entraînent une forte sollicitation du système cardio-vasculaire, ce qui peut provoquer de graves maladies et, dans les cas extrêmes, des décès. Ces effets peuvent également induire des problèmes de santé directs ou indirects, tels que l'émergence ou la ré-émergence des maladies infectieuses en particulier les zoonoses, les maladies transmises par des vecteurs ou les maladies liées à l'eau. Les différents groupes de population sont affectés à des degrés divers. Les personnes âgées, les nourrissons, les jeunes enfants et les personnes souffrant de maladies préexistantes sont considérés comme des groupes à risque, de même que certaines personnes travaillant en extérieur. Le danger d'une exposition croissante à la chaleur pour la population luxembourgeoise est le plus grave dans les zones urbaines à forte densité de bâtiments, en raison de la capacité accrue de stockage thermique et des émissions thermiques nocturnes. Même des niveaux relativement modérés de

stress thermique pourraient être associés à des effets néfastes sur la santé, et des relations caractéristiques entre température et mortalité ont pu être établies pour des températures de l'air inférieures à 30°C. A cela s'ajoute que les vagues de chaleur seront accompagnées par des nuits tropicales plus fréquentes, lors desquelles les températures nocturnes ne descendent pas en dessous de 20 °C. Cela peut entraîner un stress thermique, en particulier pour les personnes qui n'ont pas la possibilité de se rafraîchir.

Lors de la période de référence 1970-2000, le Luxembourg connaissait en moyenne 7,6 jours de vagues de chaleur par an. Selon les modélisations effectuées par le LIST, les journées de vagues de chaleur au Luxembourg pour la période 2021-2050 seraient en moyenne, et en fonction des scénarios climatiques, de 20,4 jours/an (RCP26), 21,4 jours/an (RCP45) ou de 22,7 jours/an (RCP85). Pour les trois scénarios climatiques, ceci signifie pratiquement un triplement des jours de vagues de chaleur. A long terme, les journées de vagues de chaleur au Luxembourg pour la période 2070-2099 seraient en moyenne, et en fonction des scénarios climatiques, de 21,9 jours/an (RCP26), 34,1 jours/an (RCP45) ou de 64,7 jours/an (RCP85).

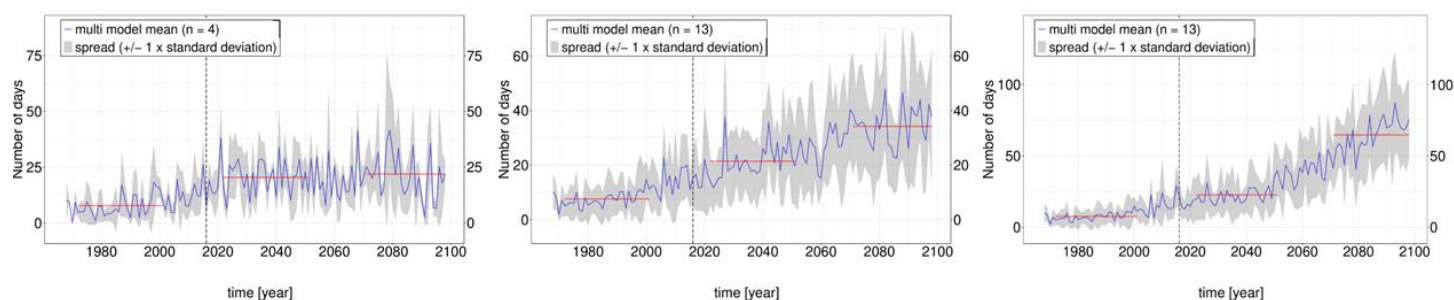


Figure 23 : Moyenne multi-modèle des jours pendant les vagues de chaleur par an pour le RCP26, RCP45 et RCP85. La dispersion de l'ensemble multi-modèle (+/- un écart-type) est représentée par une zone grise ombrée. En rouge, les moyennes sur 30 ans pour la période de référence (RF ; 1971-2000), le futur proche (NF ; 2021-2050) et le futur lointain (FF ; 2070-2099).

L'augmentation des températures contribuera à l'augmentation des îlots de chaleur urbains qui entraînent un stress bioclimatique plus important, surtout en été. L'effet d'îlot de chaleur décrit la différence de température entre la ville chaude et ses environs plus froids et atteint son maximum pendant la nuit ainsi que dans des conditions météorologiques de rayonnement à vent faible. Ces situations se produisent régulièrement au Luxembourg, le plus souvent au mois d'août. Alors que les températures de l'air en ville pendant la journée sont presque aussi élevées que dans les environs, l'îlot

de chaleur urbain émerge la nuit. Dans les centres, où se trouvent les densités de bâtiments les plus élevées et, surtout dans les zones d'activités économiques où les degrés d'imperméabilisation sont très élevés, on retrouve la plus forte surchauffe nocturne. La surchauffe diminue à mesure que l'on s'éloigne des centres ou des zones très imperméables.

Ces périodes de vagues de chaleur seront également accentuées par une augmentation de « nuits tropicales », pouvant notamment fortement impacter la santé des personnes les plus vulnérables. Lors de la période de référence 1970-2000, le Luxembourg connaissait en moyenne 0,3 nuits tropicales par an. Selon les modélisations effectuées par le LIST, le nombre de nuits tropicales au Luxembourg pour la période 2021-2050 serait en moyenne, et en fonction des scénarios climatiques, de 0,9 jours/an (RCP26), 1,5 jours/an (RCP45) ou de 1,8 jours/an (RCP85). A long terme, le nombre de nuits tropicales au Luxembourg pour la période 2070-2099 serait en moyenne, et en fonction des scénarios climatiques, de 1,9 jours/an (RCP26), 3,7 jours/an (RCP45) ou de 13 jours/an (RCP85).

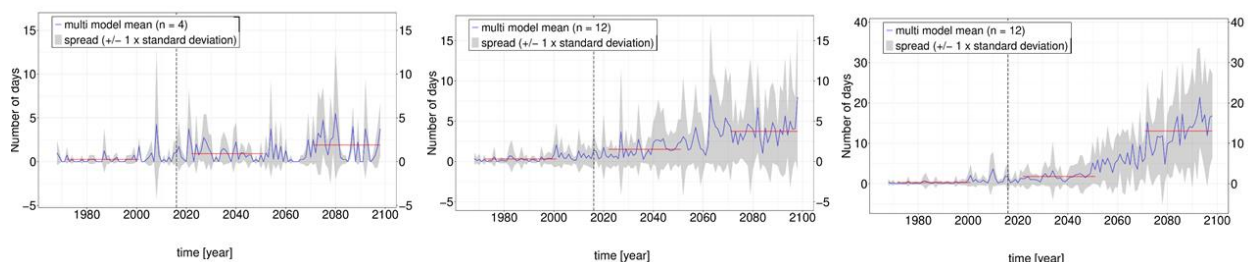


Figure 24 : Moyenne multi-modèle des nuits tropicales ($T_{min} > 20^{\circ}\text{C}$) par an pour le RCP26, RCP45 et RCP85. La dispersion de l'ensemble multi-modèle ($\pm$ un écart-type) est représentée par une zone grise ombrée. En rouge, les moyennes sur 30 ans pour la période de référence (RF ; 1971-2000), le futur proche (NF ; 2021-2050) et le futur lointain (FF ; 2070-2099).

Finalement, notons également que des vagues de chaleur durant des stades phénologiques sensibles, telles que la floraison, peuvent induire une absence de fructification et des pertes sensibles de rendement dans les cultures agricoles céréalières dominantes (blé d'hiver, maïs, orge de printemps ...).

2.2.3 Variabilité des précipitations et des sécheresses

Les projections climatiques indiquent des changements dans les régimes de précipitations au Luxembourg. L'augmentation des températures et la variabilité des précipitations entraînent d'une part une baisse des niveaux d'eau et des débits dans les cours d'eau, et d'autre part un assèchement des couches de sol proches de la surface. Combinés à des températures élevées, les faibles niveaux d'eau ont des conséquences sur les habitats aquatiques. Les espèces tributaires de températures fraîches de l'eau sont particulièrement menacées.

En particulier, l'augmentation des températures favorise l'évapotranspiration et donc les sécheresses qui sont indiquées par un indice supérieur à 0,5. En outre, l'augmentation de l'évaporation et de l'évapotranspiration favorise les précipitations convectives qui produisent des inondations pluviales. Sur la figure 25, on constate une augmentation significative de l'indice de sécheresse pour les mois d'avril à novembre (à l'exception du mois de juillet). Pour la période 1961-1990, seuls les mois de juin et juillet avaient un indice supérieur ou égal à 0,5 en moyenne. Alors que pour la période 1991-2020, 10 mois (sauf janvier et décembre) ont été marqués par des sécheresses.

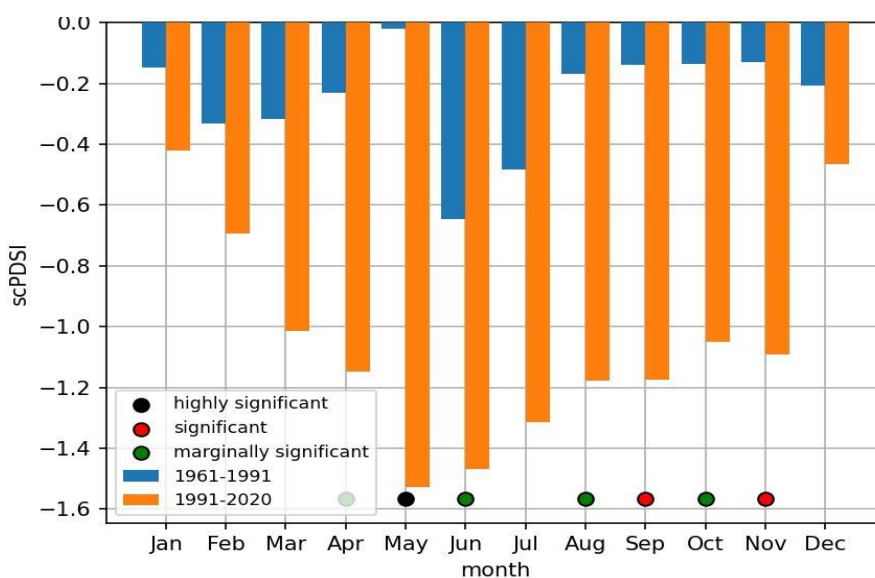


Figure 25 : Indice de sécheresse (SCPDSI) pour les périodes 1961-1990 et 1992-2020, Source : MA-ASTA

A cela s'ajoute une augmentation des taux d'évaporation due aux températures élevées et une augmentation des besoins en eau des plantes via la transpiration. Ces conditions conduiront à des conditions de stress hydrique plus fréquentes et plus sévères pour les plantes agricoles et la sylviculture,

impactant plus sévèrement les cultures agricoles et les arbres forestiers pérennes. En ce qui concerne les forêts, les observations sur l'état phytosanitaire des forêts luxembourgeoises montrent une forte dégradation résultant, entre autres facteurs, du changement climatique. En effet, l'allongement de la période végétative, l'assèchement croissant des sols forestiers en fin de cycle saisonnier combiné à une recharge hivernale insuffisante, accentue le stress hydrique des arbres après plusieurs années consécutives d'évapotranspiration accrue. Les périodes de sécheresse prolongées peuvent également accroître le risque d'incendies de forêt²⁵. Ce stress thermique a un impact particulier sur les jeunes arbres et donc sur le rajeunissement naturel des forêts. Ceci est également renforcé par le fait que le changement climatique induit des changements dans les caractéristiques chimiques et biologiques des sols forestiers, notamment au niveau de l'association symbiotique entre racines et champignons. Les forêts séquestrent le carbone en capturant le dioxyde de carbone de l'atmosphère et en le transformant en biomasse par la photosynthèse. Le carbone séquestré est ensuite accumulé sous forme de biomasse, de bois mort, de litière, de racines et de matières organiques dans les sols forestiers. Lorsque la croissance des forêts est perturbée, ce service écosystémique l'est également. L'impact sur la croissance des arbres limite donc la capacité de la forêt à stocker le CO₂. Les changements climatiques prévus affecteront également la production agricole, tant au niveau des principaux processus de croissance et de développement des plantes qu'au niveau de l'apparition et de la gravité des maladies végétales et des ravageurs. Une plus grande variabilité des rendements est notamment observée ces dernières années, les événements "extrêmes" se répétant plus fréquemment (année sèche, printemps tardif, gelées tardives, périodes de pluie plus longues, etc.). Par conséquent, les récoltes sont plus irrégulières.

La sécheresse aura également un impact sur les besoins de consommation de biens primaires de la population. Le Luxembourg serait ainsi de plus en plus confronté avec le défi d'assurer une gestion durable de ses ressources en eau : que ce soit la problématique des étiages dans les cours d'eau, ou la sécurisation de l'approvisionnement en eau potable de la population. Au Luxembourg, l'alimentation en eau potable de la population est garantie environ à 50% par les eaux du lac de barrage de la Haute-Sûre et à 50% par les eaux souterraines, captées par environ 300 sources et forages majoritairement dans les géologies du Gutland. Alors que la sécurisation d'approvisionnement à partir de la ressource provenant du lac de barrage d'Esch-sur-Sûre a été améliorée avec, d'une part, la construction d'une nouvelle station de traitement à Eschdorf par le SEBES²⁶, et d'autre part par la délimitation de zones de protection autour du

²⁵ <https://environnement.public.lu/fr/actualites/2018/07/canicule.html>

²⁶ <https://sebes.lu/fr/actualite/nouvelle-station/>

lac²⁷, les eaux souterraines, qui ont également des zones de protection délimitées pour près de 80% des captages, seront particulièrement impactées par les effets du changement climatique. Pour pouvoir maintenir une alimentation grâce aux eaux souterraines, il est nécessaire que les sources et captages continuent de fournir de l'eau de qualité. Pour cela, il est nécessaire que la recharge des nappes souterraines puisse être assurée. Il faut considérer que la recharge des nappes ne se produit pas tout au long de l'année, mais se concentre actuellement au Luxembourg entre novembre à avril, et dépend de nombreux facteurs tels que :

- l'infiltration et la perméabilité du sol et du sous-sol,
- le déficit hydrique des sols en fin de saison végétative,
- les saisons, sachant qu'environ 80% de la recharge se produit lorsque la végétation est au repos et que l'ensoleillement, les températures, etc. sont tels que moins d'évaporation et moins d'utilisation des précipitations par les plantes ne peuvent se produire,
- l'occupation des sols (surfaces scellées empêchant l'infiltration des précipitations dans le sol),
- la répartition spatio-temporelle des précipitations et la distribution de l'intensité des pluies
- la présence de neige.

Avec une prolongation de la période de végétation, cela induit inversement une réduction de la période de recharge des nappes souterraines. L'augmentation moyenne des températures et la variabilité des précipitations impacteront dès lors l'alimentation en eau potable à partir des ressources souterraines. Grâce aux données collectées via le suivi des niveaux des nappes et des débits des sources ainsi que les données de précipitations, l'Administration de la gestion de l'eau a pu mettre en évidence²⁸ que la saturation des sols joue un rôle primordial dans la recharge des eaux souterraines. Il est de plus en plus évident qu'une recharge conséquente des eaux souterraines nécessite non seulement que l'automne et l'hiver (de novembre à avril) soient particulièrement pluvieux, mais aussi qu'une certaine quantité de pluie puisse s'infiltrer pendant la période estivale et percoler en profondeur. Cette partie joue certes un rôle secondaire, mais non négligeable, surtout dans les sols sableux. En effet, des pluies régulières pendant l'été permettent de garder surtout les sols sableux au-delà du point de la capacité au champs pour permettre une percolation des eaux de drainage en profondeur et pour favoriser la recharge dès le début

²⁷ <https://www.legilux.public.lu/eli/etat/leg/rgd/2021/04/16/a316/jo>

²⁸ <https://eau.gouvernement.lu/fr/domaines-activite/eaux-souterraines/Situation-quantitative-des-eaux-souterraines.html#:~:text=La%20situation%20actuelle%20de%20l,mod%C3%A9r%C3%A9ment%20inf%C3%A9rieur%20%C3%A0%20la%20normale.>

de l'année hydrologique, fin octobre, début novembre. Or, les projections climatiques indiquent que les précipitations estivales auront tendance à être moins régulières et de se concentrer en épisodes de fortes précipitations. Les pluies subites dépassent régulièrement la capacité d'infiltration naturelle des sols, même des plus filtrants, et créent des écoulements superficiels au-delà d'un certain niveau pouvant de surcroît augmenter le risque d'inondation.

A ceci s'ajoute que la demande en eau augmentera d'une part avec la croissance économique et démographique, mais également lors de périodes de vagues de chaleur, qui seront de plus en plus nombreuses avec le changement climatique.

2.2.4 Variation des températures extrêmes (chaud et froid)

Outre les températures moyennes ainsi que les sécheresses qui vont augmenter, ce sont tous les extrêmes de chaleur, tels que les nuits et les jours chauds, les nuits tropicales, les jours d'été, les vagues de chaleur, etc. qui tendent à devenir plus fréquents et plus prononcés. En même temps, les événements froids, tels que les nuits et les jours froids, les jours de gel, les jours de glace, etc. diminuent au fil du temps.

Hot extremes	1961 - 1990	1991 - 2020	Difference
warm nights (days)	18.5	33.1	14.6
warm days (days)	18.3	33.5	15.2
tropical nights (days)	0.2	0.8	0.6
summer days (days)	21.6	41.5	19.9
heat days (days)	2.8	9.7	6.9
maximum temperature (°C)	12.4	14.2	1.8
minimum temperature (°C)	4.6	5.6	1.0
mean temperature (°C)	8.8	9.9	1.1
cold nights (days)	60.7	33.6	-27.1
cold days (days)	70.2	34.7	-35.5
frost days (days)	85.6	68.9	-16.7
ice days (days)	21.0	11.7	-9.3
Min. Temp =< 10 °C (days)	285.6	257.3	-28.3
Cold extremes			

Figure 26 : Extrêmes de chaleur et de froid pour les périodes 1961-1990 et 1991-2020, Source : MA-ASTA et MeteoLux

Les principales tendances climatiques au Luxembourg de 1960 à 2020 sont résumées dans la figure 27.

Paramètres	L'évolution
Température moyenne, maximale et minimale de l'air	
Chaleur extrême	
Froid extrême	↘
Vagues de chaleur	
Précipitations au printemps	↘
Précipitations en hiver	
Fortes précipitations	
Sécheresses	

Figure 27 : Synthèse des principales tendances climatiques au Luxembourg (1960-2020), Source MA-ASTA et MeteoLux

L'augmentation des températures provoque aussi une augmentation des températures des eaux de surface et de l'eau froide dans les réservoirs d'eau et les canalisations en général. Cela favorise la persistance et la croissance de micro-organismes (parasites, légionelles, mais aussi flore fécale en général) avec des conséquences pour la santé humaine et complique la surveillance et le traitement de l'eau potable.

2.2.5 Perturbation de la végétation et des habitats naturels

Tous ces changements et ces tendances climatiques impacteront en premier lieu la végétation, donc aussi bien l'agriculture et la sylviculture que la biodiversité. La période de végétation dépend directement de la température de l'air. Il s'agit de la période de l'année pendant laquelle le climat et les conditions environnementales sont favorables à la croissance des plantes. Pendant cette période, les plantes absorbent des nutriments, réalisent la photosynthèse et se développent en produisant des feuilles, des fleurs, des fruits et des racines. Si les températures moyennes journalières dépassent la barre des 5 °C pendant au moins cinq jours, cela représente le début de la période de végétation ; si cette condition n'est pas remplie en automne, cela représente la fin de la période de végétation. La période de végétation est cruciale pour l'agriculture, car elle détermine quelles espèces végétales et variétés peuvent être cultivées dans une région donnée et à quelle fréquence les récoltes peuvent être effectuées. Avec le changement climatique et l'augmentation moyenne des températures annuelles, la période de végétation s'allongera.

Lors de la période de référence 1970-2000, la période de végétation au Luxembourg durait en moyenne 247,9 jours par an. Selon les modélisations effectuées par le LIST, la période de végétation au Luxembourg pour la période 2021-2050 serait en moyenne, et en fonction des scénarios climatiques, de 270,6 jours/an (RCP26), 270,8 jours/an (RCP45) ou de 275,8 jours/an (RCP85). A long terme, la période de végétation au Luxembourg pour la période 2070-2099 serait en moyenne, et en fonction des scénarios climatiques, de 270 jours/an (RCP26), 293,4 jours/an (RCP45) ou de 330,6 jours/an (RCP85).

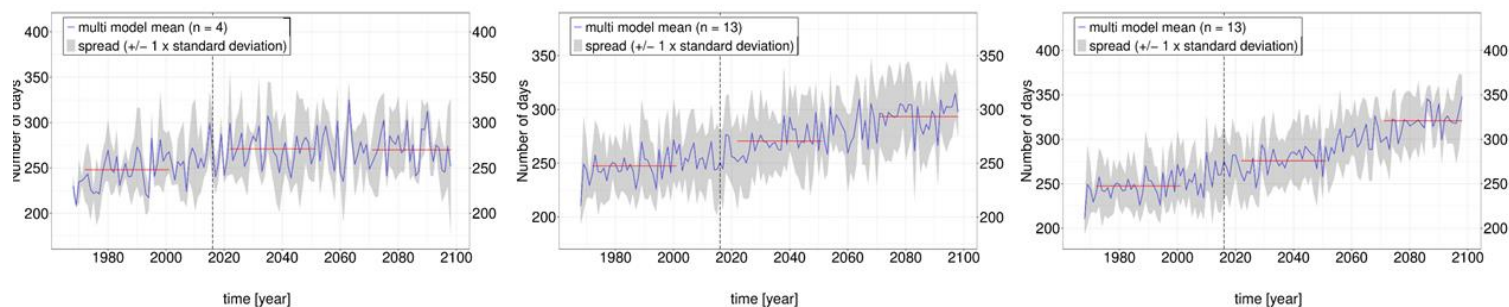


Figure 28 : Moyenne multi-modèle de la durée moyenne de la période de végétation thermique pour le RCP26, RCP45 et RCP85. La dispersion de l'ensemble multi-modèle (+/- un écart-type) est représentée par une zone grise ombrée. En rouge sont indiquées les moyennes sur 30 ans pour la période de référence (RF ; 1971-2000), le futur proche (NF ; 2021-2050) et le futur lointain (FF ; 2070-2099).

A noter que ces évaluations se basent sur une définition purement thermique de la période de végétation. Outre la température, les plantes ont bien évidemment besoin d'eau. Or, avec une variabilité des précipitations et l'augmentation des températures moyennes annuelles, la disponibilité d'eau pour les plantes ne serait pas forcément assurée ce qui perturbera la croissance des plantes et impactera les récoltes. A ces contraintes pour les récoltes dues aux sécheresses s'ajoutent des troubles liés aux épisodes de gel qui tendront à diminuer et à être moins réguliers. Le gel peut contribuer à contrôler les ravageurs et les agents pathogènes dans les cultures agricoles. Un gel sévère peut tuer certains ravageurs et leurs œufs, ce qui retarde ou empêche la constitution d'une population de ravageurs ayant un impact sur le rendement. Cela est particulièrement important en cas de mortalité d'insectes suceurs due au gel, qui sont des vecteurs d'agents phytopathogènes d'importance économique (par exemple, les maladies virales de la pomme de terre ou dans l'orge). De la même façon, cela impacte les insectes vecteurs de maladies animales et humaine comme les moustiques, les tiques ou les phlébotomes. Le gel impacte également les migrations des oiseaux, ce qui peut également influencer la transmission de virus comme la grippe aviaire ou le virus de West Nile.

A cela s'ajoute que certaines variétés de céréales et de fruits nécessitent ce que l'on appelle une vernalisation. Il s'agit d'un processus biologique au cours duquel les plantes ont besoin d'une période de froid pour déclencher la floraison. Ce processus est particulièrement important pour certaines céréales (blé d'hiver, orge d'hiver), l'induction de la floraison du colza d'hiver et pour les arbres fruitiers (pommier, cerisier), car il régule la période de floraison et la formation des fruits. À cela s'ajoute que les floraisons précoces augmentent le risque de dégâts lors de gels tardifs pouvant entraîner des pertes considérables. Les agriculteurs, les jardiniers et les viticulteurs doivent donc tenir compte des exigences spécifiques des variétés qu'ils cultivent. Par ailleurs, le gel peut contribuer à restructurer et ameublir le sol et à libérer certains éléments nutritifs. Cela peut améliorer la qualité et la structure du sol (fertilité du sol) et donc favoriser la résilience des plantes. La figure 14 montre l'évolution de la fréquence moyenne des épisodes de gel au Luxembourg en fonction des différents scénarios d'émissions. Jusqu'au milieu de ce siècle, le nombre moyen de jours de gel diminue nettement dans les trois scénarios d'émissions. Ce n'est que dans le RCP2.6 que l'on constate une nouvelle augmentation minimale de la fréquence vers la fin du siècle. Pour les deux autres scénarios, la fréquence continue à diminuer de manière continue. Cela entraîne également des conséquences économiques pour différentes cultures, comme la viticulture par exemple. Ainsi, dans l'hypothèse du RCP8.5, une production économique de vin de glace peut être pratiquement exclue.

Lors de la période de référence 1970-2000, le Luxembourg connaissait en moyenne 84 jours de gel par an. Selon les modélisations effectuées par le LIST, les journées de gel au Luxembourg pour la période 2021-2050 seraient en moyenne, et en fonction des scénarios climatiques, de 61,5 jours/an (RCP26), 63,9 jours/an (RCP45) ou de 62,2 jours/an (RCP85). Pour les trois scénarios climatiques, ceci signifie pratiquement une baisse de 25%. A long terme, les journées de gel au Luxembourg pour la période 2070-2099 seraient en moyenne, et en fonction des scénarios climatiques, de 62,5 jours/an (RCP26), 50,9 jours/an (RCP45) ou de 30.2 jours/an (RCP85).

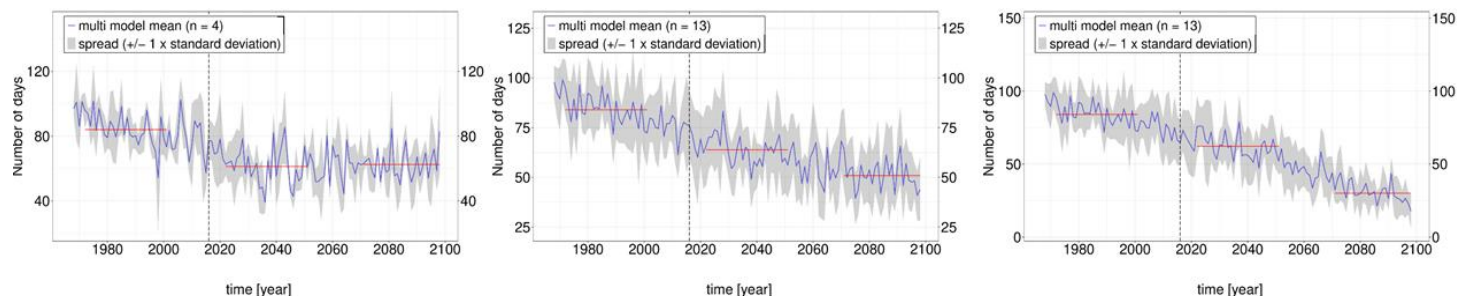


Figure 29 : Moyenne multi-modèle du nombre moyen de jours annuels avec gel (ligne bleue) pour le RCP26, RCP45, RCP85. La dispersion de l'ensemble multi-modèle (+/- un écart-type) est représentée par une zone grise ombrée. En rouge, les moyennes sur 30 ans pour la période de référence (RF ; 1971-2000), le futur proche (NF ; 2021-2050) et le futur lointain (FF ; 2070-2099).

Le manque de gel aura comme effet de ne pas réguler certaines espèces de ravageurs. De nouvelles espèces plus adaptées à des conditions plus chaudes pourront plus facilement proliférer, ce qui favorisera la multiplication d'espèces exotiques envahissantes. L'affaiblissement des forêts et des cultures agricoles dû au stress hydrique et à la sécheresse les rendra plus vulnérables à la menace des espèces envahissantes, des ravageurs et des organismes nuisibles. Le vieillissement de la forêt augmente également le risque d'apparition de maladies et d'infestation par des insectes et autres parasites qui pourraient proliférer si des hivers plus doux et des températures de l'air globalement plus élevées sont enregistrés au Luxembourg.

3. Stratégie d'adaptation aux effets du changement climatique

3.1 Les objectifs d'adaptation

Comme détaillé au chapitre 2, les effets du changement climatiques se font sentir de manière de plus en plus intense au Luxembourg et il est impératif d'y remédier par des politiques et des actions dès que possible pour s'adapter à cette situation. S'adapter aux effets du changements climatique devient une nécessité pour réduire les risques pour la sécurité, la santé, la société, l'économie, les infrastructures, la nature et les écosystèmes ainsi que pour les services écosystémiques que la nature nous offre. Le changement climatique constitue donc une menace pour les générations actuelles et futures.

Une synergie entre les différents objectifs politiques est possible. Le sixième rapport d'évaluation du GIEC reconnaît l'interdépendance du climat, des écosystèmes et de la biodiversité, ainsi que des sociétés humaines. Les risques sont interconnectés et souvent irréversibles. Il en résulte des interactions dynamiques entre les dangers liés au climat, l'exposition et la vulnérabilité des systèmes humains et écologiques concernés. Les mesures à mettre en œuvre sont donc également souvent complémentaires. Des écosystèmes diversifiés avec une biodiversité saine apportent de multiples contributions aux populations qui sont essentielles pour l'adaptation et l'atténuation du changement climatique, réduisant ainsi les risques et augmentant la résilience de la société au changement climatique futur.

Cette recherche de synergies est également en accord avec le principe « One Health » de l'Organisation mondiale de la santé.²⁹ Le concept « One Health » vise à mettre en lumière les relations entre la santé humaine, la santé animale et les écosystèmes et à faire le lien entre l'écologie et la médecine humaine et vétérinaire. Cette approche utilise les liens étroits et interdépendants qui existent entre ces domaines pour créer de nouvelles méthodes de surveillance des maladies et de lutte contre celles-ci.

²⁹ <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/one-health>

From climate risk to climate resilient development: climate, ecosystems (including biodiversity) and human society as coupled systems

(a) Main interactions and trends

(b) Options to reduce climate risks and establish resilience

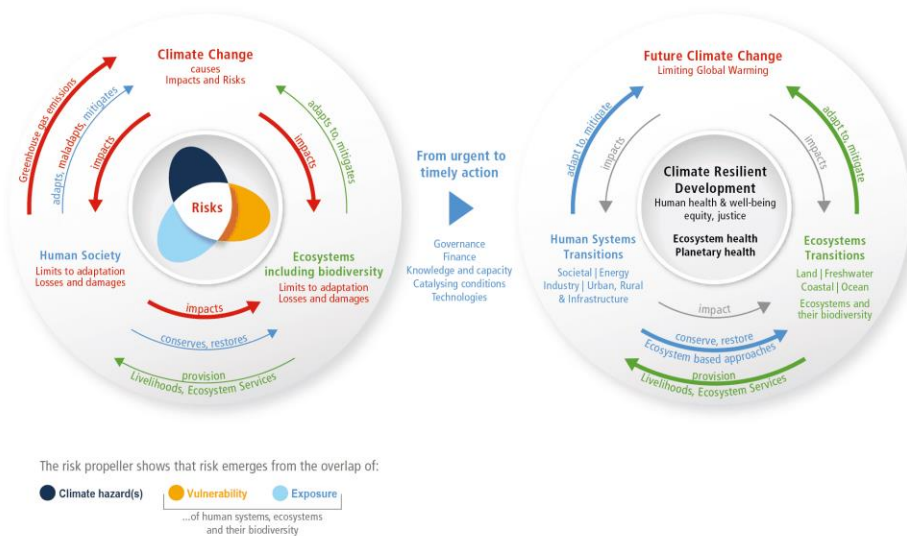


Figure 30 : Du risque climatique au développement résilient au climat, GIEC 2022.

C'est pourquoi il est nécessaire de renforcer la capacité d'adaptation et la résistance aux changements climatiques présents et qui s'intensifieront à l'avenir. Il est nécessaire que le secteur public joue un rôle encore plus important de manière à accroître la préparation de la société aux impacts croissants du changement climatique, tout en mobilisant les acteurs privés et la société entière à accompagner les efforts d'adaptation. Comme les mesures d'adaptation aux effets du changement climatique ont un fort impact sur d'autres secteurs politiques, la mise en place de mesures intégrées et la cohérence des politiques est primordiale pour ne pas causer de préjudice aux autres objectifs environnementaux.

La présente stratégie suit également les objectifs et les principes fixés dans la stratégie de l'Union européenne pour l'adaptation au changement climatique³⁰.

La stratégie européenne a quatre principes principaux :

- **rendre l'adaptation plus intelligente** : Les mesures d'adaptation doivent s'appuyer sur des données solides et des outils d'évaluation des risques accessibles à tous. Le partage d'expérience et l'acquisition de nouvelles données et informations plus nombreuses et de meilleure qualité sur les risques et les pertes liés au climat permettront de mieux s'adapter aux défis futurs.

³⁰ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:52021DC0082>

- **s'adapter plus rapidement** : Les effets du changement climatique se font déjà sentir et nous devons donc nous adapter plus rapidement et de manière plus complète. La stratégie se concentre donc sur l'élaboration et la mise en œuvre de solutions d'adaptation afin de réduire les risques liés au climat, d'accroître la protection du climat et de préserver la disponibilité de l'eau douce.
- **avoir une adaptation plus systémique** : Le changement climatique aura des répercussions à tous les niveaux de la société et dans tous les secteurs de l'économie, de sorte que les mesures d'adaptation doivent également être systémiques. Il est nécessaire d'intégrer activement les considérations de résilience climatique dans tous les domaines politiques pertinents, en s'appuyant sur trois priorités transversales : l'intégration de l'adaptation dans la politique macro-budgétaire, les solutions d'adaptation fondées sur la nature et les mesures d'adaptation au niveau local.
- **intensifier l'action internationale en matière d'adaptation au changement climatique** : Il faut renforcer le soutien à la résilience et à la préparation au changement climatique au niveau international en fournissant des ressources, en hiérarchisant les actions et en renforçant l'efficacité, en augmentant le financement international et en renforçant l'engagement et les échanges au niveau mondial en matière d'adaptation.

En suivant ces principes, la stratégie d'adaptation a comme objectif de considérer tous les domaines politiques afin d'accroître la résilience du Luxembourg et répondre ainsi aux besoins actuels sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs. Les objectifs de la stratégie d'adaptation aux effets du changement climatique sont de réduire les risques et la vulnérabilité au changement climatique, de renforcer la résilience, d'améliorer le bien-être et la capacité d'anticiper le changement et d'y répondre avec succès.

Pour atteindre ces objectifs, un plan d'action avec des mesures concrètes d'adaptation est proposé. Ces mesures sont regroupées dans 16 différents domaines d'action politique. Chaque mesure présente un objectif clair et un indicateur de suivi permettant de suivre la mise en œuvre du plan d'action.

3.2 Cohérence des politiques et mesures intégrées

Dans des pays comme le Luxembourg, dont la superficie est relativement petite et dont la densité de population augmente rapidement, il peut y avoir des interférences spécifiques entre les transitions des systèmes énergétiques, entre le développement urbain et la protection des sols, entre la sécurité de l'eau et l'alimentation, ou entre la santé de l'environnement. Les implications sur l'utilisation des terres et le changement d'affectation des terres, par extension également sur la biodiversité et sur les ressources en eau qui se raréfient au fil des saisons, doivent être considérées comme primordiales. Des solutions intégrées, souvent basées sur la nature, peuvent contribuer à l'atténuation des changements climatiques ainsi qu'à l'adaptation et au progrès vers un développement résilient au climat et une société durable.

De manière générale, il est important que les différentes politiques sectorielles ne s'opposent pas et ne causent pas de préjudices mutuels. Une cohérence des politiques est primordiale afin que le principe du « Do No Significant Harm », à savoir ne pas causer de préjudice important à aucun des six objectifs environnementaux établis par l'Union européenne³¹ (1. Atténuation du changement climatique, 2. Adaptation au changement climatique, 3. Utilisation durable et protection des ressources aquatiques et marines, 4. Économie circulaire, y compris la prévention et le recyclage des déchets, 5. Prévention et réduction de la pollution, 6. Protection et restauration de la biodiversité et des écosystèmes) soit pris en compte dans tous les documents stratégiques établis par le Gouvernement. Ce principe est appliqué dans le cadre de la présente stratégie.

A cela s'ajoute que les incidences climatiques peuvent se répercuter en cascade d'un système ou d'une région à l'autre. Un événement climatique impactant un secteur, peut également indirectement être à l'origine d'un risque majeur pour un autre secteur. Les inondations sont un bon exemple pour illustrer cet aspect : un événement climatique majeur peut causer d'innombrables dégâts aux infrastructures, qui peuvent potentiellement polluer l'eau et risquerait d'inonder les terrains agricoles. Ceci aurait un impact sur la production alimentaire et sur l'exploitation des sols, la santé des populations socialement vulnérables et l'économie au sens large. La dégradation des infrastructures, telles que les infrastructures d'énergie, d'eau ou de transport, peuvent quant à elles affecter pratiquement tous les aspects de la société, de la santé humaine à l'économie au sens large, en passant par le système financier. Un impact sur le système financier, pourrait s'étendre à d'autres domaines d'action qui pourraient être privés de ressources financières. Il est essentiel de bien connaître les cascades de risques pour réduire les risques

³¹ [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:52021XC0218\(01\)&from=ES](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:52021XC0218(01)&from=ES)

climatiques, car cela permet de cibler différents objectifs possibles pour les stratégies de réduction des risques. Il est souvent plus efficace de s'attaquer à un risque au début de la cascade qu'à l'endroit où ses effets se font le plus sentir. (EEA, EUCRA 2024).

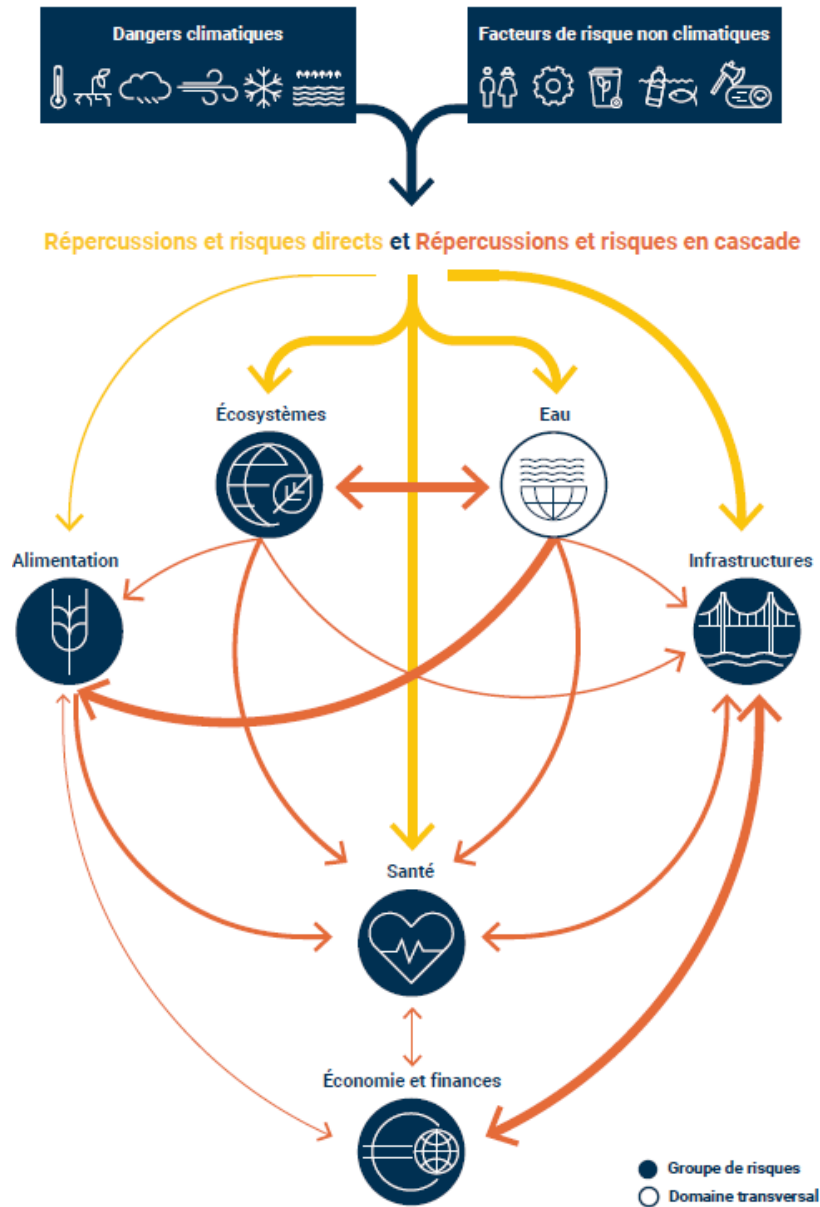


Figure 31 : Liens entre les facteurs de risque et les groupes de risques climatiques évalués, Source: EEA (EUCRA 2024)

Cette nécessité d'adopter des politiques cohérentes est particulièrement mise en avant par l'approche « One Health » de l'Organisation mondiale de la santé. Il est en effet largement reconnu qu'aucune discipline ni aucun secteur de la société ne peut réussir à résoudre ces problèmes en agissant de manière isolée. La nécessité d'une telle collaboration transdisciplinaire et multisectorielle dans les domaines de la science, de la politique et de la société est souvent désignée par l'expression « une seule santé » (« One Health »). En pratique, l'application de l'approche « One Health » signifie que toutes les actions visant à prévenir, prédire et détecter les menaces pour la santé, ainsi qu'à y répondre, doivent tenir compte des liens entre la santé humaine, animale, végétale et des écosystèmes.³²

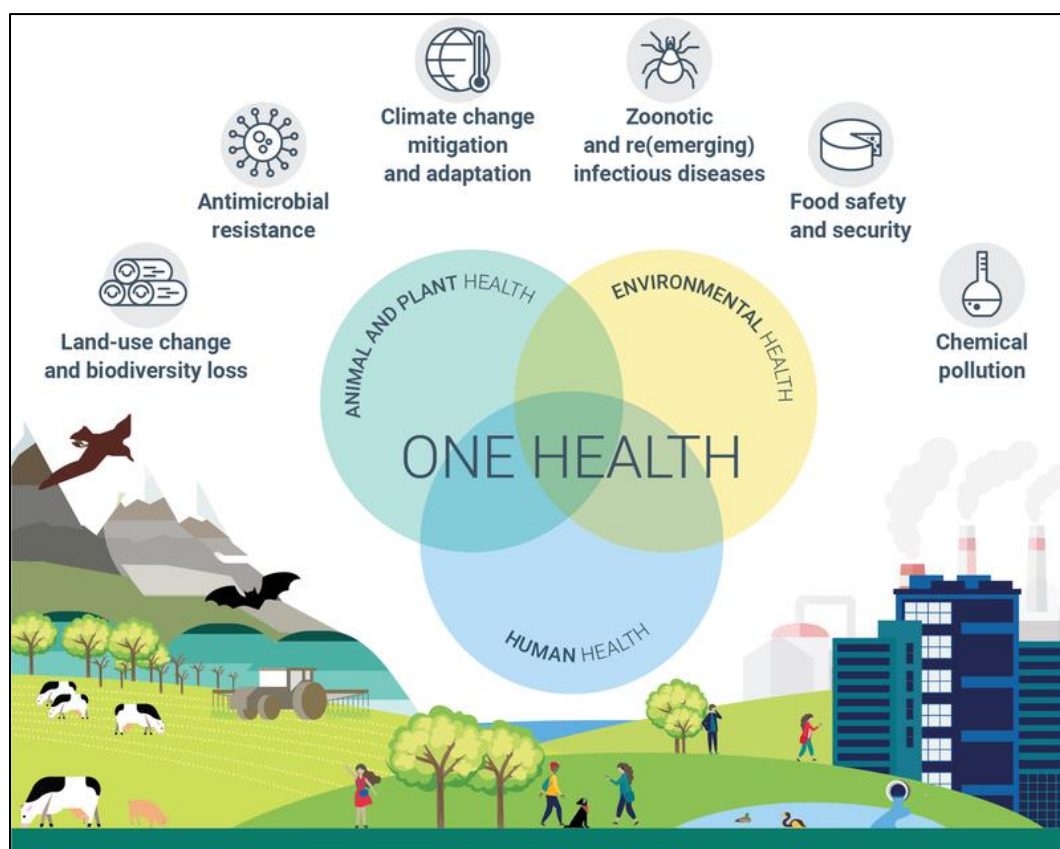


Figure 32 : Approche « One Health » – interconnection entre santé humaine, santé animale et santé environnementale. Source: EEA

³² <https://www.who.int/europe/initiatives/one-health>

L'Europe est confrontée à des menaces de plus en plus complexes et fréquentes pour la santé et le bien-être. Nombre de ces menaces sont dues à des modes de production et de consommation non durables et nous rappellent brutalement que la santé humaine est étroitement liée à la santé des animaux, des plantes et des écosystèmes au sens large : ³³

- la pollution environnementale est liée à plus de 10 % de l'ensemble des décès prématurés dans les États membres de l'UE, et les substances nocives émises dans l'air, le sol et l'eau s'accumulent souvent dans la chaîne alimentaire, ce qui constitue une source essentielle d'exposition pour l'homme ;
- les menaces pour la santé humaine associées au changement climatique, notamment la chaleur, les inondations et les maladies infectieuses sensibles au climat, sont déjà importantes en Europe et risquent d'augmenter à l'avenir ;
- la majorité des maladies infectieuses connues et émergentes proviennent d'agents pathogènes zoonotiques, et les risques posés par ces agents pathogènes pourraient augmenter en raison des taux mondiaux actuels de perte de biodiversité et des changements dans l'utilisation des terres ;
- les taux élevés de résistance aux antimicrobiens (RAM), qui résultent d'une utilisation excessive et inappropriée des antimicrobiens chez l'homme et l'animal, sont actuellement à l'origine de plus de 800 000 infections et d'environ 35 000 décès chaque année dans l'UE et l'EEE.

La mise en place d'une approche efficace de l'évaluation de la faisabilité systémique des mesures est nécessaire pour éviter les mesures inadaptées et donner la priorité aux solutions systémiques et intégrées. Cette approche d'évaluation des politiques devrait également s'intéresser à une transition juste en concevant des mesures qui évitent d'aggraver les inégalités de répartition. Cela nécessite des investissements publics qui donnent la priorité à la prospérité publique plutôt qu'aux intérêts individuels. Il s'agit par exemple de favoriser les mesures publiques encourageant les infrastructures partagées, telles que les pompes à chaleur, et les approches collaboratives plutôt que les subventions individuelles.

³³ <https://www.eea.europa.eu/en/topics/at-a-glance/health/one-health>

3.3 Les caractéristiques des différents champs d'action

3.3.1 Gestion des crises et des catastrophes naturelles



Au Luxembourg, le Corps grand-ducal d'incendie et de secours (CGDIS) est en première ligne lors de la survenance de catastrophes et sinistres. Les événements climatiques extrêmes qui ont récemment touché le Luxembourg ont montré l'importance d'avoir une bonne coordination entre le CGDIS, les différentes instances étatiques mais également les autorités communales. Bien que la gestion des crises majeures soit en effet coordonnée par le Haut-Commissariat à la protection nationale (HCPN), il est indispensable de compter sur l'ensemble des autorités nationales et locales pour renforcer la résilience du Luxembourg. La prise en compte des notions de changement climatique, d'adaptation et de résilience au niveau national et local contribuera grandement à mieux préparer et protéger la population face à des événements. L'objectif de la stratégie d'adaptation est de contribuer à renforcer d'une part les capacités du CGDIS pour faire face aux catastrophes et sinistres liés aux changements climatiques et d'autre part la résilience des communes en intensifiant les collaborations existantes avec le CGDIS. Des communes résilientes pourront mieux faire face à des événements de crise, locales ou nationales.

Le risque climatique le plus important et le plus récurrent au Luxembourg est celui lié aux inondations, que ce soit par des inondations fluviales ou des crues subites causées par des pluies torrentielles. Lorsque ces types d'événements surgissent, le CGDIS est fortement sollicité. Bien que les interventions aient été efficaces lors des récentes inondations, il est nécessaire de renforcer les capacités opérationnelles du CGDIS pour maintenir ce haut degré de protection de la population. Avec les effets du changement climatique, la fréquence et de l'intensité des inondations et des pluies torrentielles va augmenter ce qui rendra les interventions plus fréquentes. Les dommages causés par ces événements aux biens et aux infrastructures peuvent résulter en des crises plus longues.

Une crise peut en effet survenir en fonction de l'amplitude d'un événement ou bien en fonction du type d'infrastructure touché. Les infrastructures dites « critiques » sont essentielles au fonctionnement de nos sociétés et de notre économie. Ces entités fournissant des services essentiels doivent être résilientes, c'est-à-dire capables de résister aux incidents susceptibles d'entraîner des perturbations graves, potentiellement transsectorielles et transfrontières, de les absorber, de s'y adapter et de s'en remettre. Au Luxembourg, le HCPN est l'autorité chargée de la coordination des questions liées à la protection de l'infrastructure critique. Dans l'accomplissement de sa mission, le HCPN peut s'appuyer sur les organismes compétents de la structure de Protection nationale et les ministères ayant dans leurs attributions les secteurs respectifs. A noter que certains événements sectoriels, tels que les crues subites ou les inondations pour le domaine de l'eau, peuvent être considérées comme des crises en fonction de leur envergure. Dans ce cas, la gestion de l'événement est définie dans les Plans d'intervention d'urgences (PIU) et plans gouvernementaux coordonnés par le HCPN avec les autres ministères et administrations compétentes. En prenant en compte les expériences acquises lors d'événements passés ainsi que des nouvelles connaissances liées au changement climatique, la mise à jour des plans permet d'améliorer la gestion lors d'événements futurs et ainsi d'accroître la résilience du Luxembourg face au changement climatique. Les plans actuels ainsi que les conseils de comportements à adopter sont constamment accessibles au public en ligne sur le site www.infocrise.public.lu.

En matière de gestion de crise, le Parlement européen a adopté en 2022 une nouvelle législation pour mieux protéger les infrastructures essentielles de l'Union européenne. La législation renforce les conditions requises pour mener l'évaluation des risques et le signalement d'acteurs considérés comme essentiels. Elle couvre les secteurs de l'énergie, des transports, des banques, des infrastructures de marchés financiers, des infrastructures numériques, de l'eau potable et des eaux usées, de l'alimentation (notamment la production, la transformation, et la distribution de denrées alimentaires), de la santé, de l'administration publique et de l'espace. Selon les nouvelles règles, les États membres devront adopter des stratégies nationales de résilience face à ces secteurs. Les objectifs et les mesures prévues dans la stratégie et le plan d'action pour l'adaptation aux effets du changement climatique au Luxembourg contribueront à atteindre ces objectifs.

Enfin, la hausse des températures, ainsi que l'intensification des phénomènes météorologiques extrêmes font accroître les risques naturels et provoqueront des événements non dimensionnés jusqu'à présent. Le CGDIS et tous les autres acteurs de la sécurité civile risquent d'être mobilisés plus régulièrement et de devoir intervenir face à des événements d'une ampleur plus importante. Une étude menée par Météo-

France³⁴ montre notamment que les risques d'incendie devraient augmenter dans les années à venir à cause de périodes de sécheresse accrue. Selon cette étude, « l'extension des territoires exposés au risque de feux progresse vers le nord, y compris dans des régions pas ou très peu concernées jusqu'ici ». Bien qu'au Luxembourg le risque de feux ne soit pas encore très élevé, cette tendance se confirme selon les chiffres du CGDIS³⁵. Lors d'années particulièrement sèches, les départs de feux sont plus nombreux. Il s'agit principalement de feux de végétation liés à l'activité agricole. En 2022, le CGDIS a ainsi recensé au total 196 feux de végétations, dont 17 feux de forêts. Depuis 2018, il s'agit en moyenne de 91,5 feux de végétation par an, dont 8,6 feux de forêts. Afin de faire face à ces risques climatiques futures, il est indispensable de mettre en place un système national de détection rapide des incendies dans les régions boisées difficilement accessibles et peu peuplées, permettant une réponse plus rapide et efficiente du CGDIS et contribuer ainsi à limiter les dégâts.

³⁴ <https://meteofrance.com/le-changement-climatique/observer-le-changement-climatique/changement-climatique-et-feux-de-forets>

³⁵ <https://wdocs-pub.chd.lu/docs/exped/0147/195/295956.pdf>

3.3.2 Santé humaine



Le changement climatique a un réel impact sur la santé, ce qui est confirmé par le 6^{ème} rapport d'évaluation du GIEC et le rapport EUCRA de l'Agence européenne pour l'environnement, indiquant que le changement climatique a eu des effets nuisibles sur la santé physique à l'échelle mondiale et sur la santé mentale dans certaines régions ciblées. Dans toutes les régions, les épisodes de chaleur extrême ont entraîné une hausse de la mortalité et de la morbidité. Selon le rapport EUCRA, les facteurs socio-économiques, ainsi que les conditions d'infrastructure, influencent de manière cruciale la façon dont le changement climatique et les conditions météorologiques extrêmes affectent la santé humaine, entraînant une série de risques. Les groupes de population vivant dans des logements mal isolés, dans des quartiers urbains densément peuplés ou avec un fort effet d'îlot de chaleur urbain, et ayant un accès inadéquat au refroidissement ou à de l'eau potable sûre, sont particulièrement vulnérables aux effets des vagues de chaleur. Les perturbations des infrastructures essentielles, telles que l'approvisionnement en énergie, en nourriture, en eau et en assainissement, peuvent entraîner des risques sanitaires en cascade.

Les menaces climatiques pour la santé peuvent impacter l'ensemble du système de santé et se répercuter sur de nombreux secteurs économiques. En effet, la coexistence d'épidémies de maladies infectieuses et l'augmentation des maladies liées au stress thermique pourrait mettre à l'épreuve la résilience des systèmes de santé. De plus, les effets des vagues de chaleur sur la santé et le bien-être peuvent réduire la productivité du travail, en particulier dans le sud de l'Europe et pour les travailleurs en extérieur. Cette réduction pourrait engendrer des répercussions économiques et financières plus importantes dans les régions les plus touchées.

La Région européenne subit le réchauffement climatique le plus rapide parmi les six Régions de l'OMS³⁶. Depuis 2020, elle a connu ses trois années les plus chaudes, et depuis 2007, ses dix années de températures record. Or, selon un rapport publié en 2022 par l'Agence européenne pour l'environnement³⁷, la chaleur constitue la plus grande menace directe liée au climat pour la santé humaine en Europe. Les vagues de chaleur prolongées sont en effet la cause d'un grand nombre de décès. En 2003, la vague de chaleur qui a touché l'Europe aurait causé le décès de près de 35 000 personnes. En France, près de 15 000 décès en excès auraient eu lieu entre le 1^{er} et le 20 août 2003, soit une augmentation de 60 % par rapport à la mortalité attendue.³⁸ En 2022, selon les données publiées par une équipe de chercheurs de l'ISGlobal en Espagne, et de l'Institut national de la santé et de la recherche médicale (Inserm) en France, près de 62 000 personnes dans trente-cinq pays seraient mortes à cause de la chaleur qui avait submergé l'Europe du 30 mai au 4 septembre³⁹. En 2023, les fortes chaleurs sont à l'origine de 47 312 décès en Europe entre juin et septembre, selon une étude publiée dans la revue *Nature Medicine*⁴⁰. Au Luxembourg, la division de l'Inspection Sanitaire (InSa) suit l'évolution de la mortalité pour évaluer la surmortalité en temps réel. Elle met également en place une collecte de données des urgences hospitalières pour détecter des pathologies liées à la chaleur, telles que les hospitalisations aiguës pour déshydratation et les maladies cardiovasculaires et respiratoires comme les infarctus, les AVC ou les décompensations respiratoires. Pour éviter le risque de surmortalité, le gouvernement luxembourgeois a également mis en place en 2005 le plan canicule⁴¹. Le dispositif de prise en charge s'adresse aux personnes de plus de 75 ans, qui vivent seules et qui souhaitent bénéficier de visites de soignants. Il permet aux personnes âgées, fragiles et isolées de s'inscrire sur une liste pour bénéficier d'un suivi durant les périodes de forte chaleur, incluant l'accès à de l'eau et un suivi médical si nécessaire. Des campagnes de sensibilisation sont également diffusées, avec des recommandations pour l'ensemble de la population et des groupes spécifiques, comme les travailleurs en extérieur, les sportifs ou les enfants.

À l'échelle mondiale, la surmortalité due au changement climatique est également liée aux décès causés par l'apparition de nouvelles maladies. Il s'agit notamment de la prolifération de vecteurs, comme les moustiques ou les tiques. En effet, des températures plus chaudes favorisent la migration vers le nord des vecteurs et leur propagation vers des altitudes plus élevées, augmentant l'incidence des maladies à

³⁶ <https://www.who.int/europe/fr/news/item/01-08-2024-statement--heat-claims-more-than-175-000-lives-annually-in-the-who-european-region--with-numbers-set-to-soar>

³⁷ <https://www.eea.europa.eu/publications/climate-change-impacts-on-health>

³⁸ <https://www.santepubliquefrance.fr/determinants-de-sante/climat/fortes-chaleurs-canicule/documents/article/la-vague-de-chaleur-d-aout-2003-que-s-est-il-passe>

³⁹ <https://presse.inserm.fr/la-chaaleur-record-de-lete-2022-a-fait-plus-de-61-000-morts-en-europe-dont-pres-de-5000-en-france/67249/>

⁴⁰ <https://www.nature.com/articles/s41591-024-03186-1>

⁴¹ <https://sante.public.lu/fr/espace-citoyen/dossiers-thematiques/c/canicule/plan-canicule.html>

transmission vectorielle. Le climat en Europe du Sud est désormais assez chaud pour permettre aux moustiques de propager des maladies qui étaient auparavant limitées aux zones tropicales. Les températures plus propices à leur reproduction permettent aux moustiques invasifs de s'implanter également au Luxembourg. Ces insectes peuvent transmettre des maladies infectieuses comme la dengue, le Chikungunya ou le Zika. Et dans le futur, on pourrait revoir de la fièvre jaune ou de la malaria, mais aussi des leishmanioses dont le vecteur (le phlébotome) est également en train de remonter vers le nord. Actuellement ces maladies ne circulent pas encore au Luxembourg. Néanmoins, la présence de certaines espèces invasives tel que le moustique tigre a été confirmée en 2022 sur le territoire de la commune de Roeser⁴² et depuis sur les aires d'autoroutes, au niveau de la gare routière à Luxembourg et à Bonnevoie. Pour l'instant on n'observe cependant pas d'implantation et de signes d'hivernage.

Afin de prévenir leur apparition, une surveillance moustiques a été mise en place au niveau des points stratégiques comprenant les points d'entrée. L'InSa effectue une surveillance des moustiques adultes à l'aéroport, ainsi que des œufs et des larves à divers points potentiels d'importation sur le territoire à l'aide de pièges. Parallèlement, l'InSa sensibilise la population aux mesures préventives pour limiter la prolifération des moustiques dans les jardins et prévenir les piqûres.⁴³ Une application « Mosquito Alert » est également disponible, permettant à la population de signaler la présence de moustiques invasifs sur le territoire luxembourgeois. L'InSa collabore à ce sujet avec le LIST pour la détection de l'ADN dans les eaux des pièges et le Musée national d'histoire naturelle pour l'identification des moustiques adultes et des larves.

De façon similaire, le dérèglement climatique modifie l'humidité et les températures saisonnières, menant à une augmentation de la prolifération des tiques. Les tiques étant des vecteurs de diverses maladies comme la maladie de Lyme ou d'encéphalite à tique, des campagnes de prévention ont été mises en place au Luxembourg pour informer sur les bons gestes à adopter pour éviter des morsures de tiques.⁴⁴ Une surveillance continue est en place, car les cas de maladie de Lyme avec érythème migrant et d'encéphalite à tiques font l'objet d'une déclaration obligatoire. De plus, un programme de surveillance sentinelle tiques a été lancé pour la première saison et sera reconduit de manière saisonnière. Parallèlement, le Luxembourg Institute of Health (LIH) et le Musée national d'histoire naturelle mènent

⁴³ <https://sante.public.lu/fr/espace-citoyen/dossiers-thematiques/m/moustique-tigre.html>

⁴⁴ <https://sante.public.lu/fr/espace-citoyen/dossiers-thematiques/t/tiques.html>

des études sur divers vecteurs, notamment les tiques et les phlébotomes, en analysant également leur contenu en pathogènes potentiellement transmissibles à l'humain et l'animal.

D'autres maladies vectorielles font l'objet d'une surveillance comme la malaria (déclaration obligatoire à l'InSa) et des virus émergents comme USUTU font l'objet de surveillance par le LIH.

Les zoonoses sont aussi de plus en plus fréquentes et émergent dans de nouvelles régions. Les facteurs environnementaux et climatiques influencent l'écologie, la démographie et la biodiversité des animaux sauvages. Des événements météorologiques extrêmes, tels que des tempêtes ou des inondations, mais aussi les modifications de températures qui affectent les migrations, peuvent pousser les animaux sauvages à se déplacer vers d'autres zones, augmentant ainsi les contacts avec les animaux domestiques. Le changement climatique peut également modifier les schémas migratoires des oiseaux, jouant ainsi un rôle clé dans la propagation de certains pathogènes comme la grippe aviaire. Les migrations prolongées ou altérées, ainsi que les fluctuations des populations liées à la perte d'habitat, compliquent encore davantage la gestion et la prévision de ces risques. L'InSa surveille également les cas cliniques inhabituels pouvant signaler l'émergence de maladies vectorielles ou de zoonoses comme la grippe aviaire, avec une phase pilote en cours à l'hôpital du CHEM.

De manière similaire, les événements météorologiques extrêmes accentuent les risques de maladies d'origine hydrique en contaminant les eaux avec des déjections humaines et animales, lesquelles peuvent contenir des parasites tels que *Cryptosporidium spp.* et *Giardia spp.*, ainsi que des bactéries fécales tels que les *E. coli* mais aussi des pathogènes comme les virus de l'hépatite A, les norovirus ou les entérovirus. La consommation de ces eaux, ou leur utilisation pour le nettoyage et la préparation des aliments, constitue un risque majeur de propagation de maladies d'origine hydrique et alimentaire dans les pays en voie de développement.⁴⁵ Cela dit, l'augmentation des inondations liée au réchauffement climatique peut aussi accentuer la contamination des eaux de ruissellement au Luxembourg, transportant divers agents pathogènes vers les sources d'eau potable, les eaux de surface et les réservoirs d'eau. Cela pourrait affecter particulièrement les zones de baignade et les points d'eau en contact avec la faune sauvage, augmentant ainsi le risque de transmission de maladies d'origine hydrique. Par ailleurs, la hausse des températures favorise la prolifération de certaines bactéries et algues pathogènes dans les eaux stagnantes, ce qui peut également augmenter le risque de maladies. Les températures plus élevées effectivement amènent des augmentations de la prolifération des légionelles dans l'eau des habitations

⁴⁵ <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2019.03.012>

et des infrastructures collectives. Ces bactéries peuvent causer des pneumonies parfois mortelles. Une surveillance est nécessaire en particulier dans les hébergements pour personnes âgées et les hôpitaux et des mesures préventives ou correctives doivent être implémentées selon les situations. Des lieux prioritaires sont définis dans un RGD en développement pour les mesures d'application de la nouvelle loi eau potable.

Pour étendre la collaboration en terme de surveillance, l'InSa met en place une stratégie nationale pour la surveillance des maladies zoonotique mais aussi pour les maladies à transmission vectorielle, aquatiques et alimentaires suivant une approche « One Health », en partenariat avec : le Luxembourg Institute of Health (LIH), le Luxembourg Institute of Science and Technology (LIST), le Laboratoire national de santé (LNS), l'Administration luxembourgeoise vétérinaire et alimentaire (ALVA), l'Administration des services techniques de l'agriculture (ASTA) ainsi que les médecins du réseau sentinelle grippe et les hygiénistes et infectiologues des hôpitaux.

Le changement climatique favorise également la prolifération des algues bleues dans les eaux. Etant donné que ces algues bleues sont des cyanobactéries qui peuvent produire des grandes quantités de toxines dangereuses pour les humains et les animaux, le Luxembourg a mis en place un « plan d'alerte cyanobactéries » selon lequel des eaux de baignades peuvent être fermées en cas de contamination (Collaboration entre le LIST, l'AGE et InSa).

A cela s'ajoute que le changement climatique aura des incidences sur les maladies allergiques (quantité de pollen, caractère allergène, saison pollinique, etc.) pouvant augmenter le nombre de personnes asthmatiques et augmenter les cas d'autres maladies respiratoires. Le changement climatique et les hausses des températures induisent une prolongation de la durée d'exposition étant donné que la pollinisation des plantes commence de plus en plus tôt dans l'année. Une augmentation du potentiel allergène des pollens est également notée dû à d'autres espèces de pollen et une plus haute quantité de pollen produite. Une station d'aérobiologie, financée par le Ministère de la santé et de la sécurité sociale, se trouvant sur le toit du CHL analyse les concentrations des pollens dans l'air ambiant. Les informations publiées sur le site www.pollen.lu indiquent à la population les dépassements des seuils critiques des pollens. Cette application facilite l'accès de la population aux informations concernant les concentrations de pollen dans l'air et fournit des recommandations générales, leur permettant d'adapter leur

comportement ou leur prise de médicaments. Le CHL dispose du Service national d'Immuno-Allergologie où les patients peuvent être pris en charge.

Les températures élevées augmentent également la concentration d'ozone, ce qui peut endommager le tissu pulmonaire et causer des complications chez les asthmatiques et les personnes souffrant de maladies respiratoires. Des concentrations qui dépassent 180 µg/m³ en moyenne horaire sont surtout dangereuses pour les enfants, les personnes âgées, les insuffisants respiratoires et les asthmatiques. A partir de 240 µg/m³, il existe un risque élevé pour la population entière et des efforts physiques intenses à l'extérieur sont à éviter lors de périodes caractérisées par des concentrations élevées en ozone. L'ozone est mesuré par l'Administration de l'environnement et des dépassements des valeurs limites européennes ou des valeurs guide de l'OMS sont communiqués à la Direction de la Santé et à la population. Un système d'alerte est en place en vue de prévenir la population et de donner des recommandations sur le comportement à adopter pendant les pics d'ozones.

Enfin, le radon, gaz radioactif naturellement présent dans le sol, constitue un risque sanitaire important, notamment en raison de son association avec le cancer du poumon. Dans un contexte de changement climatique, ce risque pourrait être amplifié. En effet, l'augmentation des températures et les modifications des habitudes de ventilation pour préserver la fraîcheur des bâtiments durant les canicules risquent d'entraîner une accumulation accrue de radon dans les espaces intérieurs. Par ailleurs, des événements climatiques extrêmes tels que les inondations peuvent aggraver ce phénomène en augmentant la porosité des sols et la circulation de gaz vers les bâtiments. Au Luxembourg, le radon contribue à environ un tiers de l'exposition naturelle aux rayonnements ionisants. Ainsi, dans le cadre de l'intégration en droit national de la directive 2013/59 Euratom du Conseil du 5 décembre 2013, un plan national de gestion du radon a été mis en place. Ce plan stipule que des travaux de remédiation sont obligatoires dans les lieux de travail où le niveau de référence est dépassé, et ils restent vivement recommandés pour les habitations privées qui excèdent également ce seuil. De façon similaire, dans le cadre du premier plan national cancer du Luxembourg, des recommandations ont été développées pour améliorer la prévention du cancer dans les habitations et les lieux de travail, avec des mesures ciblant la pollution intérieure et l'environnement. Il s'agira de mettre en place ces recommandations et lignes directrices dans le deuxième plan national cancer.

L'un des objectifs pour l'amélioration de la santé humaine face aux risques du changement climatique, est la prévention des maladies liées au climat. Cela inclut les zoonoses, les maladies à transmission vectorielle, ainsi que celles d'origine hydrique et alimentaire mais aussi les cancers (cancers de la peau, du poumon par exemple). En développant des stratégies de surveillance et de prévention efficaces incluant tous les secteurs concernés, nous pouvons limiter la propagation de ces maladies et protéger les populations vulnérables.

Un autre objectif fondamental est le soutien à la recherche. Investir dans la recherche permettra d'approfondir notre compréhension des liens entre le changement climatique et la santé humaine. Cela inclut l'étude des impacts à long terme sur la santé publique et le développement de solutions innovantes pour y faire face.

3.3.3 Eau



Le changement climatique est intimement lié à la thématique de l'eau, que ce soit en matière de changement des températures ou des précipitations. Une hausse des températures induit une demande en eau plus élevée, que ce soit au niveau du cycle urbain (augmentation des prélèvements d'eau et d'eau potable) ou au niveau du cycle global (évaporation et demande en eau par la végétation). Avec une hausse des températures annuelles moyennes, la période de végétation se rallonge, ce qui entraîne une augmentation du besoin en eau et de l'évapotranspiration par les plantes. L'augmentation de la période de végétation et le changement du régime pluvial ont de surcroît un impact sur la recharge des eaux souterraines, qui a habituellement lieu pendant les mois d'hiver hydrologique (octobre/novembre à mars/avril) lorsque le développement de la végétation est au ralenti. Avec l'augmentation de la période de végétation, il y a donc une double pression, à savoir d'une part une augmentation de la consommation et d'autre part une diminution de la recharge des eaux souterraines. Sachant que les eaux souterraines contribuent à près de 50 % à l'alimentation en eau potable de la population au Luxembourg, le changement climatique représente un défi majeur pour le secteur de l'alimentation en eau potable.

Les consommations en eau potable au Luxembourg varient significativement en fonction des périodes de vacances scolaires et des conditions de météo. Des pics de consommation sont généralement enregistrés de mai à juillet lors de conditions estivales pendant une période prolongée (températures atmosphériques supérieures à 25°C, absence de précipitations). Une étude réalisée en 2016⁴⁶ a mis en évidence - tout en tenant compte des différents scénarios de développement démographique et économique du pays -, de possibles pénuries en eau en période de fortes consommations à l'horizon 2035-2040. Une hausse des températures et une diminution des précipitations sont susceptibles d'intensifier ces pénuries et de

⁴⁶ Le Grand-Duché et ses besoins futurs en eau potable, MC Management Consultants (2016)

rapprocher l'horizon fatidique. Localement et régionalement, des pénuries d'eau ont déjà lieu temporairement au niveau de certains réseaux d'approvisionnement public en eau potable. Ces pénuries ne sont pas dues à des insuffisances au niveau des ressources, mais peuvent être expliquées par un dimensionnement insuffisant des infrastructures (réservoirs, conduites...) pour faire face à des pics prononcés de consommation. Une augmentation des températures atmosphériques renforcera ce risque ponctuel et poussera les fournisseurs d'eau (communes et syndicats de commune) à des investissements. Une limitation des ressources en eau potable augmentera la pression sur les eaux souterraines et les eaux de surfaces suite à une demande croissante de prélèvements à des fins non-potables (par exemple : forages privés). Notons également que jusqu'à ce jour, l'irrigation de cultures horticoles ou fruitières ne pèse pas encore vraiment dans la consommation nationale ce qui pourrait changer avec la demande accrue de production plus locale.

Outre l'augmentation des températures, les variations des précipitations impacteront le cycle de l'eau. Bien que les projections climatiques pour le Luxembourg estiment que les quantités annuelles de précipitations ne fluctuent pas sensiblement, un changement saisonnier est attendu avec des hivers plus pluvieux et des étés plus secs⁴⁷. Les hivers plus pluvieux seront caractérisés par plus de pluie et moins de neige, ce qui ne joue pas en faveur de la recharge des eaux souterraines. Les étés plus secs seront quant à eux caractérisés par de longues périodes sans pluie ainsi que des épisodes de précipitations intenses. Alors que la quantité moyenne annuelle des précipitations ne changera pas sensiblement, ces variations auront tout de même un impact sur les cours d'eau. Les niveaux d'étiage et les phases de sécheresse seront plus marqués et les crues subites se multiplieront, ce qui augmentera l'exposition des activités humaines au risque d'inondations et favorisera l'érosion hydrique des sols.

Les épisodes de sécheresse ne sont pas sans conséquence pour les cours d'eau. La baisse des niveaux d'eau affecte directement la faune et la flore aquatiques, et ce à plusieurs niveaux. Les faibles hauteurs d'eau favorisent l'augmentation de la température de l'eau, ce qui appauvrit la disponibilité en oxygène pour les organismes aquatiques. A ceci vient s'ajouter l'augmentation de la concentration des charges polluantes, puisque l'effet de dilution est amoindri par les faibles débits. Lorsque les cours d'eau se retrouvent partiellement à sec, on observe une fragmentation du milieu aquatique. Les organismes qui y vivent se retrouvent piégés dans une section de cours d'eau stagnante, appauvrie en oxygène, avec une charge polluante importante, et sans possibilité d'accéder à des zones favorables à la survie.

⁴⁷ Junk et al. (2012, 2013, 2016)

Les variations saisonnières des précipitations poseront également d'importants défis à la gestion des eaux urbaines. Le réseau hydrographique luxembourgeois, situé à proximité immédiate de la ligne de partage des eaux entre les bassins hydrographiques du Rhin et de la Meuse, est essentiellement constitué de cours d'eau avec des bassins versants de taille réduite dont le débit se réduira dorénavant pendant les mois d'été, ce qui aura des impacts sur les valeurs de flux sortant des stations d'épuration. Cet impact sera d'autant plus prononcé, sachant que pendant cette période, les débits de prélèvement au niveau des sources d'eau souterraine alimentant également ces cours d'eau sont les plus importants.

Les effluents des stations d'épuration existantes ne seront donc potentiellement plus assez dilués avec un impact conséquent sur l'état du cours d'eau. Pour les nouvelles stations d'épuration, les débits réduits du cours d'eau récepteur auront un impact important sur les normes de rejets acceptables, ainsi que la technologie nécessaire et les investissements financiers liés afin d'atteindre ces normes de rejets encore plus strictes pour les nouvelles stations d'épuration.

L'implémentation des mesures inscrites au plan de gestion de districts hydrographiques⁴⁸, au plan de gestion des risques d'inondations⁴⁹ ainsi que la gestion des crues subites⁵⁰ et leurs programmes de mesures respectifs contribuent dès lors grandement à l'atteinte des objectifs d'adaptation aux effets du changement climatique. A l'inverse, les objectifs et les mesures prévues dans la stratégie et le plan d'action pour l'adaptation aux effets du changement climatique au Luxembourg contribueront à protéger les cours d'eau et leur biocénose et à atteindre une meilleure résilience face au risque d'inondation ainsi qu'en matière de sécheresse.

⁴⁸ [https://eau.gouvernement.lu/fr/administration/directives/Directive-cadre-sur-leau/3e-cycle-\(2021-2027\)/elaboration-du-3e-plan-de-gestion-document-final.html](https://eau.gouvernement.lu/fr/administration/directives/Directive-cadre-sur-leau/3e-cycle-(2021-2027)/elaboration-du-3e-plan-de-gestion-document-final.html)

⁴⁹ <https://eau.gouvernement.lu/fr/administration/directives/directiveinondation/2ieme-cycle/ProjektDesZweitenHochwasserrisikomanagementplans.html>

⁵⁰ <https://eau.gouvernement.lu/dam-assets/administration/documents/projekthochwasserkaarten2021/hwrm2021/Anhang-1-Starkregenrisikomanagement-in-Luxemburg.pdf>

3.3.4 Société



Les effets du changement climatique touchent la population dans son ensemble mais peuvent particulièrement impacter les couches de population les plus vulnérables, à savoir les personnes les moins à même de s'adapter car elles sont plus démunies ou se retrouvent en position discriminatoires. Il s'agit notamment des personnes les moins aisées financièrement exposées au risque de pauvreté ou vivant dans la pauvreté ou de personnes qui physiquement sont plus fragiles face à des événements climatiques extrêmes (personnes âgées, enfants en bas âge ou personnes présentant une incapacité physique ou mentale). Que ce soit par un impact direct sur la santé, où ce sont les personnes âgées ainsi que les personnes peu autonomes ou en situation de handicap qui sont le plus touchées, ou par un impact indirect, à savoir par le manque de moyens financiers pour s'adapter face aux défis du changement climatique (isolation thermique de l'habitat, protection face aux inondations, etc.), le changement climatique aura des répercussions plus importantes pour les populations socialement plus faibles. Les problèmes sociaux liés à l'adaptation sont dès lors divers et contextuellement spécifiques.

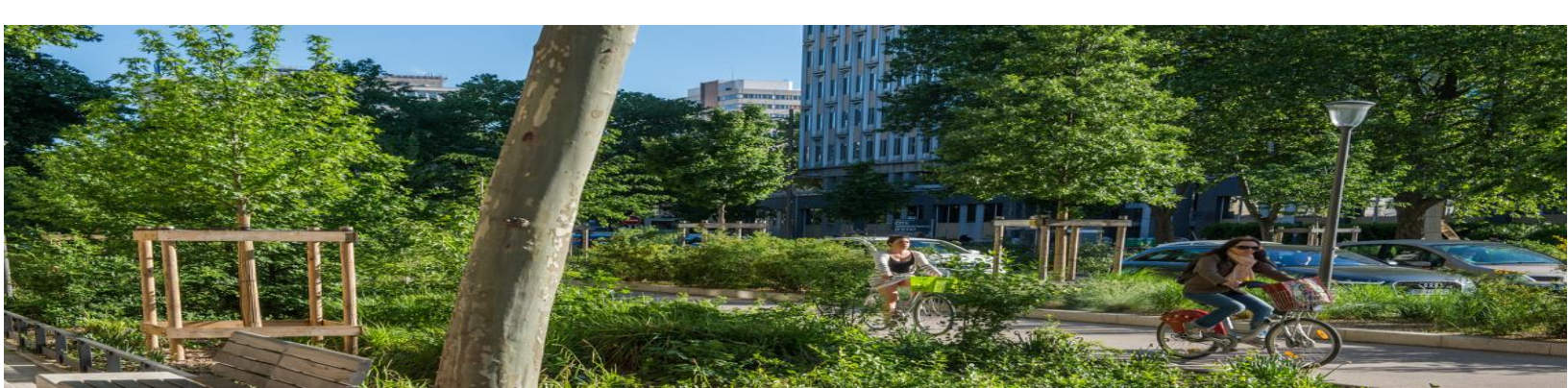
Par conséquent, les politiques climatiques sont intimement liées aux politiques de justice sociale et cet aspect est à prendre en considération dans la mise en place des mesures d'adaptation face aux effets du changement climatique. Pour que les mesures d'adaptation soient socialement justes, il faut d'abord comprendre quels sont les groupes les plus vulnérables aux effets du changement climatique, puis mettre en place des mesures d'adaptation appropriées pour répondre à leurs besoins. Les questions sociales liées à l'adaptation sont à la fois diverses et spécifiques au contexte. Elles englobent à la fois la justice procédurale (donner aux communautés les moyens de surmonter le manque de capital social et les obstacles institutionnels à la participation à la prise de décision) et la justice distributive (répartition des

revenus, des biens et des opportunités)⁵¹. S'assurer que les processus décisionnels climatiques soient ouverts et transparents permet d'une part de mieux prendre en compte les besoins et les attentes des différentes populations et d'autre part cela contribue à une plus grande acceptation de la part des citoyens face aux mesures gouvernementales. La participation active de la population est donc un objectif visé par la stratégie d'adaptation, afin que ni le contexte social, ni la langue ne présentent une barrière à l'accès à l'information et à la participation active de la population.

Pour mener des mesures d'adaptation aux effets du changement climatique qui sont socialement justes, il convient de mieux évaluer l'impact socio-économique du changement climatique. Il est en effet important que les mesures mises en place ne pénalisent pas les groupes les plus vulnérables et n'augmentent pas les inégalités existantes. De nombreuses personnes craignent que les mesures de politique environnementale entraînent des charges financières importantes, qui toucheront tout particulièrement les ménages à bas salaires, alors que la politique environnementale peut aider à lutter contre les risques de pauvreté. Les mesures climatiques devraient être davantage considérées comme une politique sociale préventive. Afin que la politique environnementale soit socialement acceptable et acceptée, c'est-à-dire qu'elle ne génère pas de charges déraisonnables pour les ménages à faibles revenus et que les citoyens y adhèrent, la stratégie d'adaptation aux effets du changement climatique a comme objectif de prévoir des aides ciblées en fonction des impacts socio-économiques pour donner la possibilité d'adaptation aux populations vulnérables. Cela permettra d'éviter la « maladaptation », à savoir les effets cascades représentant un transfert de vulnérabilité d'un système à un autre, ou d'une période à une autre.

⁵¹ *Socially just Adaptation to Climate Change Report - Rachel Brisley, Jean Welstead, Richard Hindle and Jouni Paavola - https://climate-adapt.eea.europa.eu/en/metadata/publications/socially-just-adaptation-to-climate-change-an-explorationof-how-far-social-justice-is-considered-in-local-adaptations/jrf_2012_sociallyjustadapation.pdf*

3.3.5 Espaces urbains



Les villes contribuent largement au changement climatique, car les activités urbaines sont des sources majeures d'émissions de gaz à effet de serre. Ceci est principalement dû au secteur des transports et des bâtiments qui figurent parmi les plus grands contributeurs. En même temps, les villes figurent également parmi les premiers impactés par les effets du changement climatique, et particulièrement la hausse des températures moyennes. Les périodes de canicule plus fréquentes en été combinées à une aération moins intense dans les espaces urbanisés ainsi qu'à une accumulation de chaleur dans les matériaux minéraux dû au scellement accru des villes font que les zones urbaines sont moins rafraîchies ce qui donne naissance à des îlots de chaleur et peut constituer une menace pour la santé et le bien-être de la population.

Des mesures d'adaptation très simples existent pour faire face à ces phénomènes : le verdissement des espaces urbains. Les espaces verts et les espaces libres contribuent à réguler les pressions de la chaleur sur les habitants en milieu urbain. Les mesures de protection naturelles face au climat, encore appelées « solutions basées sur la nature », sont des outils multifonctionnels qui permettent d'augmenter notre résilience indépendamment des événements climatiques. Plus précisément, la végétalisation de nos villes et de nos villages est un levier important de cette adaptation. Les sols et la végétation des espaces verts permettent d'une part de retenir et de stocker les eaux pluviales et ainsi mieux protéger les personnes et les infrastructures contre les inondations. D'autre part, en cas de phénomène inverse, à savoir de périodes de sécheresse et de vagues de chaleur, les espaces verts permettent de limiter ce réchauffement et contribuent à lutter contre les îlots de chaleurs. En effet, la végétation, et particulièrement la plantation d'arbres à hautes tiges, permet de créer de l'ombre, et en synergie avec les sols de rafraîchir l'air ambiant grâce à l'évapotranspiration. Les feuilles et les branches du couvert boisé réduisent la quantité de rayonnement solaire atteignant le sol et réduisent ainsi la température de la surface sous la canopée. A

ces bénéfices microclimatiques s'ajoutent une multitude d'avantages tels que l'amélioration de la qualité de l'air, la préservation et la favorisation de la biodiversité en zone urbaine et plus globalement un gain de qualité de vie pour les citoyens. La protection des espaces végétalisés existants ainsi que la création de nouveaux espaces contribuent à avoir des villes plus résilientes.

Selon une étude publiée en 2023⁵², l'augmentation de la couverture arborée à 30 % dans les villes européennes pourrait réduire le nombre de décès liés à l'effet d'îlot de chaleur urbain. Les chercheurs ont constaté qu'en Europe, les températures moyennes dans les villes, étaient supérieures de 1,5 °C en raison de l'effet d'îlot de chaleur urbain, ce qui était associé à 6 700 décès prématurés en été, soit 4,3 % de l'ensemble des décès estivaux recensés en Europe. Une augmentation de la couverture arborée à 30 % permettrait de réduire les températures de 0,4 °C en moyenne dans les villes concernées par l'étude, avec une réduction maximale de 5,9 °C dans certaines zones. Cette baisse permettrait d'éviter 2 644 décès prématurés, soit environ 1,8 % de l'ensemble des décès estivaux dans ces villes européennes, et près de 40 % des décès attribuables aux effets de l'îlot de chaleur urbain. Le bienfait de la végétation en milieu urbain est dès lors indéniable. S'ajoutent aux bénéfices pour la santé physique également des bénéfices pour la santé mentale. De nombreuses études démontrent que la végétation a des impacts positifs sur notre bien-être et notre santé mentale⁵³.

Des initiatives existent déjà au Luxembourg, tel que le projet « ClimProSud » qui s'inscrit dans cette problématique et prévoit notamment l'évaluation du bioclimat urbain ainsi qu'un large éventail d'impacts sur les zones urbaines et les communautés de la région sud du Luxembourg. L'objectif de la stratégie d'adaptation et du plan d'action est de soutenir la conservation d'espaces végétalisés existants et de promouvoir les mesures de végétalisation de nos espaces urbanisés afin d'accroître la résilience de nos territoires.

⁵² Masselot P. et al. (2023) Excess mortality attributed to heat and cold in 801 cities in Europe. *Lancet Planet Health* 7 (4): E271–E281.

⁵³ *Biodiversity and Health in the Face of Climate Change: Challenges, Opportunities and Evidence Gaps* - https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-02318-8_1_

3.3.6 Aménagement du territoire



La politique d'aménagement du territoire a pour objectif de coordonner l'impact territorial des politiques sectorielles et des planifications communales. Son rôle dans le contexte du changement climatique est majeur, notamment à travers la promotion d'un développement territorial limitant les besoins en mobilité individuelle motorisée fortement émettrice de CO₂ et la préservation de sol, dont la fonction de séquestrateur de CO₂ est essentielle pour atteindre la transition écologique. De même, la préservation et le renforcement des maillages bleus et verts à l'intérieur du tissu urbain et aux alentours des espaces urbanisés est capital lorsqu'il s'agit de limiter l'impact des phénomènes météorologiques extrêmes tels que les canicules ou les inondations.

De ce fait, il est primordial d'intégrer l'adaptation au changement climatique dans les différents instruments d'aménagement du territoire et de mener des réflexions sur les manières d'habiter, d'utiliser et d'aménager le territoire, aussi bien en milieu rural qu'en milieu urbain.

L'aménagement du territoire doit jouer le rôle de « catalyseur » pour inspirer, promouvoir et mobiliser de nouveaux modes de vie et de nouveaux modes de développement territorial. En effet, l'adaptation au changement climatique requiert une nouvelle culture de planification. Adopté le 21 juin 2023 par le Gouvernement, le Programme directeur d'aménagement du territoire (PDAT)⁵⁴ est l'un des principaux instruments de la politique d'aménagement du territoire au Luxembourg et constitue un cadre pour son développement territorial en soumettant des orientations stratégiques concrètes. A travers ses objectifs, en particulier la concentration du développement aux endroits les plus appropriés et la réduction de l'artificialisation du sol, le PDAT apporte une réponse territoriale aux nombreux défis auxquels fait face le

⁵⁴ https://amenagement-territoire.public.lu/content/dam/amenagement_territoire/fr/strategies_territoriales/pdat-2023/annexes/pdat-programme-directeur-damenagement-du-territoire-4072023.pdf

territoire et la société luxembourgeoise tels que le réchauffement climatique, la crise énergétique, la dégradation de la biodiversité, la préservation des ressources naturelles et les croissances démographique et économique. L'ambition du PDAT est de préparer le territoire aux futurs développements, qu'ils soient plus ou moins importants, en définissant une stratégie territoriale qui allie protection et mise en valeur du territoire et qui soit portée par le Gouvernement et soutenue par les communes.

Le projet de conception d'une ceinture verte autour de la ville de Luxembourg⁵⁵, financé et supervisé par le Ministère du Logement et de l'Aménagement du territoire, est mis en avant ici comme un concept particulièrement avant-gardiste pour une approche intégrée de l'aménagement du territoire en vue d'un développement résilient au climat dans et autour de la ville de Luxembourg. Le rôle des communes devient de plus en plus évident, étant donné qu'elles définissent l'organisation de leur territoire à travers les plans d'aménagement généraux (PAG) et particulièrement par les plans d'aménagement particuliers (PAP), qui peuvent indiquer l'obligation d'intégrer des espaces végétalisés dans la planification de nouveaux projets d'urbanisme. Intégrer les notions d'adaptation au changement climatique dans les politiques locales permettra de faire face à de multiples risques liés au changement climatique.

A travers le Pacte Climat 2.0, les communes sont par ailleurs encouragées à mettre en place des concepts d'adaptation aux effets du changement climatique afin d'identifier les risques potentiels liés au climat à l'échelle locale et prévoir des mesures pour y faire face. Le catalogue de mesures du Pacte Nature dénombre quant à lui plusieurs mesures dans les différents domaines (établissement et mise en œuvre d'une stratégie globale, milieu urbain, milieu des paysages ouverts, milieu forestier et milieu aquatique) qui permettent de mettre en place des mesures concrètes favorisant la résilience des communes face au changement climatique.

Enfin, la présente stratégie d'adaptation souligne l'importance de réduire progressivement l'artificialisation du sol et augmenter les surfaces perméables et les zones humides afin d'accroître l'infiltration naturelle et de réduire le ruissellement, objectif pour lequel le PDAT prévoit des mesures et des instruments pour sa mise en œuvre tout en proposant des indicateurs chiffrés (définition de seuils théoriques communaux maximaux d'artificialisation du sol) permettant de vérifier si le développement se fait dans la trajectoire de l'objectif visé, à savoir de tendre vers la zéro artificialisation nette à l'horizon 2050.

⁵⁵ <https://luxembourgtransition.lu/en/project/the-green-belt-project-towards-a-life-sustaining-infrastructure-for-the-agglo-centre/>

3.3.7 Logement et construction



La hausse des températures moyennes annuelles, l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des périodes de canicules ainsi que l'accroissement des événements climatiques extrêmes (tempêtes et inondations) auront un impact, d'une part sur les infrastructures d'habitation et d'autre part sur le bien-être des personnes à l'intérieur de leur habitation.

L'augmentation des températures a un double effet sur la qualité de l'air intérieur et donc sur la construction ; premièrement les émissions de substances nocives et polluantes augmentent sensiblement avec les températures et deuxièmement les systèmes de chauffage, ventilation et climatisation (CVC), notamment pour le refroidissement, hébergent le risque d'influencer négativement la qualité de l'air intérieur (air sec, moisissures suite aux phénomènes de condensation) surtout en cas de conception, d'entretien et d'hygiène non adéquats.

Les températures en hausse impacteront le confort de vie, et ceci particulièrement dans les maisons et immeubles à faible inertie thermique ou dont l'utilisation quotidienne n'est pas adaptée au climat extérieur, et feront croître les besoins de refroidissement pendant les périodes de forte chaleur. Le refroidissement peut créer des compromis avec les objectifs d'atténuation en raison des besoins énergétiques associés. Il est donc prioritaire de développer des approches à faible émission de carbone pour le refroidissement des bâtiments, tant passif qu'actif, et de faciliter leur mise en œuvre à grande échelle.

Afin d'accroître la résilience des habitations et ainsi contribuer à de meilleures conditions de vie pour ces habitants, la rénovation énergétique et durable des bâtiments doit être accélérée pour mieux faire face aux événements climatiques extrêmes. Le Gouvernement luxembourgeois accorde déjà des aides financières pour la rénovation énergétique d'un logement sur base d'un conseil en énergie, le programme

de financement « Klimabonus »⁵⁶. Ce programme favorise les matériaux écologiques qui, par leur nature, sont davantage respectueux de l'environnement et surtout, pour la plupart d'entre eux, favorise un confort intérieur plus important en cas de forte chaleur extérieure. Outre la diminution du besoin en énergie, notamment par l'isolation des bâtiments, ces aides financières soutiennent également la décarbonation des bâtiments en incitant à l'utilisation des énergies renouvelables et de l'électricité pour la production de chaleur et d'eau chaude sanitaire. Bien que le « Klimabonus Wunnen » prévoit déjà une composante sociale, à savoir la possibilité de bénéficier d'un « Topup Klimabonus »⁵⁷ pouvant résulter dans un doublement de l'aide Klimabonus, de nombreux ménages, pouvant bénéficier ou non de ce TopUp, n'entament pas les travaux nécessaires à la rénovation énergétique de logements. Le préfinancement des travaux peut constituer une barrière à la rénovation énergétique des bâtiments. Pour faciliter l'accès aux subventions et éviter que les citoyens hésitent à procéder à l'assainissement énergétique de leur logement, la stratégie d'adaptation propose de promouvoir d'avantage ces aides en introduisant le préfinancement des subventions climatiques. Ceci permettra d'accélérer la rénovation énergétique des bâtiments résidentiels, qui seront ainsi isolés et davantage adaptées aux températures moyennes croissantes provoquées par le changement climatique. A ceci s'ajoute la nécessité de prévoir des aides plus sociales envers les populations les plus pauvres, qui sont davantage locataires que propriétaires, et ne bénéficient dès lors pas de ces aides. Il est important de prévoir des mesures ciblées pour inciter les propriétaires à mieux isoler leurs biens locatifs.

Concernant la construction de nouveaux logements, si le standard actuel impose déjà des protections thermiques d'été pour favoriser le confort intérieur, l'introduction de nouveaux standards peut contribuer à renforcer la résilience climatique du secteur du logement et d'autres secteurs, à savoir la rétention d'eau, la réutilisation de l'eau de pluie, l'augmentation de la végétalisation en milieu urbain (toitures et façades vertes), la réduction de l'effet d'îlot de chaleur et la production décentralisée d'énergie. L'aménagement du territoire et les normes de construction sont des leviers politiques essentiels pour réduire les risques sanitaires liés à la chaleur, notamment parce que les zones à risque peuvent différer de ce qui est actuellement décrit dans les réglementations et les plans sectoriels pour l'amélioration et la relocalisation des zones. Il est essentiel d'actualiser en permanence les données à l'aide de cartes et d'outils, et d'envisager de nouvelles normes de construction axées sur la sécurité et la robustesse des bâtiments. Les politiques ont un long horizon décisionnel et doivent prendre en compte le changement climatique futur afin d'éviter l'enfermement dans des infrastructures non durables. Le

⁵⁶ <https://www.klima-agence.lu/fr/klimabonus-aides>

⁵⁷ <https://logement.public.lu/fr/proprietaire/renovation-amenagements-speciaux/topup-klimabonus.html>

secteur des ménages représente 60% de la consommation nationale en eau destinée à la consommation humaine. Ce pourcentage risque d'augmenter en fonction des développements économique et démographique du pays. Le secteur des ménages joue par conséquent un rôle prépondérant dans l'utilisation durable de cette ressource. En équipant toute nouvelle construction d'installations de récupération d'eau de pluie pour une utilisation autre que potable, les logements contribueraient grandement à une plus grande résilience du secteur de l'eau. De même, l'introduction d'un standard pour équiper toute nouvelle construction d'installations photovoltaïques ou de toitures végétalisées permettrait d'accroître la résilience énergétique ou de réduire l'impact des températures plus élevées, et ainsi limiter les effets négatifs sur la santé de la population et les dommages aux infrastructures.

Dans le cadre du « Klimabonus Wunnen », les nouvelles constructions répondant aux critères de durabilité LENOZ, bénéficient actuellement de participations financières. Un exemple à citer parmi les logements à certifier sont les maisons unifamiliales à Elmen, projet d'envergure de la SNHBM. Toutes les maisons unifamiliales sont planifiées et construites selon ces critères. En ce qui concerne la réalisation de logements abordables, les promoteurs sociaux au sens de la loi du 7 août 2023 relative au logement abordable sont éligibles aux participations financières pour la réalisation de logements locatifs et de logements destinés à la vente. Dans ce contexte, il convient de relever que la réalisation de logements résilients au changement climatique est encouragée par des possibilités d'accorder une participation financière plus avantageuse pour ces projets ; c.à.d. les montants maximaux éligibles sont augmentés de 15%.

L'objectif de la stratégie et du plan d'action pour l'adaptation aux effets du changement climatique au Luxembourg est de mettre en place les mesures nécessaires permettant d'augmenter la résilience des logements, notamment face aux canicules. La mise en place de solutions fondées sur la nature, et particulièrement la végétalisation de l'espace urbain et le recours aux infrastructures bleues et vertes, en synergie avec une localisation et orientation favorisant les échanges d'air froids est un instrument important et à intégrer dès les prémices d'un projet de construction et facilement réalisable pour les nouveaux bâtiments de grande taille, tels que les résidences ou les hangars et autres bâtiments industriels et commerciaux. La directive-cadre européenne sur la sécurité et la santé au travail devrait être mise à profit pour établir des exigences obligatoires et des mécanismes d'application robustes afin de protéger les travailleurs extérieurs dans le secteur de la construction contre les chaleurs extrêmes.

De plus, lorsque le bâtiment est conçu pour offrir un confort intérieur optimal, il est tout aussi important que les occupants puissent l'utiliser de manière appropriée afin de profiter ses avantages. Par exemple,

comme le font souvent les citoyens méridionaux, lorsque la température extérieure est plus élevée que celle à l'intérieur, il est crucial d'empêcher toute entrée de chaleur excessive en fermant les fenêtres ou en utilisant des dispositifs d'occultation efficaces. Pour apprendre à bien gérer leur habitat dans de telles situations, la sensibilisation des citoyens est essentielle. Il est important de les informer des meilleures pratiques pour maintenir un environnement intérieur confortable tout en réduisant la consommation d'énergie et en minimisant l'impact sur l'environnement. En comprenant comment utiliser efficacement leur habitat, les habitants peuvent contribuer à améliorer leur confort tout en favorisant la durabilité environnementale.

3.3.8 Transports



Selon les principales conclusions du Cinquième Rapport d'Évaluation du GIEC, et plus particulièrement du document de synthèse concernant le secteur des transports publié en 2014⁵⁸, le secteur des transports dépend encore lourdement du pétrole et est une source majeure de polluants de l'air, tels que l'ozone, l'oxyde d'azote et les particules, et de dioxyde de carbone (CO₂). Au Luxembourg, le secteur des transports représentait 60,9% des émissions totales de CO₂ en 2021.⁵⁹

Principale cause d'émission de gaz à effet de serre, le secteur des transports est également une future victime des effets du changement climatique. Le changement climatique affecte le système de transport en entraînant des dommages matériels aux infrastructures de transport, des coûts d'entretien plus élevés et plus de perturbations du trafic. Les incidences des changements climatiques, plus particulièrement la recrudescence des sécheresses, des inondations ou encore les canicules pourraient endommager les infrastructures de transport telles que les routes, les chemins de fer et les ports. Les chaleurs extrêmes amolliront les routes en asphalte, ce qui nécessitera des rénovations plus récurrentes. Des inondations plus fréquentes renforceront les besoins d'entretien et d'investissements pour le drainage et la protection. Les ouvrages d'art sont exposés à des inondations et il est donc nécessaire en matière de conception de prévoir les renforcements et protections adéquates pour les nouvelles constructions et lors de rénovation. Les infrastructures de transport (lignes ferroviaires, routes, lignes souterraines, etc.) sont vulnérables face à l'augmentation des précipitations, des inondations, d'éboulements et des glissements de terrain. La hausse des températures constitue une menace pour les rails, en particulier à cause de la dilatation thermique et de l'écrasement. Des sécheresses et des inondations plus fréquentes pourraient

⁵⁸ https://www.bsr.org/reports/R%C3%A9percussions_sur_les_transports.pdf

⁵⁹ <https://gouvernement.lu/dam-assets/documents/actualites/2023/03-mars/15-bilan-emissions/os-climat-bilan-dfinitif-2021-mecdd-annexe.pdf>

contraindre les entreprises de navigation à utiliser des navires de plus petite taille pour la navigation intérieure, ce qui impactera la navigation sur la Moselle. L'aviation devra faire face aux aléas météorologiques et des tempêtes plus fréquentes et plus intenses pourraient augmenter le nombre de retards et d'annulations dus aux mauvaises conditions météorologiques.

La stratégie d'adaptation a comme objectif d'accroître la résilience et de réduire la vulnérabilité des infrastructures de transports face aux effets du changement climatique. En raison de données parfois lacunaires, il est difficile de dire concrètement quels seront les infrastructures impactées et les plus vulnérables face à des événements extrêmes générateurs de dommages. Etablir un état de la vulnérabilité du secteur des transports et identifier les infrastructures de transports critiques permettra d'atteindre cet objectif. Il sera également nécessaire de prendre en compte les changements de comportement liés au changement climatique et répondre aux nouveaux besoins (p.ex. assurer le confort thermique des passagers des transports publics lors de canicules). Enfin, le secteur des transports peut contribuer à améliorer la situation face à la multiplication de canicules en adaptant les voiries. Dans les villes et les agglomérations, routes et trottoirs occupent presque 20 % des sols. Le secteur des transports peut ainsi influencer ces espaces en verdissant et rendant perméables certaines surfaces scellées qui ne nécessitent pas d'être asphaltées ou en utilisant dans la mesure du possible des revêtements qui chauffent moins.

3.3.9 Economie et finance



Les effets du changement climatique impactent le secteur économique en raison d'évènements météorologiques extrêmes (inondations, tempêtes, sécheresses, etc.). Que ce soit par la destruction de biens et d'infrastructures ou par l'arrêt temporaire d'échanges économiques, le changement climatique peut entraîner un ralentissement de la croissance économique⁶⁰. Le changement climatique peut également représenter des risques importants sur les finances publiques. Les marchés de l'immobilier et de l'assurance sont également confrontés à des risques liés au changement climatique⁶¹. L'intensification des impacts climatiques risque d'augmenter les primes d'assurance, de creuser un fossé en matière de protection, d'amplifier les pertes économiques et d'exacerber la vulnérabilité des ménages à faibles revenus et d'autres groupes défavorisés.

Selon l'association professionnelle des assureurs et réassureurs établis au Luxembourg, les inondations du 14 et 15 juillet 2021 auraient causé 120 millions d'euros de dommages au Luxembourg, ce qui représenterait la catastrophe la plus coûteuse de l'histoire de l'assurance luxembourgeoise.⁶² A cela s'ajoutent les dégâts causés par les récents évènements (2018 Vallée de l'Ernz, 2019 Tornade, juin 2021 Orages), qui portent à 230 millions d'euros les sinistres générés par les catastrophes naturelles ces 3 dernières années. Les institutions financières sont dès lors exposées aux risques climatiques, par exemple les biens immobiliers sont soumis à des risques accrus d'inondation.

Un des objectifs de la stratégie d'adaptation aux effets du changement climatique est de systématiquement répertorier les données concernant les dégâts causés par les évènements extrêmes et

⁶⁰ <https://www.imf.org/en/Publications/WEO/Issues/2020/09/30/world-economic-outlook-october-2020>

⁶¹ https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/report/IPCC_AR6_WGII_FullReport.pdf

⁶² <https://www.aca.lu/fr/120-millions-e-de-dommages-suite-aux-inondations-la-catastrophe-la-plus-couteuse-de-lhistoire-de-lassurance-luxembourgeoise-2/>

ainsi mieux guider les choix politiques futurs. Les effets du changement climatique ont un coût réel pour l'économie luxembourgeoise et il est important de prendre des mesures d'adaptation préventives, étant donné que certaines études suggèrent que le coût de l'inaction climatique risque de dépasser les coûts nécessaires pour augmenter l'adaptation face aux effets du changement climatique⁶³. En l'absence d'incitations du marché, des politiques sont nécessaires pour encourager l'adaptation et mettre sur un pied d'égalité les pionniers du secteur privé peuvent être envisagées. Cela peut se faire par le biais de mécanismes de marchés publics et d'un soutien spécifique à l'adaptation pour les PME. Des efforts devront être envisagés pour mener des évaluations plus larges des risques. Elles devraient inclure des séries plus larges de dangers et de scénarios, et mieux prendre en compte les risques en cascade, les risques composés et les risques secondaires pour l'ensemble de l'économie de l'UE, l'industrie stratégique et les secteurs productifs, ainsi que les marchés financiers.

Au-delà des dommages directement liés aux catastrophes naturelles, l'économie peut être impactée par le manque de ressources, et notamment les ressources naturelles. Sachant que le changement climatique entraînera davantage de périodes de sécheresse, la gestion des ressources en eau deviendra de plus en plus importante. En 2022, de nombreux pays européens ont connu des restrictions accrues en eau, du fait d'une demande accrue (augmentation des besoins d'irrigation et demandes d'autres secteurs) combinée à des débits limités. Le manque d'eau en tant que ressource utilisée pour la production ou en tant que moyen de transport pour la navigation peut négativement impacter certaines activités et avoir un impact sur l'économie. L'adaptation face aux effets du changement climatique doit dès lors également être prise en compte par les acteurs privés afin de par exemple réduire la consommation de ressources naturelles, et particulièrement en eau. La sécurisation de l'alimentation en potable et notamment le captage de nouvelles ressources et la réalisation d'économies en eau, nécessiteront des investissements et auront leurs répercussions sur le prix de l'eau.

Outre les coûts directs engendrés par des catastrophes naturelles ayant lieu au Luxembourg, le changement climatique entraînera des coûts importés. Citons par exemple la baisse significative de la production alimentaire mondiale en raison d'événements météorologiques extrêmes (sécheresses, inondations, pénuries d'eau, maladies des cultures, etc.) qui toucheraient simultanément différentes zones agricoles majeures à travers le monde. Cette situation engendrerait une inflation des prix des

63 <https://sdg.iisd.org/news/climate-inaction-is-more-expensive-than-climate-action-wmo-report/>

aliments qui toucherait le Luxembourg dans le cadre du marché mondialisé des denrées alimentaires. De plus, dans les pays les plus pauvres, cette inflation augmenterait le risque de malnutrition voire de famine pour les populations. Cela pourrait également conduire à une déstabilisation politique de certains pays et engendrer des troubles géopolitiques (p.ex. déplacement massif de populations, conflits armés) pouvant *in fine* atteindre directement ou indirectement l'Europe et le Luxembourg.

Les entreprises et les services des secteurs essentiels sont exposés aux risques de perturbations des chaînes d'approvisionnement liées au climat. Les perturbations liées au climat peuvent interagir avec les chocs de la chaîne d'approvisionnement causés par d'autres facteurs, y compris les tensions géopolitiques. La gravité du risque est incertaine en raison de l'absence de tests de résistance et d'un suivi insuffisant des vulnérabilités de la chaîne d'approvisionnement face aux aléas climatiques actuels et futurs.

3.3.10 Energie



Le rôle de l'infrastructure énergétique est particulièrement important car ces actifs font souvent partie d'un réseau de systèmes, où une perturbation d'un actif peut rapidement se répercuter sur d'autres secteurs et d'autres actifs. Par exemple, les pannes d'électricité causées par des conditions climatiques extrêmes peuvent perturber les systèmes de télécommunication, de transport, de santé ainsi que de nombreuses autres activités économiques.

Le changement climatique peut avoir un impact significatif sur la sécurité énergétique en perturbant la production, le transport ou la distribution des ressources énergétiques. Les événements extrêmes causés par le changement climatique peuvent affecter, entre autres, la chaîne d'approvisionnement dans le secteur de l'énergie, causer des dommages aux infrastructures critiques et affecter le fonctionnement et l'efficacité des centrales électriques. L'analyse des risques pour la sécurité de l'approvisionnement réalisée dans le cadre du plan de préparation aux risques pour le secteur de l'électricité⁶⁴ a montré que les événements météorologiques extrêmes, en particulier, peuvent représenter une menace significative pour le système électrique au niveau national et européen.

Rendre le secteur de l'énergie résilient au changement climatique est dès lors essentiel pour garantir une sécurité énergétique à l'échelle nationale mais également à l'échelle européenne. Les énergies renouvelables décentralisées peuvent être une des solutions d'adaptation permettant d'avoir un secteur énergétique plus résilient. Ceci est constaté par l'Agence Internationale de l'Energie⁶⁵ et de l'Agence internationale pour les énergies renouvelables⁶⁶, qui soulignent le rôle du secteur des énergies

⁶⁴ <https://gouvernement.lu/dam-assets/documents/actualites/2022/12-decembre/09-securite-approvisionnement-electricite/riskpreparednessplan-lu-update20221207.pdf>

⁶⁵ <https://iea.blob.core.windows.net/assets/10229b31-fd82-4371-b92c-a554f95369ea/ClimateResilienceforEnergySecurity.pdf>

⁶⁶ <https://www.irena.org/Publications/2021/Aug/Bracing-for-climate-impact-2021>

renouvelables en tant que fournisseur « d'infrastructures plus vertes », ce qui favorise simultanément les efforts d'atténuation et d'adaptation dans d'autres secteurs.

L'approvisionnement énergétique du Luxembourg repose encore en grande partie sur l'importation d'énergie fossile depuis l'étranger. La dépendance du Luxembourg vis-à-vis des importations d'énergie nécessite un marché intérieur européen fonctionnel. Il est dès lors important que le Luxembourg continue à soutenir et développer la coopération régionale dans le domaine de la sécurité d'approvisionnement en électricité et en gaz.

De même, il est important de diversifier l'approvisionnement énergétique pour accroître la résilience globale du système énergétique. Pour s'adapter efficacement aux effets du changement climatique, il est également indispensable que le Luxembourg réduise sa dépendance énergétique des importations depuis l'étranger. Pour réduire la dépendance énergétique, il est nécessaire de commencer augmenter l'efficacité énergétique et la production d'énergies renouvelables, favorisant ainsi la transition vers un système énergétique plus durable et indépendant.

A cette fin le Luxembourg a pour ambition d'améliorer l'efficacité énergétique de 42%⁶⁷ (par rapport au scénario de référence REF 2007) en termes d'énergie finale d'ici 2030. Cette initiative implique des rénovations énergétiques et durables des bâtiments existants, des nouveaux bâtiments protégés contre les surchauffes thermiques d'été et la promotion de la décarbonation des systèmes de chauffage. Parallèlement, l'accent est mis sur l'augmentation de l'efficacité énergétique dans le secteur industriel et des PME, ainsi que sur les investissements dans les transports publics et l'électromobilité pour réduire le besoin énergétique lié à la circulation. La réduction de la demande en énergie découle également de la capacité des utilisateurs à utiliser toute installation de manière à en tirer le meilleur parti tout en minimisant la consommation d'énergie. Une sensibilisation et une formation adéquates sont une fois de plus essentielles pour permettre aux utilisateurs d'adapter leur comportement face au changement climatique et ainsi réduire leur consommation d'énergie.

Afin de couvrir le besoin en énergie résultant, la production d'énergie renouvelable au Luxembourg doit demeurer une priorité et être intensifiée pour atteindre l'objectif fixé pour 2030, passant la part d'énergies renouvelables dans la consommation d'énergie finale de 25 % à 37 %. Cette augmentation fait suite aux différents plans ou stratégies de l'Union européenne notamment le « Green Deal », « Fit for 55

67 Contribution nationale indicative d'amélioration de l'efficacité énergétique reprise dans la mise à jour du PNEC (Juillet 2024)

», le « REPowerEU » et récemment la révision de la directive relative aux énergies renouvelables⁶⁸. Ces adaptations sont reprises dans la mise jour du PNEC⁶⁹ et prévoient notamment pour le secteur de l'électricité le déploiement accéléré du photovoltaïque et de l'éolien, pour le secteur chaleur/froid, le recours aux pompes à chaleur et le développement d'une infrastructure pour le transport et le stockage de l'hydrogène renouvelable et son utilisation dans le secteur de l'industrie et pour le secteur du transport, l'augmentation du taux d'incorporation de biocarburants et le déploiement accéléré de l'électromobilité. A côté des efforts nationaux, la coopération européenne reste un pilier important pour la réalisation des objectifs à court, moyen et long terme, que ce soit par des accords de coopération avec d'autres États ou via le mécanisme de financement des énergies renouvelables de l'UE (REFM).

En plus du développement des énergies renouvelables, une augmentation de la flexibilité dans le système électrique a été identifiée comme un élément crucial pour soutenir un système électrique européen décarboné et sécurisé⁷⁰. Un système électrique flexible permet de s'adapter aux variations de l'approvisionnement et donc d'accroître la résilience du système.

Cette diversification énergétique doit néanmoins prendre en compte les potentiels conflits avec des objectifs de protection des ressources en eau potable et en eau de surface, notamment en ce qui concerne le recours à la géothermie, à l'hydroélectricité ou encore au biogaz. La diversification énergétique ne doit pas entraîner une dégradation des ressources naturelles.

Néanmoins, les différents secteurs énergétiques auront à s'adapter à des événements météorologiques extrêmes plus fréquents comme les inondations et à des tempêtes plus violentes à partir du milieu du siècle. Il faut donc compter avec des perturbations plus fréquentes des infrastructures de transport, de stockage et de transmission. Une évaluation de l'impact du changement climatique sur les infrastructures énergétiques contribuera à accroître la résilience du système avec la mise en place de mesures pour faire face à la vulnérabilité du réseau.

Avec le changement climatique, il est également à prévoir que la demande en énergie va évoluer en fonction des saisons en raison de températures moins basses en hiver et plus élevées en été, ceci d'autant plus que la demande de refroidissement augmentera en été alors que les besoins en chauffage baisseront en hiver.

⁶⁸ <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2023/2413/oj/fra>

⁶⁹ <https://gouvernement.lu/dam-assets/documents/actualites/2023/04-avril/17-pnec/pnec-avant-projet-de-mise-jour.pdf>

⁷⁰ <https://www.eea.europa.eu/publications/flexibility-solutions-to-support>

3.3.11 Protection des sols



Les sols et les fonctions qu'ils remplissent, fournissent directement ou indirectement un grand nombre de services écosystémiques indispensables aux sociétés humaines. Bien que certaines des fonctions des sols puissent être avantageusement exploitées pour limiter le changement climatique et aider à l'adaptation à ses effets, les sols demeurent également vulnérables aux effets du changement climatique qui peuvent de surcroît être amplifiés par d'autres processus de dégradation des sols (p.ex. scellement, perte de biodiversité, tassement). Dans l'objectif de maintenir la capacité des sols à fournir aux Hommes leurs services écosystémiques ainsi que de garantir un haut niveau de résilience des sols face aux effets du changement climatique, il est nécessaire de les protéger et d'adapter au besoin leurs modes de gestion.

A l'échelle locale (p.ex. bassin versant, ville), les sols jouent un rôle de régulateur du climat en supportant un couvert végétal pérenne et fonctionnel capable lui-même d'atténuer les vagues de chaleur via le phénomène d'évapotranspiration (lutte contre les îlots de chaleur). A l'échelle globale, les sols sont également impliqués dans la régulation du climat en hébergeant le plus grand stock de carbone terrestre (1500 à 2400 Gt de carbone)⁷¹. Dans certaines conditions d'exploitation, les sols peuvent jouer un rôle de puits de carbone et donc d'atténuation du changement climatique, en séquestrant du carbone sous formes stables (humus). Ce phénomène de puits de carbone des sols, bien que limité dans sa transposition, constitue même la seule technologie à émission négative qui est à la fois efficace, abordable et immédiatement déployable à large échelle⁷². En revanche, une exploitation inappropriée des sols en agriculture, en sylviculture ou dans le secteur de la construction conduit à un déstockage du carbone séquestré dans le sol, qui agit alors comme une source de carbone et accentue le changement climatique.

⁷¹ 4per1000 initiative: <https://4p1000.org/discover/?lang=en>

⁷² EASAC, 2018. *Negative emission technologies: what role in meeting Paris Agreement targets?* European Academies Science Advisory Council. ISBN: 978-3-8047-3841-6

En plus des dégradations anthropiques des sols, ces-derniers sont aussi sujets à une dégradation induite par le changement climatique lui-même, dont notamment le déstockage du carbone. En effet, l'augmentation des températures moyennes associée à des périodes de sécheresse prolongées et répétées peut entraîner une augmentation de l'oxydation chimique et biologique de la matière organique du sol, conduisant à une perte de carbone organique et donc à une émission nette de carbone vers l'atmosphère. Parallèlement, un ralentissement de la croissance de biomasse dû à la sécheresse a comme conséquence un taux de renouvellement de matière organique du sol amoindri et ne fait qu'amplifier le déstockage. De plus, les modifications des régimes de précipitations engendrées par le changement climatique risquent probablement d'augmenter l'érosivité des pluies et ainsi d'aggraver les phénomènes d'érosion hydrique des sols⁷³, ce qui conduit également à des pertes de carbone organique.

Les modes de gestion inappropriés des sols conduisant à une perte de carbone organique provoquent également une dégradation de la qualité physique, chimique et biologique des sols, qui limitent alors leur capacité à fournir leurs services écosystémiques en matière de production de biomasse alimentaire et non alimentaire (fertilité), de support de biodiversité (habitat) ou encore de gestion des eaux de précipitations (cycle de l'eau). Ce dernier point est particulièrement important dans le contexte du changement climatique et des perturbations qui en sont attendues en termes de quantité de précipitations (déficits et excédents hydriques).

L'artificialisation des surfaces induisant, d'une part une imperméabilisation d'une partie des surfaces et, d'autre part, une perturbation profonde des propriétés des sols artificialisés est un processus de dégradation des sols particulièrement préoccupant dans le sens où il engendre une perte irréversible de volume de sol fonctionnel et où il limite fortement voire annihile complètement la capacité d'un sol à produire des services écosystémiques et donc à atténuer le changement climatique (séquestration de carbone), ainsi que pour s'adapter et à être résilient face aux effets du changement climatique. L'artificialisation des sols, produisant ainsi du ruissellement hortonien (Hortonian overland flow), est également un facteur majeur dans la génération d'inondations suite à des pluies torrentielles.

La diminution de la résilience des sols occasionnée par différents processus de dégradation anthropique et climatique risque d'accentuer la vulnérabilité directe des secteurs agricole et sylvicole et de celui de la production d'eau potable en diminuant la fertilité agronomique des sols, en augmentant la perte de sol

⁷³ Panagos, P., Ballabio, C., Himics, M., Scarpa, S., Matthews, F., Bogonos, M., Poesen, J. and Borrelli, P., 2021. Projections of soil loss by water erosion in Europe by 2050. *Environmental Science & Policy*, 124, pp.380-392

(p.ex. augmentation du risque d'érosion), en perturbant le fonctionnement hydrique nominal des sols ou encore en limitant la recharge des nappes d'eau souterraine.

3.3.12 Sylviculture et boisements



Selon le rapport EUCRA de l'Agence européenne pour l'environnement, le boisement, la conservation et la restauration des forêts contribuent à atténuer le changement climatique tout en offrant des avantages complémentaires en termes d'adaptation au changement climatique, de conservation de la biodiversité et d'autres services écosystémiques. Le boisement et la restauration des forêts doivent tenir compte des conditions climatiques futures afin de garantir que les forêts nouvellement plantées ou régénérées restent dans un habitat approprié pendant toute leur durée de vie. En outre, les compromis entre les différentes utilisations des forêts et des terres au fil du temps doivent être soigneusement étudiés. Les stratégies de lutte contre le changement climatique devraient donner la priorité à la réduction des émissions sans trop dépendre des puits de carbone forestiers. L'atténuation par les forêts ne devrait jouer qu'un rôle complémentaire pour faciliter la transition vers une économie à faible émission de carbone et compenser les émissions restantes, tout en offrant d'autres avantages en termes d'adaptation.

L'adaptation des essences à la station d'implantation, la hausse de la température moyenne annuelle et de l'évapotranspiration ainsi que l'augmentation des périodes de sécheresse attendues avec le changement climatique confrontent la sylviculture du Luxembourg à des défis de taille, sachant que l'état phytosanitaire des forêts est d'ores et déjà préoccupant. Les inventaires⁷⁴ de la santé des forêts réalisés annuellement montrent une aggravation particulièrement alarmante depuis 2018. Ceci est causé par l'augmentation de l'intensité et de la fréquence des événements climatiques extrêmes dus au dérèglement climatique qui affaiblissent la vitalité des arbres et mettent en péril l'équilibre de l'écosystème forestier.

⁷⁴ <https://environnement.public.lu/fr/natur/forets/inventairephytosanitaire.html>

De plus, le prolongement de la période végétative favorise la formation de plusieurs générations d'insectes nuisibles (p. ex. le scolyte) et l'immigration de nouvelles espèces nuisibles envahissantes exerçant une pression supplémentaire sur les écosystèmes forestiers. Il s'agit le plus souvent d'animaux et de microorganismes nuisibles qui impactent la santé des espèces végétales forestières dont les aires d'extension sont favorisées par le réchauffement climatique. A cela s'ajoute qu'une densité de population de gibier trop élevée qui impacte également la régénération naturelle des forêts, la biodiversité ainsi que les vecteurs de maladies animales et humaines.

Les périodes de sécheresse prolongées peuvent par ailleurs renforcer le risque de feux de végétation et de forêt.⁷⁵ On attend ainsi une forte augmentation relative au risque de feux de végétation et de forêt en Europe occidentale et en Europe centrale.⁷⁶ La hausse des températures se traduit par ailleurs par un stress thermique plus élevé sur les plantes et une plus forte évapotranspiration. Ce stress thermique et hydrique impacte particulièrement les jeunes arbres et impacte ainsi le rajeunissement naturel des forêts. Ceci est également renforcé par le fait que le changement climatique induit des changements des caractéristiques chimiques et biologiques du sol forestier. Dans quelle mesure la symbiose mycorhizienne entre les racines des arbres et les champignons du sol est perturbée par le changement climatique et a une influence sur la vitalité des écosystèmes forestiers reste à clarifier.

L'impact sur la croissance des arbres limite ainsi la capacité de stockage du CO₂ par la forêt. Les forêts séquestrent le carbone en capturant le dioxyde de carbone de l'atmosphère et en le transformant en biomasse par la photosynthèse. Le carbone séquestré est ensuite accumulé sous forme de biomasse, de bois mort, de litière, de racines et de matière organique dans les sols forestiers. Avec une perturbation de leur croissance, ce service écosystémique des forêts est également perturbé.

Des forêts en bonne santé présentent de multiples fonctions et services écosystémiques telles que l'interception des pluies, la protection face aux inondations, la préservation des eaux souterraines, la fonction de biotope et d'habitat pour de nombreuses espèces, l'amélioration de la qualité de l'air, l'absorption et la séquestration longue durée du carbone ou encore le rôle de bénéfice récréatif pour la société. La mise en place de mesures, telles que le « Klimabonusbesch »⁷⁷ ou le Pacte Nature pour soutenir les propriétaires forestiers à mettre en œuvre une sylviculture proche de la nature, doit contribuer à accroître la résilience de la forêt face aux pressions menaçantes du changement climatique. L'objectif de

⁷⁵ <https://environnement.public.lu/fr/actualites/2018/07/canicule.html>

⁷⁶ <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/indicators/forest-fires-in-europe>

⁷⁷ <https://environnement.public.lu/fr/emweltprozeduren/forets/klimabonusbesch.html>

la stratégie d'adaptation et du plan d'action est de soutenir les actions en vue de préserver et de protéger les forêts ainsi que d'améliorer leur santé et leur résilience et contribuera à la mise en œuvre du programme forestier national (PFN2).

3.3.13 Agriculture, alimentation et viticulture



Le rôle de l'agriculture de garantir une production alimentaire stable et durable est crucial dans le contexte du changement climatique. Les effets du changement climatique ont un impact direct sur les rendements agricoles et toute la chaîne de transformation. Or, comme il est très peu probable que le Luxembourg atteigne la souveraineté alimentaire seul, en particulier dans le contexte d'une population croissante, le système alimentaire doit être analysé d'un point de vue européen et même plus large, de sorte que la plupart des conclusions du rapport EUCRA de l'Agence européenne pour l'environnement sont également très pertinentes pour le Luxembourg. Selon le rapport EUCRA, l'Europe et le Luxembourg sont confrontés à de multiples défis en matière de production et de sécurité alimentaire. Les mauvaises récoltes et les rendements réduits constituent déjà un risque critique dans le sud de l'Europe pendant les années de sécheresse prolongée et de chaleur excessive. Les fortes sécheresses peuvent toucher de vastes zones pendant des périodes prolongées. La production alimentaire peut également être affectée par des événements météorologiques spécifiques, tels que les gelées tardives et les fortes pluies, ainsi que par les ravageurs et les maladies actuels et nouveaux, potentiellement favorisés par le changement climatique. A cela s'ajoute que la sécurité alimentaire en Europe est déterminée non seulement par la production alimentaire en Europe, mais aussi par la production à l'étranger et la situation socio-économique générale. Les risques liés à la production et à la chaîne d'approvisionnement en dehors de l'Europe devraient augmenter rapidement en raison d'impacts climatiques encore plus importants dans de nombreuses régions de production non européennes et d'une demande croissante de la part d'une population mondiale en pleine expansion. Les risques qui pèsent sur les écosystèmes et les chaînes d'approvisionnement internationales peuvent se répercuter en cascade sur la sécurité alimentaire.

De par sa nature, le secteur agricole est très dépendant des aléas météorologiques et sera fortement impacté par les effets du changement climatique. Bien que la hausse des températures et les périodes végétatives prolongées puissent se traduire par une hausse de rendement ou une amélioration de la qualité d'un certain type de production, les stress thermique et hydrique auront des répercussions négatives sur la majeure partie des cultures, notamment dans le secteur viticole⁷⁸. L'allongement/l'avancement de la période végétative expose aussi certaines cultures à un risque accru de gelée tardive, pouvant être particulièrement préjudiciable en arboriculture fruitière, viticulture/viticulture, horticulture et maraichage. Le déficit de précipitation en été ou les fortes tempêtes (grêle et pluies intenses) associé au changement climatique risquent d'entraîner des pertes de rendement considérables. Ceci est particulièrement vrai pour toutes les cultures de printemps. L'augmentation des températures et les changements de régimes pluviométriques sont susceptibles d'augmenter la demande en eau (irrigation, abreuvoirs pour le bétail), que ce soit pour des filières existantes ou le développement de nouvelles filières (par exemple en horticulture). Le chapitre 3.2.3 a d'ores et déjà mis en évidence les possibles risques de pénuries en eau. Le bétail sera également exposé à des températures plus élevées, ce qui entraînera un stress thermique et une augmentation des taux de mortalité.

En effet, il est envisageable que le changement climatique va perturber considérablement la production et ainsi les échanges commerciales des denrées alimentaires dans une large partie de l'Europe, notamment pour les pays du sud de l'Europe, exportateurs nets de fruits et légumes. Dans un but de garantir un certain degré d'autosuffisance et une alimentation équilibrée, il s'avère opportun de promouvoir et de soutenir également une production nationale de fruits et légumes. L'horticulture, l'arboriculture fruitière et, dans une moindre mesure, la viticulture (jeunes vignes) sont tributaires de l'irrigation surtout en cas de sécheresse. Cependant, pendant les périodes de sécheresse, l'eau devient rare et il est irraisonnable d'utiliser l'eau potable précieuse pour l'irrigation. De même, les cours d'eau ont des débits plus faibles en été d'où l'importance d'éviter les prélèvements dans les cours d'eau. Des réservoirs de stockage d'eau, qui peuvent être remplis pendant l'hiver ou lors de fortes précipitations, pourraient présenter une solution pour renforcer la résilience et la compétitivité de ces secteurs. Il s'avère opportun de mener à bien des projets pilotes pour évaluer la faisabilité de ces réservoirs dans le contexte luxembourgeois, et éviter une maladaptation en causant potentiellement des préjudices aux cours d'eau caractérisés par de petits bassins versants et ayant un faible débit.

⁷⁸https://www.list.lu/en/research/project/vinomanaop2/?no_cache=1&tx_listprojects_listprojectdisplay%5Barchive%5D=&cHash=89972e2487153f1913d6c7054cf907e2

Avec la variation de pluviométrie et en particulier l'augmentation de pluies diluviennes causant des crues subites, l'entraînement de de nutriments et de produits phytopharmaceutiques en direction des ressources en eau, surtout de surface, peut vulnérabiliser celles-ci d'avantage. Ces pluies diluviennes peuvent également entraîner une perte des sols en terres arables par des phénomènes d'érosions. La présente stratégie a comme objectif de limiter ces entraînements de sédiments, de nutriments et de polluants pour protéger les cours d'eau et les sols, garantissant de meilleures conditions pour la production agricole.

Afin de rendre le secteur agricole plus résilient face aux effets du changement climatique et assurer une production alimentaire répondant à la demande des citoyens, une adaptation des méthodes de production est également nécessaire afin de s'adapter aux conséquences du changement climatique, mais aussi pour aider les agriculteurs à atteindre l'objectif de zéro émission nette de GES en 2050, comme le prévoit la loi luxembourgeoise sur le climat, ainsi que pour atteindre d'autres objectifs de développement durable, en particulier ceux relatifs à la biodiversité. L'étude « Sustainable farming strategies for mixed crop-livestock farms in Luxembourg simulated with a hybrid agent-based and life-cycle assessment model »⁷⁹ montre qu'une réduction de 1,6 à 1,3 unité de bétail par hectare (UGB/ha), avec une diversification de la production agricole, est économiquement viable dans les dix prochaines années, tout en réduisant l'eutrophisation de l'eau douce d'environ 25 %. Actuellement, selon les chiffres d'EUROSTAT, la moyenne nationale luxembourgeoise est proche de 1,2 UGB/ha.

Un changement doit être soutenu par la promotion de la recherche agronomique et en développant des outils techniques et de prise de décision adaptés aux enjeux liés au changement climatique (p.ex. stress thermique du bétail, résistance des cultures au stress hydrique, réduction des intrants, mesures anti-érosives, réduction des émissions de gaz à effet de serre, promouvoir la diversification des cultures, etc.), tout en prenant en compte les autres problématiques environnementales, économiques et sociales auxquelles le secteur doit faire face (perte de biodiversité, sécurité alimentaire, rémunération et compétitivité du secteur).

Des nouvelles formes d'exploitation ou de nouvelles cultures peuvent également être une réponse aux défis posés par le changement climatique tout en garantissant d'une part une production alimentaire

⁷⁹ <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652622053331>

suffisante et d'autre part des revenus décents pour les agriculteurs. La diversification de la production prendra de nouvelles dimensions et devrait être analysée à partir de nouveaux points de vue, contraintes ou avantages comparatifs.

La gestion des risques devrait davantage attirer l'attention dans la gestion d'entreprise face à l'évolution difficilement prévisible des conditions de production. Le recours possible à des couvertures d'assurances couvrant les pertes de revenu liées à des aléas climatiques, à des ravageurs ou à des nouvelles maladies animales et végétales ainsi que leur impact sur la compétitivité des entreprises est à suivre de très près.

Un focus supplémentaire doit être porté sur l'évolution des maladies et ravageurs des cultures végétales ainsi que le développement des espèces invasives. Des méthodes de cultures adaptées sont à rechercher. Le bien-être animal prendra une nouvelle dimension, que ce soit dans les étables ou au pâturage. Les projections jusqu'en 2050, dans le cadre d'un changement climatique montrent une augmentation moyenne de 9,6 % de la taille des zones endémiques pour les maladies zoonotiques/vectorielles dans le monde avec des expansions communes à travers les continents et les groupes d'agents pathogènes prioritaires. Dans l'ensemble, diverses études suggèrent que le changement climatique va probablement exacerber le risque de maladies animales. L'impact du changement climatique sur les maladies zoonotiques/transmissibles par vecteur constitue une menace importante.

Le changement climatique peut provoquer, renforcer ou modifier l'apparition et l'intensité de certaines maladies et l'établissement d'espèces exotiques envahissantes nuisibles à la santé des animaux et des hommes. Ainsi, il est nécessaire de considérer la dimension « One Health » à travers toute la chaîne alimentaire, depuis la conception et la gestion des bassins de rétention d'eau, les différentes étapes de production, jusqu'à la distribution et le stockage des denrées alimentaires, afin de garantir la santé et le bien-être des écosystèmes, animaux et populations humaines. La gestion de la qualité de l'eau, et le contrôle des maladies zoonotiques constituent ainsi des soucis majeurs à cet effet.

En tant que gestionnaires de la moitié de notre territoire, les agriculteurs ont également un grand potentiel pour contribuer à accroître la résilience face au changement climatique dans d'autres domaines. L'intensification des pratiques agricoles et l'uniformisation du parcellaire agricole est notamment l'une des causes principales, du déclin de la biodiversité et de la dégradation des écosystèmes. Une extension de la surface agricole correspondant à des particularités topographiques à haute diversité biologique est primordiale afin d'augmenter les services écosystémiques, en considérant la fragmentation du paysage et le manque de connectivité écologique au Luxembourg. De même, l'agriculture est un des secteurs

impactant le plus les ressources en eau du moins pour le volet qualitatif. Sachant qu'un écosystème en bon état pourra mieux supporter les effets du changement climatique, l'agriculture peut contribuer à accroître la résilience et l'adaptation aux effets du changement climatique de ces secteurs en adoptant des pratiques plus durables tout en assurant le but primaire de producteur de denrées alimentaires saines. Une biodiversité équilibrée et des écosystèmes sains contribueront à leur tour à une agriculture plus résiliente, car la biodiversité et les écosystèmes sains constituent un point de départ indispensable qui permet aux agriculteurs de fournir des denrées alimentaires sûres, durables, nutritives et abordables à la société luxembourgeoise, et leur procurent des revenus pour pouvoir développer leurs activités. La gestion des espaces naturels et la fourniture des services écosystémiques pourront aussi contribuer à procurer des revenus aux agriculteurs.

3.3.14 Biodiversité et écosystèmes



Le changement climatique, l'appauvrissement de la biodiversité, l'effondrement des écosystèmes ainsi que des services écosystémiques figurent parmi les principales menaces auxquelles l'humanité devra faire face au cours de la décennie à venir. Ils mettent en péril les fondements de notre économie et on anticipe que les coûts de l'inaction, déjà élevés, vont continuer à augmenter. La crise de la biodiversité et la crise climatique sont intrinsèquement liées⁸⁰. Le changement climatique, à travers les sécheresses, les inondations et les incendies, dérègle les cycles biologiques accélère la destruction du monde naturel. Inversement, la détérioration de la nature et son exploitation non durable sont des facteurs clés du changement climatique. Mais, tout comme ces crises sont liées, les solutions pour y remédier le sont aussi. La nature est un allié vital dans la lutte contre le changement climatique. La nature régule le climat, et les solutions fondées sur la nature, telles que la protection et la restauration des zones humides, ou encore la gestion durable des forêts, des prairies et des sols en général seront essentielles pour la réduction des émissions et l'adaptation au changement climatique. La protection et plantation d'arbres et le déploiement d'infrastructures vertes et bleues aideront à rafraîchir les zones urbaines et à atténuer les conséquences des catastrophes naturelles. Les écosystèmes nous fournissent des biens et services nécessaires à notre bien-être et à notre développement et peuvent nous protéger contre les menaces climatiques. Les solutions fondées sur la nature sont dès lors des outils très efficaces en matière de mitigation et d'adaptation face au changement climatique, ce sont des mesures qui généralement sont plus avantageuses d'un point de vue économique et elles présentent de multiples bénéfices indirects. La protection de la nature n'est dès lors pas une fin en soi, mais en protégeant les écosystèmes, nous

⁸⁰ Pörtner, H.-O. et al. *Scientific outcome of the IPBES-IPCC co-sponsored workshop on biodiversity and climate change.*

contribuons en premier lieu à protéger les activités humaines, tout en soutenant une production agricole durable.

Les mesures de protection de la biodiversité auront dès lors un impact positif en matière d'adaptation aux effets du changement climatique. L'implémentation des mesures inscrites au PNPN contribuera d'une part à atteindre les objectifs de mitigation ainsi que les objectifs d'adaptation aux effets du changement climatique d'autre part. Au niveau local, la mise en œuvre du Pacte Nature, visant à promouvoir l'engagement en faveur de la protection de la nature au niveau communal, contribuera également à une meilleure adaptation des communes face aux effets du changement climatique. Le Pacte Nature joue donc un important rôle de « relais » entre les objectifs fixés au niveau national par la présente stratégie d'adaptation d'un côté, et les mesures concrètes mises en place au niveau local par les communes de l'autre côté.

Avec le changement climatique, la protection de la biodiversité est d'autant plus indispensable. D'une part, le changement climatique impactera de nombreuses espèces, par exemple les insectes pollinisateurs qui sont moins bien synchronisés avec la floraison des plantes. A cela s'ajoute que les événements climatiques extrêmes dus au changement climatique fragilisent les populations locales et favorisent certaines espèces exotiques, plus aptes à faire face à ce stress. Ces espèces exotiques envahissantes profitent, aux dépens des espèces autochtones, des changements pour s'établir et encore mieux se répandre, que ce soit suite à des événements extrêmes, ou à des hivers de plus en plus doux.

Les zones humides seront particulièrement affectées par la hausse des températures et les variations de précipitations projetées dans les scénarios climatiques futures. Or, les écosystèmes des zones humides sont les piliers de la biodiversité car 40 % de toutes les espèces vivent ou se reproduisent dans les zones humides⁸¹ à l'échelle mondiale. A cette même échelle, ils représentent également nos systèmes de survie, nous fournissant de l'eau, de la nourriture, une protection contre les inondations, les sécheresses et les tempêtes et les moyens de subsistance pour plus d'un milliard de personnes. Or, au Luxembourg et en Europe, plus de 80% des zones humides ont été détruites au cours du dernier siècle. Leur restauration est donc essentielle pour protéger les espèces végétales et animales, mais également pour protéger les activités humaines face au risque croissant de sécheresses et d'inondations.

Sachant que la hausse des températures se fera davantage ressentir dans les zones urbaines et péri-urbaines, il sera nécessaire de profiter des bienfaits offerts par les écosystèmes contribuant à atténuer les

⁸¹ <https://www.iucn.org/news/water/202001/call-ambitious-global-biodiversity-framework-world-wetlands-day-2020>

canicules. Maintenir un sol en bonne santé et fonctionnel en milieu urbain, afin qu'il puisse contribuer d'une part à bien absorber les eaux de pluie et qui d'autre part permet la croissance de la végétation, semble essentiel d'un point de vue de l'adaptation aux effets du changement climatique. Le maintien et la création de nouveaux espaces verts urbains et du couvert boisé urbain, qu'il s'agisse des parcs, des rangées d'arbres le long des rues, des boisements et pelouses, des toitures ou façades végétalisées ou des bassins de rétention naturels, contribueront à rendre les espaces urbains et péri-urbains plus résilients en réduisant la pollution atmosphérique, aquatique et sonore, en offrant une protection contre les inondations et en atténuant les sécheresses et les canicules. La création de ces espaces verts urbains devra être accompagnée de plans de maillage écologique urbain plus larges menées à l'échelle communale. Pour soutenir et inspirer les communes en matière de végétalisation de l'espace urbain, un guide sur l'aménagement d'espaces verts proches de l'état naturel en milieu urbain a été publié en 2023 par l'administration de la nature et des forêts⁸².

L'appauvrissement de la biodiversité aquatique ainsi que la renaturation des cours d'eau en tant que solution de lutte sont des éléments traités dans les chapitres relatifs à l'eau.

⁸² https://environnement.public.lu/fr/publications/conserv_nature/2023/amenagement-espaces-verts.html

3.3.15 Coopération régionale et internationale



Bien que l'adaptation au changement climatique doive se faire au niveau local, il est clair que les effets du changement climatique et des conditions météorologiques extrêmes ne s'arrêtent pas aux frontières.

Au niveau international, le Luxembourg est fortement engagé dans de nombreuses conventions internationales en matière de climat ou étroitement liées au climat (notamment dans les domaines de l'eau, de la santé, de la désertification et de la biodiversité) et s'engage également, dans le financement climatique international pour accroître les flux financiers vers les projets d'adaptation. L'adaptation aux effets indésirables du changement climatique y est de plus en plus thématifiée et devient de plus en plus urgente, vus les impacts observés partout sur la planète. En soutenant ces accords internationaux, le Luxembourg poursuivra son engagement en faveur d'institutions multilatérales et contribuera à la mise en œuvre des objectifs de développement durable (ODD) des Nations unies. Par ailleurs, la Coopération luxembourgeoise prévoit de continuer à mettre en œuvre sa Stratégie Environnement et Changement climatique⁸³ à 2030 dans le cadre de sa stratégie générale « En route vers 2030 » visant la mise en œuvre de l'Agenda 2030. Elle soutient également la priorisation de l'adaptation dans le cadre du financement climatique international additionnel à l'APD.

L'adaptation au changement climatique joue également un rôle au niveau régional. Depuis 2014, elle fait notamment l'objet d'une coopération Benelux avec l'organisation d'échanges, de groupes de travail ou de conférences sur l'adaptation au changement climatique. L'adaptation au changement climatique engendre en effet de nombreux défis et effets simultanés et transfrontaliers. Une approche efficace de l'adaptation au changement climatique requiert dès lors également une coopération régionale entre pays

⁸³ <https://cooperation.gouvernement.lu/fr/publications/brochure-livre/minist-affaires-etrangees-europeennes/dir-cooperation-action-humanitaire/strategies-et-orientation/strategie-environnement-climatique.html>

limitrophes. Une concertation transfrontalière régulière est nécessaire pour disposer d'un cadre plus robuste sur les enjeux de l'adaptation au changement climatique et de la réduction des risques de catastrophe. La Grande-Région peut dès lors également être un important niveau de coopération, vu qu'il existe d'ores et déjà une coopération renforcée avec les pays frontaliers en matière des services de secours. Ainsi, lors des récentes catastrophes liées à des phénomènes naturelles, les services de secours ont été en contact étroit et se sont livrés main forte en cas de besoin, comme par exemple lors de la tornade à Pétange et Käerjeng en 2019, ou encore lors des inondations en 2016⁸⁴, 2018⁸⁵, 2021⁸⁶ et 2024⁸⁷. La coopération du CGDIS avec ses homologues de la Grande-Région concerne également les formations, la préparation d'interventions ainsi que les échanges réguliers d'information. Renforcer la coopération et les moyens d'action en cas de crise peut être bénéfique pour les différents acteurs.

Il pourrait être également nécessaire de renforcer les mesures visant à faire face aux menaces sanitaires transfrontalières importantes. L'UE prend déjà des mesures pour lutter contre les effets du changement climatique sur les maladies infectieuses. Ces mesures sont prises dans le cadre d'initiatives politiques telles que EU4Health⁸⁸. En outre, l'OMS et différents services de la Commission et agences de l'UE veillent à se préparer et à réagir de manière adéquate à d'éventuelles épidémies. Les récentes révision du règlement sanitaire international, le futur accord pandémique qui sera finalisé en décembre 2024 et la directive européenne 2022/2371 imposent une meilleure prévention, surveillance et réponse épidémique et face aux menaces sanitaires en général, y compris celles causées directement par le changement climatique. Les zoonoses constituent aujourd'hui la menace pandémique la plus vraisemblable, que ce soient les infections respiratoires sévères ou les maladies à transmission vectorielles. Les systèmes de surveillance des maladies sensibles au climat devront être renforcés dans une approche « One Health ». Il convient d'envisager des actions pertinentes, telles que des programmes de lutte contre les vecteurs et les maladies infectieuses (y compris des programmes de vaccination lorsque des vaccins existent), l'élaboration et la mise en œuvre de plans d'action sanitaires et des mesures de résilience adaptées aux besoins régionaux.

Enfin, la coopération internationale ne concerne pas uniquement le niveau national, mais peut également être bénéfique au niveau local avec l'échange entre communautés locales. La plateforme européenne

⁸⁴ Inondations suite à des pluies torrentielles dans la vallée de l'Ernz

⁸⁵ Inondations suite à des pluies torrentielles dans le Mullerthal et à Greiveldange

⁸⁶ Inondations au Luxembourg, en Rhénanie-Palatinat et en Wallonie

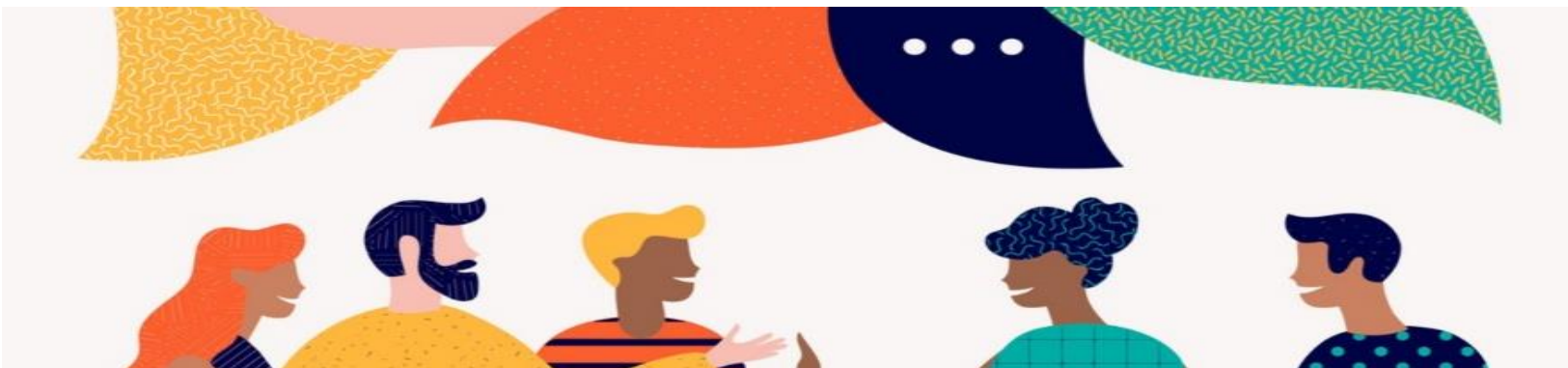
⁸⁷ Inondations au Luxembourg, dans la Sarre et dans le Département de la Moselle

⁸⁸ <https://eu4health.eu/>

d'adaptation au changement climatique Climate-ADAPT⁸⁹ est un partenariat entre la Commission européenne et l'Agence européenne pour l'environnement visant à aider l'Europe à s'adapter au changement climatique en partageant des données et des informations liées au changement climatique. La plate-forme comprend une base de données contenant des informations vérifiées de qualité qui peuvent être facilement recherchées. La mise en réseau entre les autorités locales est promue par l'Agence européenne pour l'environnement, et l'objectif de la stratégie d'adaptation aux effets du changement climatique est d'encourager les communes luxembourgeoises à adhérer aux différents programmes mis en place au niveau européen.

⁸⁹ https://climate-adapt.eea.europa.eu/fr/about/index_html

3.3.16 Education, Communication et Sensibilisation



La mise en place de mesures d'adaptation nécessite en premier lieu qu'il y ait une connaissance des risques et des enjeux climatiques. La communication, l'information, la sensibilisation et l'éducation au développement durable constituent dès lors des aspects cruciaux dans le processus d'adaptation afin de pouvoir gérer les impacts du changement climatique, renforcer la capacité d'adaptation et réduire la vulnérabilité globale. Néanmoins, toutes les parties prenantes ne sont pas conscientes et informées de leur vulnérabilité et des mesures qu'elles peuvent prendre pour s'adapter de manière proactive au changement climatique. La sensibilisation du public est importante pour accroître l'enthousiasme et le soutien, stimuler l'auto-mobilisation et l'action, et mobiliser les connaissances et les ressources locales. La sensibilisation des acteurs politiques est importante, car les décideurs et les responsables politiques sont des acteurs clés du processus d'adaptation. La sensibilisation nécessite des stratégies de communication efficace pour atteindre le résultat souhaité.

Un élément clé pour la communication et la sensibilisation est celui de la responsabilisation intergénérationnelle. Il est de notre responsabilité d'agir aujourd'hui pour laisser un champ d'action aux générations futures.

Les campagnes de sensibilisation peuvent s'adresser à des groupes de personnes dans une région touchée par une menace climatique particulière, à des groupes de parties prenantes, au grand public, etc. La sensibilisation et l'éducation au développement durable dans les écoles est particulièrement importante. L'objectif ultime de ces campagnes est de parvenir à des changements de comportement et de priorisation durables à long terme. La sensibilisation vise à faire en sorte que tous les acteurs concernés comprennent les conséquences liées au changement climatique et prennent des mesures pour y répondre. Pour mesurer son impact, il est indispensable de fixer des objectifs et des indicateurs de

mesure, ainsi qu'un processus de suivi et évaluation. Plusieurs moyens de communication sont peuvent être mobilisés : diffusion de documents imprimés et digitaux ; organisation de réunions publiques et de formations ; consultations professionnelles ; la communication et l'information par le biais des médias sociaux et de masse ; utilisation de réseaux informels pour la diffusion de l'information.

La stratégie d'adaptation aux effets du changement climatique a comme objectif de mieux informer et sensibiliser la population dans son ensemble, les décideurs politiques ainsi que tous les secteurs politiques afin que les mesures d'adaptation soient mises en place de façon transversale.

3.4 Evaluation des progrès

3.4.1 Calendrier de mise en œuvre

Conformément à l'article 12 de la loi modifiée du 15 décembre 2020 relative au climat, le Gouvernement en conseil établit une stratégie d'adaptation aux effets du changement climatique tous les dix ans avec une actualisation tous les cinq ans. Une révision de la stratégie tous les cinq ans permettra d'une part de mettre à jour le document stratégique en fonction des nouvelles connaissances scientifiques en matière de changement climatique et permettra également de mettre en place un cadre de suivi de la mise en œuvre des mesures prévues dans la stratégie d'adaptation aux effets du changement climatique. Cette révision à mi-parcours permettra d'identifier les secteurs où des efforts supplémentaires doivent être réalisés pour implémenter les mesures prévues par la présente stratégie.

La stratégie d'adaptation aux effets du changement climatique aura dès lors un calendrier de mise en œuvre de 2025 à 2035, avec une révision à mi-parcours en 2030.

3.4.2 Monitoring et système d'évaluation

Afin de pouvoir évaluer la mise en œuvre du plan d'actions, la définition d'objectifs clairs et chiffrables pour chaque mesure est indispensable. Chaque mesure de la stratégie d'adaptation aux effets du changement climatique contient un objectif suffisamment ambitieux et mesurable, avec un ou plusieurs indicateurs permettant de suivre l'état de progression de la mesure.

En tant que ministère chargé de la mise en place d'une stratégie d'adaptation aux effets du changement climatique, le Ministère de l'Environnement, du Climat et de la Biodiversité évaluera le « suivi de la mise en œuvre » du plan d'action sur base des informations reçues par les autres ministères et administrations concernés. Cette évaluation permettra de constater si les mesures définies dans le plan d'action ont été réalisées ou non. On parle aussi de « Output monitoring ». Sur base du suivi de la mise en œuvre, un rapport de l'état d'avancement des mesures pourra régulièrement être publié.

A cette analyse sur l'implémentation des mesures, il existe également la possibilité « d'évaluer les impacts » réels de l'implémentation de la mesure. On parle aussi de « Outcome monitoring ». Savoir si la mesure a eu l'impact attendu, est plus difficilement réalisable. L'évaluation qualitative des mesures nécessite l'avis d'experts. De même, il est possible que l'impact attendu n'ait pas été atteint en raison

d'autres facteurs ou qu'il soit nécessaire d'avoir plus de temps de recul pour pouvoir constater les effets d'une mesure.

Le rapport de suivi sera établi tous les 5 ans et constitue la base pour une éventuelle mise à jour de la stratégie d'adaptation au changement climatique, tel que défini par la loi relative au climat. L'évaluation des impacts aura lieu tous les 10 ans, lors de l'élaboration d'un nouveau projet de stratégie d'adaptation.

4. Les mesures à mettre en œuvre : Plan d'action sectoriel

4.1 Gestion des crises et des catastrophes naturelles

4.1.1	Identification et recensement des ressources et matériels disponibles sur le territoire national nécessaires en cas de crises ou catastrophes
4.1.2	Mise en place de plans locaux de résilience
4.1.3	Mise en place de plans de résilience pour les infrastructures critiques
4.1.4	Etablir un système national de détection rapide des incendies
4.1.5	Etablir un réseau de points de secours
4.1.6	Mise à jour régulière des plans d'intervention d'urgence en prenant en compte les connaissances liées au changement climatique
4.1.7	Mise en place d'un cadre national pour la reconnaissance de catastrophes naturelles
4.1.8	Mise en place d'une structure en charge des « services climatiques »
4.1.9	Renforcer les capacités opérationnelles d'intervention lors d'inondations

4.1.1 Identification et recensement des ressources et matériels disponibles sur le territoire national nécessaires en cas de crises ou catastrophes

Objectif de la mesure : Avoir un aperçu de la répartition des équipements nécessaire pour intervenir plus rapidement et plus efficacement en cas d'urgence.

Indicateur de suivi : Création d'une base de données

Description de la mesure : Lors d'un événement climatique extrêmes, et particulièrement lors d'un événement d'une très grande ampleur, les services de secours sont mobilisés sur tous les fronts. En fonction de l'évènement, les besoins en matériel peuvent être importants. Que ce soit de l'équipement de protection face aux inondations (sacs de sable, pompes), du matériel pour reloger la population dans des abris de secours provisoires, des équipements techniques pour approvisionner les communes en eau ou en combustible, moyens de communication, etc. Outre le matériel dont dispose le CGDIS, les communes et les syndicats de communes peuvent être en possession de ce type de matériel. La stratégie d'adaptation propose d'identifier et de recenser les ressources et matériels disponibles sur le territoire national nécessaires en cas de crises ou catastrophes. La réalisation de cette mesure sera effectuée par le Ministère des Affaires intérieures dans le cadre du groupe de travail « Résilient Gemengen » mis en place au sein de la plateforme nationale pour la réduction des risques de catastrophe.

Autorité responsable : Ministère des Affaires intérieures et Communes

Lien avec d'autres mesures : 4.1.4 (Plans d'intervention d'urgence)

4.1.2 Mise en place de plans locaux de résilience

Objectif de la mesure : Améliorer la résilience des communes grâce aux plans.

Indicateur de suivi : Nombre de communes ayant adopté un tel plan (100 % des communes avec un plan local de résilience d'ici 2035)

Description de la mesure : L'anticipation d'événements imprévus est la meilleure façon d'accroître sa résilience et de préparer la gestion de crise. Alors que les prévisions climatiques indiquent l'augmentation probable d'événements extrêmes dus, notamment, aux changements climatiques, il est nécessaire de réfléchir aux réponses qu'une collectivité peut apporter. Les plans locaux de résilience ont pour but d'instaurer une organisation fonctionnelle en cas de crises ou catastrophes auprès des communes en tenant compte de la notion de la réduction des risques de catastrophe (« Disaster Risk Reduction »). Les communes jouent un rôle important dans la protection de la population et des infrastructures communales. En adoptant des plans locaux de résilience, les communes peuvent identifier en amont certains scénarios et mesures y relatives, permettant d'agir rapidement en cas de crises ou catastrophes.

Autorité responsable : Communes (suivi Ministère des Affaires intérieures)

Lien avec d'autres mesures : 4.3.4 (Plan risque inondation), 4.6.1 (Pacte Nature), 4.6.2 (Stratégie d'adaptation locale), 4.14.3 (Plans de maillage verts), 4.15.3 (Climate Adapt)

4.1.3 Mise en place de plans de résilience pour les infrastructures critiques

Objectif de la mesure : Améliorer la résilience des infrastructures critiques grâce aux plans. (100 % des infrastructures critiques avec un plan local de résilience d'ici 2035)

Indicateur de suivi : Nombre d'infrastructures critiques ayant adopté un tel plan

Description de la mesure : Le Parlement européen a adopté en 2022 une nouvelle législation pour mieux protéger les infrastructures essentielles de l'Union européenne⁹⁰. La législation renforce les conditions requises pour mener l'évaluation des risques et le signalement d'acteurs considérés comme essentiels. Les États membres devront adopter des stratégies nationales de résilience pour ces infrastructures. Placé sous la responsabilité du HCPN, l'implémentation de ces objectifs joue un rôle crucial en matière d'adaptation aux effets du changement climatique. La stratégie d'adaptation a comme objectif de

⁹⁰ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32022L2557>

soutenir les missions du HCPN et d'accélérer la réalisation du plan de résilience par les différents acteurs visés par la directive.

Autorité responsable : Ministère d'État / Haut-Commissariat à la protection nationale

Lien avec d'autres mesures : 4.8.2 (Vulnérabilité réseau de transport)

4.1.4 Etablir un système national de détection rapide des incendies

Objectif de la mesure : Détection plus rapide des départs de feux permettant de limiter les dégâts.

Indicateur de suivi : utilisation de nouvelles technologies pour la détection de départ de feux.

Description de la mesure : Avec les effets du changement climatique, le risque de feux de végétation et de forêt augmente progressivement au Luxembourg. Comme l'efficacité de la lutte contre les incendies dépend de la rapidité d'intervention, il est important de mettre en place un système de détection rapide des incendies et d'avoir des procédures de réponse en place. Un projet européen est par exemple actuellement en cours (FORFIRE)⁹¹ en vue de détecter les feux de forêts à l'aide de caméras sensibles aux flammes. Ceci permet de détecter automatiquement les feux de forêts et d'intervenir plus rapidement. Un tel dispositif pourrait éventuellement être utile pour les espaces particulièrement sensibles (par exemple autour du lac de la Haute-Sûre).

Autorité responsable : Ministère des Affaires intérieures / Corps grand-ducal d'incendie et de secours

Lien avec d'autres mesures : 4.3.6 (Plan Sécheresse), 4.12.3 (Stratégie risque d'incendie)

4.1.5 Etablir un réseau de points de secours

Objectif de la mesure : Avertissements plus rapide des secours

Indicateur de suivi : Mise en place du réseau de points de secours

Description de la mesure : Afin de pouvoir rapidement contacter les secours et d'orienter les interventions, le réseau de points de secours (panneaux facilement reconnaissables, placés à des endroits remarquables et à des croisements de chemins) sont en cours d'installation par le CGDIS. Equipé d'un numéro, chaque panneau permet aux services de secours de déterminer l'emplacement exact et d'engager rapidement les mesures de sauvetage correspondantes. Bien que principalement conçus pour venir en aide à des personnes blessées

⁹¹ <https://cordis.europa.eu/article/id/92393-forest-fire-detection-with-flamesensitive-cameras/fr>

dans des lieux isolés, le réseau de points de secours peut également servir d'aide lors d'incendies de forêt grâce à la facilité d'accès aux engins d'intervention. Ce réseau est à développer au Luxembourg, tout en veillant à ne pas davantage impacter la forêt, d'où la nécessité de le mettre en place en collaboration avec l'Administration de la nature et des forêts

Autorité responsable : Corps grand-ducal d'incendie et de secours, Administration de la nature et des forêts, Ministère de l'Economie (DG Tourisme)

Lien avec d'autres mesures : 4.1.4 (Détection de feux), 4.3.6 (Plan Sécheresse), 4.12.3 (Stratégie risque d'incendie)

4.1.6 Mise à jour régulière des plans d'intervention d'urgence en prenant en compte les connaissances liées au changement climatique

Objectif de la mesure : Rendre les plans plus efficaces en y intégrant les nouvelles informations et les retours d'expérience.

Indicateur de suivi : Mises à jour (si nécessaire) des plans d'intervention d'urgence et plans gouvernementaux

Description de la mesure : Les plans d'intervention d'urgence (PIU) et plans gouvernementaux définissent l'action du gouvernement en cas de crise, c'est-à-dire tout évènement qui, par sa nature ou ses effets, porte préjudice aux intérêts vitaux ou aux besoins essentiels de tout ou partie du pays ou de la population, qui requiert des décisions urgentes et qui exige une coordination au niveau national des actions du Gouvernement, des administrations, des services et organismes relevant des pouvoirs publics, et, si besoin en est, également au niveau international. L'objectif de ces plans est de mettre en place les mesures d'anticipation, d'établir les procédures d'alerte et de communication ainsi que de définir les mesures de gestion de crise. Le portail www.infocrise.lu, qui regroupe les versions publiques des différents PIU, a pour finalité d'informer, de sensibiliser et de préparer au préalable la population à une éventuelle situation de crise. En effet, la gestion d'une éventuelle crise peut impliquer toute la population, et une bonne connaissance des plans et des comportements à adopter par la population ainsi que des mesures de protection prises par les autorités facilitent la gestion d'une crise. Vue que les connaissances scientifiques sur les effets du changement climatique évoluent, il est important de régulièrement évaluer si une mise à jour des plans est nécessaire. Certains nouveaux risques peuvent également apparaître en raison du changement climatique, d'où l'importance de régulièrement mettre à jour les plans.

Autorité responsable : Ministère d'État / Haut-Commissariat à la protection nationale

Lien avec d'autres mesures : 4.1.5 (Recensement matériel disponible), 4.3.4 (Plan risque inondation)

4.1.7 Mise en place d'un cadre national pour la reconnaissance de catastrophes naturelles

Objectif de la mesure : Clarifier la situation concernant les événements météorologiques extrêmes et faciliter la prise de décision du Gouvernement.

Indicateur de suivi : Adoption d'un cadre légal avec l'élaboration de critères justifiant la reconnaissance de la qualité de catastrophe naturelle

Description de la mesure : L'Agence européenne pour l'environnement définit une catastrophe naturelle comme « changement violent, soudain et destructif de l'environnement sans que cet événement n'ait été causé par l'activité humaine, dû à des phénomènes tels que les inondations, les tremblements de terre, des feux ou des ouragans »⁹². Or, au Luxembourg, il n'y a pas de cadre légal définissant la classification de « catastrophes naturelles ». Lors des inondations de 2021, l'État luxembourgeois est intervenu afin de réparer les dommages causés par certaines tempêtes et inondations. Il y a dès lors lieu de fixer des critères afin de déterminer si un événement est catégorisé comme catastrophe naturelle. La présente mesure propose de mener à bien les travaux initiés en 2022, avec la mise en place d'un groupe de travail interministériel chargé de mener des échanges en vue de l'élaboration d'un cadre légal.

Autorité responsable : Ministère d'État

Lien avec d'autres mesures : 4.1.1 (Système détection incendies), 4.3.1 (Renaturations)

4.1.8 Mise en place d'une structure en charge des « services climatiques »

Objectif de la mesure : Regrouper les connaissances climatiques afin de mieux pouvoir rendre des services climatiques à la population et aux acteurs du tissu socio-économique.

Indicateur de suivi : Mise en place d'une structure en charge des « services climatiques »

Description de la mesure : Au Luxembourg, plusieurs ministères et administrations œuvrent dans des domaines liés au changement climatique. Que ce soit en matière de prévision des crues (MECB/AGE), de collecte de données météorologiques pour le secteur agricole (AgriMeteo) ou les missions de service météorologie nationale (Meteolux), chaque entité contribue à la collecte de données et à leur communication vers le citoyen. Bien que la coopération entre les différents services soit en place, il n'y a pas de lieu centralisé où toutes les informations sont regroupées et disséminées de manière ciblée et adaptées aux besoins d'information spécifiques des différentes parties prenantes. La stratégie d'adaptation propose de renforcer les synergies existantes en vue de mieux

⁹² <https://www.eea.europa.eu/help/glossary/semide-emwis-theseauris/natural-catastrophe>

informer les parties concernées des risques climatiques. En collaboration avec d'autres acteurs du milieu de la recherche (Uni.Lu et/ou LIST), le Luxembourg pourrait se doter d'une structure « nationale des services climatiques ». A terme, une telle coopération pourrait également servir de référence en matière de risques transfrontaliers et placer le Luxembourg au centre de la gestion des données climatiques.

Autorité responsable : Ministère de l'Environnement, du Climat et de la Biodiversité

Lien avec d'autres mesures : 4.3.2 (Informations inondations)

4.1.9 Renforcer les capacités opérationnelles d'intervention lors d'inondations

Objectif de la mesure : Garantir le haut niveau d'intervention du CGDIS lors des inondations et pluies torrentielles

Indicateur de suivi : Mise en application des mesures inscrites dans le PNOS

Description de la mesure : Avec les effets du changement climatique, la fréquence et de l'intensité des inondations et des pluies torrentielles va augmenter ce qui rendra les interventions plus fréquentes. Outre le risque pour la sécurité physique de la population, les inondations généralisées sont susceptibles d'affecter la vie économique et les activités humaines pendant plusieurs jours. Il est nécessaire que le CGDIS puisse maintenir sa capacité à garantir la couverture opérationnelle du pays et que la réponse opérationnelle fournie par le CGDIS ne soit pas entravée par l'ampleur croissante des événements météorologiques extrêmes. Le renforcement des effectifs d'officiers et de sous-officiers, l'amélioration des délais de traitement des alertes, l'amélioration des délais de départ, le renforcement de la chaîne de commandement et de la chaîne médicale ou encore le renforcement des groupes d'interventions spécialisés sont quelques-unes des mesures énumérées par le Plan National d'Organisation des Secours (PNOS)⁹³ permettant de renforcer les capacités opérationnelles du CGDIS.

Autorité responsable : Ministère des Affaires intérieures, Corps grand-ducal d'incendie et de secours

Lien avec d'autres mesures : 4.3.2 (Informations inondations), 4.3.4 (Plan communaux inondations)

⁹³ <https://maint.gouvernement.lu/dam-assets/publications/guide-manuel/PNOS-Synthese-final.pdf>

4.2 Santé humaine

4.2.1	Collecte de données en temps réel des urgences hospitalières pour détecter des pathologies liées à la chaleur
4.2.2	Prévention des maladies non transmissibles liées au réchauffement climatique
4.2.3	Surveillance des maladies transmissibles sensibles au climat suivant une approche « One Health »
4.2.4	Digitalisation des systèmes de surveillance de maladie transmissible existant pour une réponse rapide
4.2.5	Améliorer la transparence des informations et l'engagement de la communauté
4.2.6	Digitalisation et amélioration du plan canicule
4.2.7	Encourager la recherche sur les effets du réchauffement climatique sur la santé humaine
4.2.8	Contrôles de la qualité de l'air dans les crèches et les écoles

4.2.1 Collecte de données en temps réel des urgences hospitalières pour détecter des pathologies liées à la chaleur

Objectif de la mesure : : Identification rapide des cas de maladies liées à la chaleur afin de mettre en place des interventions précoces pour éviter des complications graves et réduire la mortalité.

Indicateur de suivi : étudeSystème en place pour tous les hôpitaux.

Description de la mesure : L'objectif principal de cette approche est de garantir une détection précoce et une surveillance efficace des maladies infectieuses et des pathologies liées à la chaleur au sein de la communauté. Cela inclut l'identification rapide des épidémies, telles que les coups de chaleur et les épuisements par la chaleur, ainsi que d'autres affections résultant de températures élevées. Une intervention rapide et des mesures appropriées peuvent ainsi être mises en place. Pour ce faire, il est essentiel d'établir un système de surveillance en temps réel, capable de suivre en continu les admissions aux urgences, les symptômes et les diagnostics. Ce système doit permettre de détecter des modèles inhabituels qui pourraient indiquer une potentielle épidémie de maladies infectieuses ou des effets liés aux vagues de chaleur. De plus, il est crucial de fournir aux autorités sanitaires des données complètes et actualisées sur la prévalence et la propagation des maladies infectieuses, ainsi que sur les impacts des vagues de chaleur. Cela facilitera une prise de décision éclairée et une allocation efficace des ressources. La collaboration et le partage d'informations constituent également des éléments clés de cette stratégie. Il est impératif de favoriser les partenariats entre hôpitaux, agences de santé publique et institutions de recherche, afin de faciliter l'échange de données, de meilleures pratiques et d'analyses épidémiologiques. Ce renforcement des

réseaux de surveillance au niveau régional et national est essentiel pour une réponse coordonnée. Enfin, cette approche vise à renforcer les capacités des professionnels de la santé en leur fournissant les formations et les ressources nécessaires pour une surveillance, un diagnostic et une gestion efficaces des maladies liées au réchauffement climatique. Cette approche intégrée garantira une meilleure préparation et une réponse adaptée aux défis posés par le changement climatique sur la santé humaine. Autorité responsable : Ministère de la Santé et de la Sécurité sociale / Direction de la Santé, Division de l'Inspection Sanitaire

Lien avec d'autres mesures : 4.2 (Santé)

4.2.2 Prévention des maladies non transmissibles liées au réchauffement climatique

Objectif de la mesure : réduire l'exposition de la population aux agents cancérigènes et polluants intérieurs, dont l'impact est aggravé par le réchauffement climatique.

Indicateur de suivi : Nombre d'utilisateurs de l'application mobile, nombre de demandes d'analyses de pollution intérieure, Réalisation d'une étude

Description de la mesure : Cette mesure s'appuie sur les recommandations faites suite au PNC1 pour mieux informer la population et les professionnels de la construction sur les polluants intérieurs et pour soutenir la surveillance et la réduction de ces agents dans les environnements privés et publics. Elle inclut le développement d'une application mobile permettant aux citoyens de repérer les principaux agents cancérigènes dans leur environnement intérieur et de recevoir des recommandations spécifiques. En parallèle, des campagnes multisectorielles de sensibilisation seraient menées, ciblant le grand public ainsi que les professionnels de la santé et du bâtiment, pour diffuser les connaissances sur les risques de la pollution intérieure, les comportements de prévention, et les impacts du réchauffement climatique. Un fonds d'État est également envisagé pour financer les analyses de pollution sur ordonnance médicale et la prise en charge des frais de remédiation pour les foyers présentant des risques avérés pour la santé.

Autorité responsable : Ministère de la Santé et de la Sécurité sociale / Direction de la santé, Service Santé environnementale et plan cancer

Lien avec d'autres mesures : 4.2 (Santé)

4.2.3 Surveillance des maladies transmissibles sensibles au climat suivant une approche « One Health »

Objectif de la mesure : améliorer la détection, la prévention et la gestion des maladies infectieuses qui sont influencées par des facteurs environnementaux et climatiques en intégrant la santé humaine, la santé animale et la santé environnementale

Indicateur de suivi : plateforme d'échange One Health, surveillance des maladies zoonotiques et à transmission vectorielle, aquatique et alimentaires en collaboration avec les différents secteurs.

Description de la mesure : Pour améliorer la gestion des maladies d'origine alimentaire, hydrique, vectorielle et zoonotique, il est essentiel de renforcer les capacités de diagnostic, de notification et de réponse face à leur détection. Une priorité consistera à intensifier la surveillance régulière des agents pathogènes des maladies infectieuses dans l'eau. Un réseau sentinelle pour les tiques sera également mis en place pour mieux évaluer les risques associés à ces vecteurs.

En parallèle, un effort sera fait pour cartographier, identifier et intégrer les sources de données existantes, y compris celles concernant l'environnement et les comportements, afin de compléter les informations sur la santé humaine. Cette démarche nécessitera des partenariats solides entre les ministères de la santé, de l'agriculture, de l'environnement et d'autres parties prenantes clés pour coordonner efficacement les efforts de surveillance et de réponse.

Une plateforme de communication en ligne sécurisée sera créée pour permettre un partage confidentiel des informations et retours d'expérience liés à des événements de santé publique potentiels avec des parties prenantes spécifiques. De plus, des programmes d'éducation seront développés pour sensibiliser les populations et les professionnels de la santé aux risques des maladies transmissibles sensibles au climat et à l'importance de l'approche One Health.

Enfin, la formation des professionnels de la santé, des vétérinaires et des écologistes sur les interactions entre la santé humaine, animale et environnementale constituera un pilier fondamental de cette stratégie, pour une réponse intégrée et efficace face aux défis que posent ces maladies.

Autorité responsable : Ministère de la Santé et de la Sécurité sociale / Direction de la Santé, Division de l'Inspection Sanitaire

Lien avec d'autres mesures :

4.2.4 Digitalisation des systèmes de surveillance de maladie transmissible existant pour une réponse rapide

Objectif de la mesure : améliorer l'interopérabilité du système de surveillance existant pour faciliter la surveillance des maladies transmissibles, en intégrant des données environnementales et vectorielles

Indicateur de suivi : système de surveillance SORMAS (Surveillance Outbreak Response Management and Analysis System) en place et fonctionnel.

Description de la mesure : L'amélioration des capacités d'interopérabilité de SORMAS repose sur la mise en œuvre des lignes directrices de l'OMS en matière d'interopérabilité des systèmes informatiques, en conformité avec les normes de données de santé publique. Dans ce cadre, des améliorations seront apportées au module de connexion des laboratoires, afin de traiter efficacement les résultats de laboratoire et les notifications des médecins sur les maladies à déclaration obligatoire.

Le renforcement de la communication avec les patients sera essentiel, avec le développement de questionnaires épidémiologiques numériques intégrés à SORMAS pour la surveillance des maladies infectieuses. Les données structurées issues de ces questionnaires seront également intégrées pour enrichir le système. De plus, la transmission sécurisée de documents tels que les ordonnances et les recommandations sera facilitée, afin de simplifier la collecte de données d'enquête épidémiologique auprès des cas et contacts concernés.

L'intégration d'un module environnemental dans SORMAS, dans le cadre d'une approche One Health, constituera un autre aspect central de cette initiative.

Enfin, l'automatisation de l'extraction de données permettra de fluidifier le reporting vers les organisations internationales, optimisant ainsi la communication des informations de santé publique.

Autorité responsable : Ministère de la Santé et de la Sécurité sociale / Direction de la Santé, Division de l'Inspection Sanitaire

Lien avec d'autres mesures :

4.2.5 Améliorer la transparence des informations et l'engagement de la communauté

Objectif de la mesure : visualisation et diffusion des données de surveillance des maladies infectieuses pour le grand public ou les professionnels de la santé par des tableaux de bords.

Indicateur de suivi : Tableaux de bords en place.

Description de la mesure : La démarche vise à collecter et analyser les données relatives aux maladies infectieuses pour permettre la création de tableaux de bord interactifs, offrant une visualisation claire et en temps réel. De plus, un outil d'alerte automatisé sera mis en place pour détecter et signaler toute augmentation inhabituelle du nombre de cas, afin de garantir une réaction rapide et coordonnée des autorités sanitaires.

Autorité responsable : Ministère de la Santé et de la Sécurité sociale / Direction de la Santé, Division de l'Inspection Sanitaire

Lien avec d'autres mesures :

4.2.6 Digitalisation et amélioration du plan canicule

Objectif de la mesure : protéger les personnes de plus de 75 ans, fragiles et isolées, en leur offrant un soutien adapté pendant les vagues de chaleur

Indicateur de suivi : Plateforme numérique des inscrits, nombre de personnes inscrites, nombre de visites réalisées

Description de la mesure : La digitalisation du plan canicule vise à moderniser et améliorer le processus d'enregistrement et de suivi des personnes vulnérables. Par cette mesure, un registre centralisé sera mis en place pour inscrire et suivre les personnes de plus de 75 ans vivant seules, ainsi que d'autres groupes vulnérables. Cette initiative comprend la création d'une plateforme numérique sécurisée qui permettrait aux à l'InSa et aux professionnels de la santé d'enregistrer facilement les personnes concernées et de signaler tout besoin d'intervention. La digitalisation améliorera également l'accès aux informations pour les soignants et permettra d'automatiser les alertes en cas de besoin d'intervention urgente, optimisant ainsi le suivi médical et l'accès rapide aux ressources nécessaires, notamment pendant les périodes de canicule. L'implication des communes doit être étroite pour la réussite de cette mesure.

Autorité responsable : Ministère de la Santé et de la Sécurité sociale / Direction de la Santé, Division de l'Inspection Sanitaire

Lien avec d'autres mesures : 4.2.1 (Collecte de données), 4.2.2 (Prévention maladie changement climatique)

4.2.7 Encourager la recherche sur les effets du réchauffement climatique sur la santé humaine

Objectif de la mesure : promouvoir des recherches qui examinent les impacts du réchauffement climatique sur la santé humaine. Cela inclut l'identification des maladies potentielles liées aux changements environnementaux, ainsi que l'évaluation des risques et des vulnérabilités de différentes populations face à ces changements.

Indicateur de suivi : Nombres de projets de recherches, publications scientifiques, collaborations interdisciplinaires

Description de la mesure : Des groupes de travail réunissant chercheurs, institutions académiques et organismes gouvernementaux seront formés pour promouvoir une approche interdisciplinaire et collaborative. Des financements nationaux et internationaux seront recherchés pour soutenir des projets de recherche ciblant les impacts sanitaires du réchauffement climatique, y compris les maladies infectieuses, les troubles respiratoires et les effets sur la santé mentale. En complément, des conférences et symposiums rassembleront chercheurs, décideurs et praticiens pour échanger des connaissances, des résultats de recherche et des pratiques exemplaires sur les effets du changement climatique sur la santé. La publication et la diffusion des résultats de recherche seront encouragées tant dans les revues scientifiques que dans les forums publics afin d'accroître la sensibilisation aux risques sanitaires liés au réchauffement climatique. Enfin, des programmes de formation seront mis en place pour renforcer les compétences des chercheurs dans l'étude des interactions entre changement climatique et santé, avec un accent particulier sur l'analyse de données, la modélisation climatique et l'épidémiologie.

Autorité responsable : Ministère de la Santé et de la Sécurité sociale / Direction de la Santé

Lien avec d'autres mesures :

4.2.8 Contrôles de la qualité de l'air dans les crèches et les écoles

Objectif de la mesure : Améliorer la qualité de l'air dans les établissements

Indicateur de suivi : Définition de mesures

Description de la mesure : Projet en cours par le service santé environnementale de la Direction de la Santé visant à surveiller la qualité de l'air dans les établissements accueillant des enfants. Des mesures sont ensuite proposées pour le cas échéant améliorer la qualité de l'air

Autorité responsable : Ministère de la Santé et de la Sécurité sociale / Direction de la Santé, Santé Environnementale

Lien avec d'autres mesures : 4.2.5 (Transparence des informations)

4.3 Eau

4.3.1	Renaturation de cours d'eau et amélioration de la situation face au risque d'inondation
4.3.2	Améliorer l'information concernant l'impact des inondations
4.3.3	Publication d'un cadastre des zones de rétention
4.3.4	Inciter les communes à mettre en place des plans de gestion des risques d'inondation et des crues subites à l'échelle communale
4.3.5	Adopter une stratégie pour la sécurisation de l'approvisionnement en eau potable
4.3.6	Mettre en place un plan de gestion sécheresse
4.3.7	Sensibiliser tous les acteurs en faveur d'économies d'eau et assurer une meilleure efficacité de l'utilisation de l'eau
4.3.8	Protéger les eaux servant et/ou destinées comme ressources pour la consommation humaine
4.3.9	Favoriser et développer la réutilisation d'eau à des fins non-potables
4.3.10	Mettre en place des mesures favorisant l'infiltration naturelle des eaux de pluie
4.3.11	Equiper les stations d'épuration d'un quatrième niveau de traitement et réutiliser les ressources issues du traitement des eaux usées
4.3.12	Rétablissement et protection de conditions hydrologiques et d'un bilan hydrique équilibré proche de l'état naturel
4.3.13	Prise en compte des aspects du changement climatique dans la législation « EAU »
4.3.14	Publication d'un guide technique sur la « ville éponge »
4.3.15	Introduction de subvention pour la protection des cours d'eau (« Klimabonus-Baach »)

4.3.1 Renaturation de cours d'eau et amélioration de la situation face au risque d'inondation

Objectif de la mesure : Renforcer la résilience des cours d'eau face aux événements météorologiques extrêmes.

Indicateur de suivi : Longueur de cours d'eau renaturés (100 km de cours d'eau renaturés d'ici 2035)

Description de la mesure : La renaturation d'un cours d'eau consiste à lui redonner les caractéristiques proches de son état naturel en restaurant ses fonctions écologiques et hydrologiques. Un cours d'eau restauré permet à sa faune aquatique de mieux supporter les impacts du changement climatique en limitant le réchauffement de l'eau et en donnant des refuges aux espèces lors des périodes de sécheresse. En recréant des espaces le long des cours d'eau sur lesquels l'eau peut s'étendre, les renaturations peuvent également améliorer la situation face au risque d'inondation. La mise en place de cette mesure contribue également à la réalisation de l'initiative européenne « free flowing rivers », qui fixe l'objectif de rendre à nouveau le libre écoulement d'au moins 25 000 km de rivières d'ici 2030, en supprimant les barrières pour la plupart obsolètes et en restaurant les plaines inondables et les zones humides.

Autorité responsable : Ministère de l'Environnement, du Climat et de la Biodiversité / Administration de la gestion de l'eau & Communes

Lien avec d'autres mesures : 4.3.2 (Informations inondations), 4.3.3 (Zones rétention), 4.3.4 (Plan risque inondation), 4.6.1 (Pacte Nature), 4.6.2 (Stratégie d'adaptation locale), 4.13.3 (Bandes de protection agricole), 4.14.4 (Zones humides), 4.15.5 (Klimabonus-Mouer)

4.3.2 Améliorer l'information concernant l'impact des inondations

Objectif de la mesure : Mieux informer la population permet de réduire les risques et d'augmenter le consentement de la société pour la mise en place de mesures.

Indicateur de suivi : Production de cartes et diffusion des informations pour la sensibilisation de la population

Description de la mesure : Les cartes des zones inondables et les cartes des risques d'inondation constituent un élément principal de la gestion des risques d'inondation. Ces cartes permettent de prendre en compte les risques lors de la planification de l'urbanisation et ainsi prévenir les dommages et minimiser les risques humains et matériels. Les cartes des zones inondables représentent pour des crues de différents temps de retour (10 ans, 100 ans, extrême) la zone d'expansion de crue et le niveau d'eau y afférant, alors que les cartes des risques d'inondation représentent les différentes utilisations touchées par les différentes crues. Le site « inondations.lu » met à disposition de façon permanente les niveaux d'eau mesurés et les prévisions des cours d'eau du Luxembourg, ainsi que des informations supplémentaires pendant les phases d'alerte en cas de crues. Actuellement, le site permet de visualiser le niveau d'eau mesuré aux stations limnométriques ainsi que la prévision pour les heures suivantes. Or, le niveau d'eau à la station ne renseigne pas sur une potentielle inondation chez soi. Savoir à partir de quelle hauteur d'eau sa maison sera impactée améliorerait la préparation de la population. Une visualisation dynamique des cartes des zones inondables pourrait améliorer l'information envers la population et permettrait ainsi une meilleure anticipation et protection en cas d'inondation.

Autorité responsable : Ministère de l'Environnement, du Climat et de la Biodiversité / Administration de la gestion de l'eau

Lien avec d'autres mesures : 4.2.3 (Plateforme One Health), 4.3.1 (Renaturations), 4.3.3 (Zones rétention), 4.3.4 (Plan risque inondation), 4.6.1 (Pacte Nature), 4.6.2 (Stratégie d'adaptation locale), 4.13.3 (Bandes de protection agricole), 4.14.4 (Zones humides), 4.15.5 (Klimabonus-Mouer), 4.16.1 (Sensibilisation à l'adaptation)

4.3.3 Publication d'un cadastre des zones de rétention

Objectif de la mesure : Le recensement des zones de rétention permet de mieux anticiper les mesures de protection.

Indicateur de suivi : Publication d'un document

Description de la mesure : Afin d'améliorer et d'augmenter les capacités de rétention des eaux en cas d'averses importantes et réduire le risque d'inondation, il est important que l'eau puisse s'étendre à des endroits où cela ne crée pas de danger pour la population. Des zones de rétention naturelles peuvent être remobilisées ou créées le long des cours d'eau. La publication d'un tel cadastre avec la définition de mesures à mettre en œuvre, contribuera à améliorer la protection de la population face au risque d'inondations.

Autorité responsable : Ministère de l'Environnement, du Climat et de la Biodiversité / Administration de la gestion de l'eau

Lien avec d'autres mesures : 4.3.1 (Renaturations), 4.3.2 (Informations inondations), 4.3.4 (Plan risque inondation), 4.3.10. (Infiltration eau pluie), 4.6.1 (Pacte Nature), 4.6.2 (Stratégie d'adaptation locale)

4.3.4 Mise en place des plans de gestion des risques d'inondation et des crues subites à l'échelle communale

Objectif de la mesure : Améliorer la résilience des communes grâce aux plans.

Indicateur de suivi : Nombre de communes ayant adopté un tel plan (100 % des communes avec un plan de gestion « eau » d'ici 2035)

Description de la mesure : Les plans de gestion des districts hydrographiques du Rhin et de la Meuse, ainsi que le plan de gestion des risques d'inondation publiés pour le territoire du Grand-Duché de Luxembourg, contiennent de nombreuses mesures à mettre en œuvre sur le territoire des communes. L'implémentation de ces mesures contribue d'une part à la réalisation des directives eau (2000/60/CE et 2007/60/CE), mais est également essentielle pour l'atteinte des objectifs d'adaptation face aux effets du changement climatique. Afin de faciliter la réalisation des mesures inscrites dans ces deux plans, il est indispensable que les communes se dotent d'un plan stratégique dressant les étapes à mettre en œuvre pour réaliser ces objectifs.

Autorité responsable : Communes (suivi Ministère de l'Environnement, du Climat et de la Biodiversité)

Lien avec d'autres mesures : 4.1.2 (Plan local résilience), 4.2.3 (Plateforme One Health), 4.3.1 (Renaturations), 4.3.3 (Zones rétention), 4.3.4 (Plan risque inondation), 4.3.10. (Infiltration eau pluie), 4.5.2 (Verdissement espace public), 4.6.1 (Pacte Nature), 4.6.2 (Stratégie d'adaptation locale), 4.13.3 (Bandes de protection agricole), 4.14.4 (Zones humides), 4.15.5 (Klimabonus-Mouer), 4.16.1 (Sensibilisation à l'adaptation)

4.3.5 Adopter une stratégie pour la sécurisation de l'approvisionnement en eau potable

Objectif de la mesure : Mieux informer les décideurs politiques et la population en vue de planifier et de mettre en œuvre les mesures nécessaires pour garantir la sécurisation de l'approvisionnement en eau potable.

Indicateur de suivi : Adoption d'une stratégie par le Gouvernement en Conseil

Description de la mesure : En raison du développement démographique et économique du pays, la demande en eau potable est en constante augmentation. Pour éviter de futures pénuries et assurer la sécurisation de l'approvisionnement en eau potable à long terme, il est nécessaire de mettre en place une stratégie basée sur 3 piliers interconnectés : 1. Protéger les ressources existantes, 2. Economiser l'eau ; et 3. Utiliser de nouvelles ressources. Afin que cette stratégie puisse être systématiquement mise en œuvre à tous les niveaux et domaines politiques, l'adoption par le Gouvernement est nécessaire.

Autorité responsable : Ministère de l'Environnement, du Climat et de la Biodiversité / Administration de la gestion de l'eau

Lien avec d'autres mesures : 4.3.6 (Plan Sécheresse), 4.3.7 (Economies d'eau), 4.3.8 (Protection eau potable), 4.3.9 (Réutilisation d'eau), 4.3.10. (Infiltration eau pluie), 4.7.2 (Standard récupération eau)

4.3.6 Mettre en place un plan de gestion sécheresse

Objectif de la mesure : Mieux informer les décideurs politiques et la population en vue de planifier et de mettre en œuvre les mesures nécessaires pour réduire le risque et l'impact des sécheresses.

Indicateur de suivi : Publication d'un plan de gestion sécheresse avec des mesures à adopter

Description de la mesure : Avec le changement climatique et les effets résultant de la hausse des températures ainsi que de la modification des précipitations, les répercussions pour la gestion de l'eau vont augmenter à l'avenir. Les sécheresses vont d'une part impacter les cours d'eau, avec des débits très faibles voire l'assèchement

de ruisseaux en été, ce qui impactera les espèces aquatiques. D'autre part, les sécheresses vont représenter un défi important pour la sécurisation de l'alimentation en eau potable. Le plan de gestion sécheresse doit prendre en compte les différents aspects liés à l'eau. Ce plan de gestion doit notamment prendre en compte la notion d'écoulement écologique (« e-flow »), mettre en place un système d'information sur les étiages ainsi que d'une stratégie globale pour leur gestion, mettre en place un système de surveillance en temps réel des prélèvements d'eau, etc. L'information et la sensibilisation de la population sont primordiales. La dissémination des informations telles que le monitoring des étiages des CIPMS et des CIPR⁹⁴ ou encore du « European Drought Observatory⁹⁵ » peut notamment contribuer à mieux informer la population en matière de sécheresse.

Autorité responsable : Ministère de l'Environnement, du Climat et de la Biodiversité / Administration de la gestion de l'eau

Lien avec d'autres mesures : 4.1.1 (Système détection incendies), 4.3.5 (Sécurisation eau potable), 4.3.7 (Economies d'eau), 4.3.9 (Réutilisation d'eau), 4.9.5 (Data Center), 4.12.3 (Stratégie risque d'incendie), 4.13.4 (Cultures adaptées), 4.13.5 (Techniques stress hydrique), 4.13.6 (Utilisation raisonnable de l'eau), 4.14.4 (Zones humides)

4.3.7 Sensibiliser tous les acteurs en faveur d'économies d'eau et assurer une meilleure efficacité de l'utilisation de l'eau

Objectif de la mesure : Mieux informer la population permet une meilleure utilisation des ressources et d'augmenter le consentement de la société pour la mise en place de mesures.

Indicateur de suivi : Mise en place de campagnes de sensibilisation régulières, Adaptation du prix de l'eau

Description de la mesure : Afin de garantir la sécurité d'approvisionnement en eau potable au Luxembourg, une stratégie qui repose sur 3 piliers a été mise en place : protéger les ressources existantes, économiser l'eau et extraire de nouvelles ressources. En ce qui concerne l'économie d'eau, des économies de l'ordre de 10 à 17 % par rapport à la consommation actuelle sont possibles. Pour atteindre ces objectifs, il est nécessaire de mener des campagnes de sensibilisation auprès de tous les acteurs concernés. Cette campagne comprendra également la valorisation de l'eau du robinet comme denrée alimentaire, comme par exemple favoriser l'accès à l'eau potable dans des places et bâtiments publics. Enfin, une adaptation du prix de l'eau en fonction

⁹⁴ <https://www.iksr.org/fr/themes/etiage/monitoring-des-etriages>

⁹⁵ <https://edo.jrc.ec.europa.eu/edov2/php/index.php?id=1000>

de la consommation pourrait contribuer à encourager la réutilisation de l'eau à des fins non-potables.

Autorité responsable : Ministère de l'Environnement, du Climat et de la Biodiversité / Administration de la gestion de l'eau

Lien avec d'autres mesures : 4.7.2 (Standard récupération eau), 4.9.4 (Sensibilisation Entreprises), 4.13.4 (Cultures adaptées), 4.13.5 (Techniques stress hydrique), 4.13.6 (Utilisation raisonnable de l'eau), 4.16.1 (Sensibilisation à l'adaptation), 4.16.3 (Education)

4.3.8 Protéger les eaux servant et/ou destinées comme ressources pour la consommation humaine

Objectif de la mesure : Mieux protéger les ressources en eau pour garantir la sécurité d'approvisionnement en eau de la population.

Indicateur de suivi : Mise en place des zones de protection eau potable (100 % des eaux utilisées pour la consommation humaine avec une zone de protection ainsi que la mise en place d'un régime d'aide pour des mesures agricoles visant à réduire le lessivage de nutriments et de produits phytopharmaceutiques d'ici 2035)

Description de la mesure : Afin de garantir la sécurité d'approvisionnement en eau potable au Luxembourg, une stratégie qui repose sur 3 piliers a été mise en place : protéger les ressources existantes, économiser l'eau et extraire de nouvelles ressources. Afin de protéger efficacement les eaux utilisées pour la consommation humaine, il est nécessaire de délimiter des zones de protection et de mettre en œuvre des programmes de mesures autour de tous les captages d'eau potable. La protection des eaux souterraines ne doit pas se limiter aux eaux souterraines actuellement utilisées pour la consommation humaine. Certains captages sont en effet hors d'usage à cause d'une pollution, or il est primordial de mettre en place des zones de protection autour de ces captages afin de pouvoir à nouveau les utiliser à moyen terme. De même, des zones de protection sont à prévoir pour les réserves d'eau d'intérêt national telles que définies à l'article 45 de la loi modifiée du 19 décembre 2008 relative l'eau.

Autorité responsable : Ministère de l'Environnement, du Climat et de la Biodiversité / Administration de la gestion de l'eau

Lien avec d'autres mesures : 4.3.5 (Sécurisation eau potable), 4.6.1 (Pacte Nature), 4.13.2 (Erosion agricole), 4.13.3 (Bandes de protection agricole), 4.13.12 (Conseil agricole intégré), 4.14.2 (Zones protégées)

4.3.9 Favoriser et développer la réutilisation d'eau à des fins non-potables

Objectif de la mesure : Garantir une utilisation plus rationnelle de l'eau et ainsi contribuer à sécuriser l'approvisionnement en eau potable de la population.

Indicateur de suivi : Adaptation de la réglementation actuelle (récupération de l'eau de pluie) / Mise en place d'un régime d'aide (autres solutions alternatives) / Adaptation du prix de l'eau / Mise en place de projets pilotes pour le stockage d'eau à des fins d'irrigation

Description de la mesure : L'installation d'un dispositif destiné à substituer l'eau potable par de l'eau de pluie ou encore la récupération des eaux grises vise à contribuer à une gestion durable des ressources en eau en promouvant l'utilisation de ces solutions alternatives à des fins domestiques autres que la consommation humaine ou les soins corporels, notamment l'alimentation des WC en eau de chasse, le nettoyage, le lavage et l'arrosage. La récupération de l'eau de pluie est également importante pour les autorités communales, qui peuvent y avoir recours pour l'arrosage de leurs espaces verts. Cette solution peut également être appliquée dans le domaine industriel, comme par exemple l'usinage de pièces mécanique, découpage de pièces en verre, réserve d'incendie, refroidissement, nettoyage, arrosage et lavage de véhicules. Pour la mise en place, dans un logement ou dans un ensemble de logements, d'une installation de collecte des eaux de pluie, les particuliers peuvent bénéficier d'une aide financière de l'Etat. Cette mesure vise à sensibiliser davantage la population quant à l'existence de cette mesure et éventuellement d'adapter le régime aides actuellement en place pour la récupération d'eau de pluie⁹⁶ pour le rendre plus attractive (p.ex. : volume de stockage, utilisation pour l'arrosage, augmentation du subside, éligibilité pour les entreprises, etc.). A côté de ce régime existant pour les eaux de pluies, il serait également judicieux de mettre en place des financements visant à soutenir la réutilisation des eaux grises, tout en prenant compte des risques infectieux potentiels. Enfin, une adaptation du prix de l'eau en fonction de la consommation pourrait contribuer à encourager la réutilisation de l'eau à des fins non-potables. Dans le but de réduire la consommation d'eau potable et en même temps accroître la résilience du secteur horticole, viticole et agricole, il y a lieu de mettre en place des projets pilotes pour l'utilisation d'eau de pluie ainsi que l'installation de bassins de stockage d'eau. Des réservoirs de stockage d'eau, qui peuvent être remplis pendant l'hiver ou lors de fortes précipitations, ainsi que des aménagements de récupération d'eau de pluie à partir de surfaces scellées sur des zones d'activités, peuvent contribuer à cet objectif. Il est néanmoins important d'éviter une maladaptation en causant potentiellement des préjudices aux cours d'eau caractérisés par de petits bassins versants et ayant un faible débit.

⁹⁶ Règlement grand-ducal du 14 mai 2003 concernant l'allocation d'une aide budgétaire aux particuliers pour la mise en place d'une installation de collecte des eaux de pluie. <https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/rgd/2003/05/14/n2/jo>

Autorité responsable : Ministère de l'Environnement, du Climat et de la Biodiversité / Administration de la gestion de l'eau

Lien avec d'autres mesures : 4.2.4 (Surveillance maladies infectieuses), 4.7.2 (Standard récupération eau), 4.9.4 (Sensibilisation Entreprises), 4.13.4 (Cultures adaptées), 4.13.5 (Techniques stress hydrique), 4.13.6 (Utilisation raisonnable de l'eau)

4.3.10 Mettre en place des projets de descellement favorisant l'infiltration naturelle des eaux de pluie

Objectif de la mesure : Favoriser l'infiltration de l'eau de pluie et réduire le ruissellement de surface afin de contribuer à la lutte face aux inondations.

Indicateur de suivi : Soutenir des projets de descellement, Mise en place de programmes de subvention

Description de la mesure : Outre la nécessité de réduire progressivement l'artificialisation du sol, il est également nécessaire de desceller les surfaces artificialisées. Le descellement des surfaces scellées en milieu urbain permet à l'eau de s'infiltrer dans le sol et d'y être stockée au lieu de s'écouler et ainsi de mieux protéger les personnes et les infrastructures contre les inondations. Le concept de développement urbain sensible à l'eau ("ville éponge") vise à changer le paradigme de la planification urbaine. Avec plus d'espaces verts et moins de surfaces imperméables, les villes doivent être conçues de manière à pouvoir stocker l'eau et à mieux s'adapter à la crise climatique. L'évacuation rapide de l'eau de pluie vers les égouts doit être évitée. A cela s'ajoute que le verdissement de ces surfaces permet de limiter ce réchauffement et contribue à lutter contre les îlots de chaleurs. L'objectif de cette mesure est de mener à bien des projets de descellement du sol pour permettre l'infiltration de l'eau. Les projets de descellement doivent également prendre en compte la problématique des sols pollués en milieu urbain.

Autorité responsable : Communes (suivi Ministère de l'Environnement, du Climat et de la Biodiversité)

Lien avec d'autres mesures : 4.1.2 (Plan local résilience), 4.3.1 (Renaturations), 4.3.3 (Zones rétention), 4.3.4 (Plan risque inondation), 4.4.3 (Verdissement cours d'écoles), 4.5.2 (Verdissement espace public), 4.5.3 (Régime descellement), 4.5.4 (Plantation d'arbres), 4.6.1 (Pacte Nature), 4.6.2 (Stratégie d'adaptation locale), 4.6.4 (Recueil d'idées PAG), 4.7.5 (PAP vert), 4.11.4 (Carte descellement), 4.14.3 (Plans de maillage verts)

4.3.11 Equiper les stations d'épuration d'un quatrième niveau de traitement et réutiliser les ressources issues du traitement des eaux usées

Objectif de la mesure : Mieux protéger les cours d'eau face à la pollution ponctuelle et renforcer la résilience des cours d'eau face au changement climatique.

Indicateur de suivi : Equiper les stations d'épurations avec un quatrième niveau de traitement (50 % des eaux usées traitées avec un quatrième niveau de traitement jusqu'en 2045)

Description de la mesure : Situé à proximité de la ligne de partage des eaux du bassin versant du Rhin et de celui de la Meuse, le territoire luxembourgeois est caractérisé par la présence de cours d'eau de petite taille, présentant de faibles débits. L'impact potentiel de polluants est dès lors plus grand, ce qui nécessite un traitement efficace des eaux résiduaires urbaines. Afin de mieux protéger les cours d'eau, et ceci particulièrement en été où le débit dans les cours d'eau est très faible, il est important d'équiper les principales stations d'épuration d'un quatrième niveau de traitement afin de limiter au maximum l'impact des stations d'épuration sur la qualité de l'eau. Cette 4^{ième} étape permettra de diminuer les micropolluants et ainsi améliorer la qualité des eaux rejetées par une station d'épuration. Ceci engendre par conséquent une meilleure qualité des eaux de surface.

Lors de la conception de tels projets, il convient également d'évaluer la possibilité d'utiliser l'eau pour l'irrigation des cultures horticoles/ viticoles ou des espaces publics tels que les terrains de sport.

Autorité responsable : Communes (suivi Ministère de l'Environnement, du Climat et de la Biodiversité)

Lien avec d'autres mesures : 4.3.6 (Plan Sécheresse)

4.3.12 Rétablissement et protection de conditions hydrologiques et d'un bilan hydrique équilibré proche de l'état naturel

Objectif de la mesure : Renforcer la résilience des cours d'eau face aux événements météorologiques extrêmes.

Indicateur de suivi : Soutenir le projet de rétablissement et la protection des conditions hydriques naturelles, mise en place des mesures HY WA.01 et HY WA.03 du programme de mesures du plan de gestion

Description de la mesure : À de nombreux endroits, le régime hydrologique et sédimentaire naturel est perturbé par des ouvrages transversaux, par des étangs situés sur le cours

principal ou par des dérivations. Cette mesure vise le rétablissement des conditions hydrologiques proches de l'état naturel en effaçant ou en aménageant les ouvrages transversaux, en supprimant ou en raccourcissant les zones de remous, en éliminant les zones d'eaux calmes dans le cours principal, en renonçant aux dérivations ou en les réduisant pour restaurer un régime hydrologique et de charriage proche de l'état naturel. La régulation du débit (éclusées, déversements et dérivations) par un mode d'exploitation adapté des usines hydroélectriques, la vérification et éventuellement le démantèlement d'ouvrages de déversement, la vérification et la réduction éventuelle des prélèvements d'eau est une autre mesure concrète permettant la restauration du régime hydrologique proche de l'état naturel.

Autorité responsable : Ministère de l'Environnement, du Climat et de la Biodiversité / Administration de la gestion de l'eau & Communes

Lien avec d'autres mesures : 4.3.1 (Renaturations)

4.3.13 Prise en compte des aspects du changement climatique dans la législation « EAU »

Objectif de la mesure : Renforcer la résilience du secteur de l'eau face au changement climatique.

Indicateur de suivi : Révision de la loi modifiée du 19 décembre 2008 relative à l'eau

Description de la mesure : Le changement climatique affectera à brève échéance les ressources hydriques (étiage plus important, baisse des ressources...etc.) et nécessitera des actions rapides de la part des organes compétents, qu'il convient d'ores et déjà de légitimer dans le cadre du champ d'application et des objectifs légaux. Il apparaît dès lors essentiel que la loi modifiée du 19 décembre 2008 relative à l'eau prenne en compte le changement climatique. Il apparaît notamment indispensable de « simplifier » et « flexibiliser » les procédures afin de pouvoir ajuster et répondre plus rapidement et systématiquement à une diminution de la ressource. Il faudra aussi pouvoir légitimer des durées plus brèves dans les autorisations ou des monitorings investigatifs pour s'assurer d'une non surexploitation des ressources.

Autorité responsable : Ministère de l'Environnement, du Climat et de la Biodiversité / Administration de la gestion de l'eau

Lien avec d'autres mesures : 4.2.4 (Surveillance maladies infectieuses),

4.3.14 Publication d'un guide technique sur la « ville éponge »

Objectif de la mesure : Améliorer les connaissances concernant le concept de « ville éponge », permettant par la suite de prendre les mesures adéquates pour renforcer la protection face aux risques d'inondations.

Indicateur de suivi : Publication d'un guide technique sur la « ville éponge »

Description de la mesure : Les villes doivent se prémunir contre les risques climatiques tels que les fortes pluies, la chaleur et la sécheresse. Le principe de la « ville éponge » suit une approche globale et propose des solutions à des conséquences climatiques, telles que les fortes pluies et les vagues de chaleur accompagnées d'une sécheresse persistante. Il s'agit de la capacité d'une ville à absorber un excès d'eau, à stocker cette eau comme une éponge et à la restituer ensuite avec un certain retard par évaporation, infiltration ou après une réutilisation. La « ville éponge » se rapproche ainsi à nouveau d'un cycle naturel de l'eau. Elle offre un grand potentiel pour la transformation des villes dans le respect du climat grâce à des solutions basées sur la nature. Afin de permettre la mise en place de tels projets, il semble important de publier un guide technique pouvant inspirer les communes.

Autorité responsable : Ministère de l'Environnement, du Climat et de la Biodiversité / Administration de la gestion de l'eau

4.3.15 Introduction de subvention pour la protection des cours d'eau (« Klimabonus-Baach »)

Objectif de la mesure : Soutenir la mise en place de mesures de création de bandes enherbées afin de renforcer la résilience des cours d'eau face au changement climatique.

Indicateur de suivi : Mise en place d'un système de subvention pour les propriétaires des terrains longeant les cours d'eau

Description de la mesure : Différents écosystèmes jouent un rôle essentiel pour l'environnement et profitent également à la société. Les cours d'eau présentent un important milieu pour la préservation de l'environnement comme pour la protection face aux inondations. Il est dès lors proposé d'introduire un programme supplémentaire de subventions pour soutenir les propriétaires privés à mettre en œuvre des mesures visant à renforcer la protection de l'environnement sur leur terrain. En soutenant activement les propriétaires de terrains pour la préservation et la création de bandes enherbées le long des cours d'eau, le Gouvernement contribuera à améliorer la protection de cet écosystème.

Autorité responsable : Ministère de l'Environnement, du Climat et de la Biodiversité

4.4 Société

4.4.1	Évaluation des impacts socio-économiques du changement climatique au Luxembourg
4.4.2	Prévoir des aides ciblées en fonction des impacts socio-économiques (« Just adaptation »)
4.4.3	Végétalisation de l'espace public pour limiter l'impact des canicules sur le bien-être de la population
4.4.4	Promouvoir la rénovation énergétique des bâtiments en location

4.4.1 Évaluation des impacts socio-économiques du changement climatique au Luxembourg

Objectif de la mesure : Améliorer les connaissances scientifiques de l'impact du changement climatique sur les aspects sociaux et permettre de mettre en place les mesures adéquates.

Indicateur de suivi : Définir des indicateurs pertinents permettant d'évaluer les impacts socio-économiques du changement climatique sur la population au Luxembourg

Description de la mesure : Le changement climatique n'est pas qu'une question environnementale, mais il s'agit également d'une question sociale, touchant toute la population, mais qui frappe davantage les plus vulnérables. Ces dernières subissent les conséquences du changement climatique notamment à cause d'un accès limité aux ressources nécessaires pour accroître leur résilience. Ainsi, les sans-abris sont souvent les premières victimes des grandes vagues de chaleur et de froid. De même, les personnes défavorisées rencontrent plus de difficultés à accéder aux différentes mesures d'adaptation en raison d'un manque de ressources financières. A cela s'ajoutent les barrières culturelles et/ou linguistiques pour accéder aux informations et outils nécessaires pour s'adapter et faire face aux défis posés par le changement climatique. Evaluer les impacts socio-économiques du changement climatique au Luxembourg permettraient de mettre en place des mesures pour limiter ces inégalités sociales. Afin de pouvoir évaluer les impacts socio-économiques du changement climatique sur la population au Luxembourg, il est nécessaire de définir des indicateurs pertinents (p.ex. par des instituts de recherche) et de relever les données nécessaires auprès de la population (STATEC).

Autorité responsable : Ministère de la Famille, des Solidarités, du Vivre ensemble et de l'Accueil

Lien avec d'autres mesures : 4.4 (Société)

4.4.2 Prévoir des aides ciblées en fonction des impacts socio-économiques (« Just adaptation »)

Objectif de la mesure : Favoriser l'adaptation face au changement climatique auprès des personnes les plus vulnérables.

Indicateur de suivi : Mise en place d'un régime d'aide

Description de la mesure : Les effets du changement climatique touchent la population dans son ensemble mais peuvent particulièrement impacter les couches de population les plus vulnérables, et notamment les plus pauvres. A cela s'ajoute que certaines aides pouvant contribuer à être plus résilient face au changement climatique ne sont pas accessibles à cette population, comme les aides pour la rénovation climatique. Vu que les populations les plus pauvres sont davantage locataires que propriétaires, ces aides ne leur sont pas accessibles. Il est donc important de prévoir des mesures ciblées pour inciter les propriétaires à mieux isoler leurs biens locatifs. Les problèmes sociaux liés à l'adaptation sont dès lors divers et contextuellement spécifiques. Afin que la politique environnementale soit socialement acceptable, et ne génère pas de charges déraisonnables pour les ménages à faibles revenus, la stratégie d'adaptation aux effets du changement climatique a comme objectif de prévoir des aides ciblés en fonction des résultats de l'analyse sur les impacts socio-économiques.

Autorité responsable : Tous les Ministères dans leurs compétences respectives

Lien avec d'autres mesures : 4.7.4 (Rénovation énergétique), 4.4.5 (Promouvoir la rénovation énergétique des bâtiments en location),

4.4.3 Végétalisation de l'espace public pour limiter l'impact des canicules sur le bien-être de la population

Objectif de la mesure : Verdissement de l'espace public pour lutter contre les vagues de chaleur.

Indicateur de suivi : Mise en place projets

Description de la mesure : En décembre 2022, le MECB a lancé l'appel à projets « Méi Natur an eise Stied an Dierfer » qui entendait encourager la mise en place des mesures de verdissements à l'intérieur du tissu urbain. L'objectif de l'appel à projet était de réaménager les places publiques en déminéralisant les surfaces scellées existantes afin de les remplacer principalement par des surfaces enherbées, la plantation d'arbres ou d'arbustes. Afin de continuer à mobiliser les acteurs

locaux à verdir le tissu urbain, ce genre d'appel à projet est à répéter et pour végétaliser l'espace public.

Autorité responsable : Communes (suivi Ministère de l'Environnement, du Climat et de la Biodiversité)

Lien avec d'autres mesures : 4.3.10. (Infiltration eau pluie), 4.5.1 (Programme végétalisation), 4.5.2 (Verdissement espace public), 4.5.4 (Plantation d'arbres), 4.6.1 (Pacte Nature), 4.6.3 (Optimisation aménagement urbain), 4.6.4 (Recueil d'idées PAG), 4.14.3 (Plans de maillage verts)

4.4.4 Promouvoir la rénovation énergétique des bâtiments en location

Objectif de la mesure : Améliorer la résilience des logements face au changement climatique.

Indicateur de suivi : Mettre en place des incitations pour que les propriétaires rénovent les biens en location.

Description de la mesure : Les bâtiments les mieux isolés, sont plus résilients faces aux aléas climatiques extrêmes tel que les canicules. Or, comme les personnes les plus pauvres sont majoritairement locataires, elles n'ont pas accès aux subventions permettant la rénovation énergétique de leur logement. Il est donc nécessaire de prévoir des aides plus sociales et de prévoir des mesures ciblées pour inciter les propriétaires à mieux isoler leurs biens locatifs.

Autorité responsable : Ministère de l'Economie & Ministère de l'Environnement, du Climat et de la Biodiversité

Lien avec d'autres mesures : 4.4.1 (impacts socio-économique), 4.4.2 (Just Adaptation), 4.7.4. (Promouvoir et soutenir la rénovation énergétique des bâtiments), 4.10.5 (Energie renouvelable), 4.16.1 (Sensibilisation à l'adaptation)

4.5 Espaces urbains

4.5.1	Promouvoir et soutenir les projets de végétalisation de l'espace public
4.5.2	Mise en place d'un régime d'aide pour les projets de descellement et de plantation d'arbres
4.5.3	« Tree pledge » : plantation d'arbres
4.5.4	Mise en place d'un régime d'aide pour le verdissement des toits/façades
4.5.5	Cartographie des potentiels de végétalisation des sols urbains
4.5.6	Cartographie du potentiel de végétalisation des toitures

4.5.1 *Promouvoir et soutenir les projets de végétalisation de l'espace public*

Objectif de la mesure : Verdissement de l'espace public pour lutter contre les vagues de chaleur.

Indicateur de suivi : Mise en place de projets de végétalisation, publication d'un guide technique

Description de la mesure : En décembre 2022, le MECB a lancé l'appel à projets « Méi Natur an eise Stied an Dierfer » qui entendait encourager la mise en place des mesures de verdissements à l'intérieur du tissu urbain. L'objectif de l'appel à projet était de réaménager les places publiques ou les cours d'écoles en déminéralisant les surfaces scellées existantes afin de les remplacer principalement par des surfaces enherbées et la plantation d'arbres ou d'arbustes. Cette initiative a été reconduite en 2023 avec l'appel à projets « Méi Natur an eise Schoulhäff ». Afin de continuer à mobiliser les acteurs locaux à verdir le tissu urbain, ce genre d'appel à projet est à répéter. De plus, il semble important de donner des outils aux communes dans l'exécution d'une telle mesure. La publication d'un guide technique pour la plantation d'arbres en milieu urbain devra avoir lieu. Ceci pourra être réalisé dans le cadre du Pacte Nature, qui mettra également à jour la liste des essences non indigènes pour les sites extrêmes en milieu urbain⁹⁷.

Autorité responsable : Communes (suivi Ministère de l'Environnement, du Climat et de la Biodiversité)

Lien avec d'autres mesures : 4.3.3 (Zones rétention), 4.3.10. (Infiltration eau pluie), 4.4.3 (Verdissement cours d'écoles), 4.5.1 (Programme végétalisation), 4.5.3 (Régime descellement), 4.5.4 (Plantation d'arbres), 4.5.5 (Végétaliser façades), 4.5.6 (Carte îlot de chaleur), 4.5.7 (Carte sols urbains), 4.5.8 (Carte toitures), 4.6.1 (Pacte Nature)

⁹⁷ https://www.pactenature.lu/sites/pactenature/files/media-docs/2022-06/Naturpakt_Liste%20B%C3%A4ume%20nicht%20einheimisch.pdf

4.5.2 Mise en place d'un régime d'aide pour les projets de descellement et de plantation d'arbres

Objectif de la mesure : Verdissement de l'espace public pour lutter contre les vagues de chaleur.

Indicateur de suivi : Mise en place d'un régime d'aide, Publication d'un guide technique

Description de la mesure : Dans le but d'accélérer le verdissement du milieu urbain et de guider les communes dans la réalisation de cette mesure, il convient de mettre en place un régime d'aide pour le descellement du sol et la plantation d'arbres en milieu urbain. Grâce à un régime d'aide, les conditions peuvent être fixées quant aux espèces à utiliser, les conditions minimales à respecter concernant les propriétés du sol support de la végétation implantée (propriétés agronomiques, volume de sol accessible...), l'entretien, etc.

Autorité responsable : Ministère de l'Environnement, du Climat et de la Biodiversité

Lien avec d'autres mesures : 4.3.3 (Zones rétention), 4.3.10. (Infiltration eau pluie), 4.4.3 (Verdissement cours d'écoles), 4.5.1 (Programme végétalisation), 4.5.2 (Verdissement espace public), 4.5.4 (Plantation d'arbres), 4.5.5 (Végétaliser façades), 4.5.6 (Carte îlot de chaleur), 4.5.7 (Carte sols urbains), 4.5.8 (Carte toitures), 4.6.1 (Pacte Nature)

4.5.3 « Tree pledge » : plantation d'arbres

Objectif de la mesure : Verdissement de l'espace public pour lutter contre les vagues de chaleur.

Indicateur de suivi : plantation de 1,7 millions d'arbres d'ici 2030 au Luxembourg

Description de la mesure : Dans le cadre du « Green Deal » européen, la stratégie en matière de biodiversité pour 2030 engage l'UE à planter au moins 3 milliards d'arbres supplémentaires dans l'UE d'ici 2030. Les arbres sont un élément clé de la solution pour lutter contre le changement climatique et la perte de biodiversité en milieu urbain et rural. Cette mesure ne concerne pas la plantation d'arbres en forêts, mais dans les zones rurales et urbaines. La plantation d'arbres dans les villes peut être très bénéfique même en plus petit nombre, tandis que la plantation dans les zones rurales peut apporter des synergies supplémentaires lorsqu'elle est associée à l'agroforesterie ou aux caractéristiques du paysage. La mesure de plantation d'arbres doit absolument être accompagnée par un plan d'entretien à long terme.

Autorité responsable : Communes (suivi Ministère de l'Environnement, du Climat et de la Biodiversité)

Lien avec d'autres mesures : 4.3.3 (Zones rétention), 4.3.10. (Infiltration eau pluie), 4.4.3 (Verdissement cours d'écoles), 4.5.1 (Programme végétalisation), 4.5.2 (Verdissement espace public), 4.5.3 (Régime descellement), 4.5.5 (Végétaliser façades), 4.5.6 (Carte îlot de chaleur), 4.5.7 (Carte sols urbains), 4.5.8 (Carte toitures), 4.6.1 (Pacte Nature)

4.5.4 Mise en place d'un régime d'aide pour le verdissement des toits/façades

Objectif de la mesure : Verdissement de l'espace public pour lutter contre les vagues de chaleur.

Indicateur de suivi : Mise en place d'un régime d'aide, Publication d'un guide technique

Description de la mesure : Le verdissement du milieu urbain passe également par le verdissement des toitures et des façades des bâtiments. Le verdissement des toitures permet de mieux retenir l'eau, et contribue dans une certaine mesure à réduire le risque d'inondation en milieu urbain. Se basant sur l'aide financière mise en place par la Ville de Luxembourg⁹⁸, la stratégie d'adaptation propose de mettre en place un régime d'aide pour l'installation de toitures et de façades vertes. Le PNPN3 vise l'objectif d'arrêter la perte nette d'espaces verts urbains et de couvert boisé urbain. Ceci n'est seulement réalisable en prévoyant un maximum de verdissements lors de la réalisation de tout projet de construction (investisseur privé ou publique). *(A noter que le verdissement des toitures peut être en contradiction avec l'objectif d'implantation de panneaux photovoltaïques sur les toitures. En fonction de l'endroit et des conditions d'implémentation, il est dès lors à analyser au cas par cas quelle option est la plus avantageuse).*

Autorité responsable : Ministère de l'Environnement, du Climat et de la Biodiversité

Lien avec d'autres mesures : 4.3.3 (Zones rétention), 4.3.10. (Infiltration eau pluie), 4.5.1 (Programme végétalisation), 4.5.2 (Verdissement espace public), 4.5.8 (Carte toitures), 4.6.1 (Pacte Nature), 4.7.1 (Standard toiture), 4.10.2 (Diversité énergétique), 4.10.8 (Energie renouvelable), 4.10.9 (Prosumer)

4.5.5 Cartographie des potentiels de végétalisation des sols urbains

Objectif de la mesure : Verdissement de l'espace public pour lutter contre les vagues de chaleur.

Indicateur de suivi : Publication d'une carte

Description de la mesure : Le descellement des surfaces urbaines présente de nombreux bénéfices pour l'environnement (eau, biodiversité, sol et air). Une cartographie des potentiels de végétalisation permet de mieux cibler les mesures à mettre en place par les communes sur leur territoire et ainsi maximiser les services écosystémiques de la végétation en milieu urbain. Cette cartographie devra être multifactorielle pour prendre en compte les différents aspects qui impactent le potentiel de végétalisation, comme la qualité agronomique du sol, la présence éventuelle de pollution du sol, la proximité des réseaux et structures

⁹⁸ <https://www.vdl.lu/fr/la-ville/engagements-de-la-ville/actions-environnementales/subventions-attribuable-en-vue-de-la-protection-du-climat/adaptation-au-changement-climatique>

enterrés, le volume disponible aérien (structure aérienne, éclairage public) ou encore la sécurité.

Autorité responsable : Ministère de l'Environnement, du Climat et de la Biodiversité

Lien avec d'autres mesures : 4.2.3 (Plateforme One Health), 4.2.4 (Surveillance maladies infectieuses), 4.3.3 (Zones rétention), 4.3.10. (Infiltration eau pluie), 4.4.3 (Verdissement cours d'écoles), 4.5.1 (Programme végétalisation), 4.5.2 (Verdissement espace public), 4.5.4 (Plantation d'arbres), 4.5.5 (Végétaliser façades)

4.5.6 Cartographie du potentiel de végétalisation des toitures et des façades

Objectif de la mesure : Verdissement de l'espace public pour lutter contre les vagues de chaleur.

Indicateur de suivi : Publication d'une carte

Description de la mesure : Semblable au cadastre solaire, qui identifie de manière cartographique le rayonnement solaire potentiel d'une toiture, la stratégie d'adaptation propose de réaliser une cartographie informant sur le potentiel de verdissement des toitures et des façades.

Autorité responsable : Ministère de l'Environnement, du Climat et de la Biodiversité

Lien avec d'autres mesures : 4.3.3 (Zones rétention), 4.3.10. (Infiltration eau pluie), 4.5.1 (Programme végétalisation), 4.5.2 (Verdissement espace public), 4.5.5 (Végétaliser façades), 4.7.1 (Standard toiture)

4.6 Aménagement du territoire

4.6.1	Encourager un engagement ambitieux pour toutes les communes dans le « Pacte Nature »
4.6.2	Mise en place de stratégies d'adaptation à l'échelle communale
4.6.3	Promotion de l'optimisation climatique dans l'aménagement urbain
4.6.4	Elaborer un recueil avec des idées et des propositions concrètes en faveur du climat pouvant être implémentées par les communes
4.6.5	Cartographier les zones vulnérables aux îlots de chaleur
4.6.6	Mise en place d'une stratégie territoriale nationale pour un territoire décarboné et résilient
4.6.7	Conserver et développer les corridors d'air frais non construits en ville
4.6.8	Gestion efficace des déchets après des événements météorologiques extrêmes
4.6.9	Cartographie des réseaux jaune-vert-bleu

4.6.1 Engagement ambitieux pour toutes les communes dans le « Pacte Nature »

Objectif de la mesure : Améliorer la résilience des communes grâce au Pacte Nature.

Indicateur de suivi : Nombre de communes participant et ayant été certifiées (100 % des communes ayant adhéré au Pacte nature et 66 % avec une certification de base d'ici 2035)

Description de la mesure : Le « Pacte Nature » constitue le cadre de référence législatif, financier, technique et consultatif pour faciliter l'intervention ciblée des communes dans le domaine de la protection de la nature et contre la perte de la biodiversité. En signant le contrat « Pacte Nature », les communes s'engagent à participer sur leur territoire à la mise en œuvre du plan national concernant la protection de la nature, du plan de gestion des districts hydrographiques et de la stratégie d'adaptation aux effets du changement climatique. La participation active de toutes les communes dans le Pacte Nature et leur certification contribuera à l'atteinte d'objectifs d'adaptation aux effets du changement climatique à l'échelle communale.

Autorité responsable : Communes (suivi Ministère de l'Environnement, du Climat et de la Biodiversité)

Lien avec d'autres mesures : 4.3 (eau), 4.5 (espaces urbains), 4.6 (aménagement du territoire), 4.12 (sylviculture et boisements), 4.14 (biodiversité et écosystèmes).

4.6.2 Mise en place de stratégies d'adaptation à l'échelle communale

Objectif de la mesure : Améliorer la résilience des communes face au changement climatique.

Indicateur de suivi : Nombre de communes ayant adopté un tel plan (100 % des communes avec une stratégie d'adaptation en 2030)

Description de la mesure : Afin que l'adaptation aux effets du changement climatique soit mise en œuvre à l'échelle locale, la mesure 1.1.3 du pacte climat concerne la mise en place de concepts d'adaptation aux effets du changement climatique à l'échelle communale. La mesure consiste à identifier et décrire les risques potentiels liés au climat pertinents à l'échelle locale et régionale, fixer des objectifs qualitatifs et quantitatifs en matière d'adaptation et mettre en œuvre une Stratégie et plan d'action pour la commune avec des mesures concrètes pour augmenter la résilience de la commune. Ces stratégies locales peuvent également être élaborées de façon régionale pour plusieurs communes.

Autorité responsable : Communes (suivi Ministère de l'Environnement, du Climat et de la Biodiversité)

Lien avec d'autres mesures : 4.1.2 (Plan local résilience), 4.3.4 (Plan risque inondation), 4.6.1 (Pacte Nature), 4.6.3 (Optimisation aménagement urbain), 4.6.4 (Recueil d'idées PAG), 4.15.3 (Climate Adapt), 4.16.4 (Elus locaux)

4.6.3 Promotion de l'optimisation climatique dans l'aménagement urbain

Objectif de la mesure : Améliorer la résilience des communes face au changement climatique.

Indicateur de suivi : Publication d'un guide pratique permettant aux communes de définir des prescriptions urbanistiques pour l'amélioration du microclimat

Description de la mesure : En ce qui concerne l'aménagement des espaces verts urbains, des adaptations peuvent augmenter significativement l'impact d'une mesure. Un guide de bonne pratique identifiera les erreurs à éviter et les bonnes pratiques à adopter, permettant aux communes de définir des prescriptions urbanistiques pour l'amélioration du microclimat. Les prescriptions légales peuvent garantir que les structures urbaines sont mieux aérées et le microclimat est amélioré. Pour ce faire, il convient d'intégrer des prescriptions et des indications correspondantes dans le Plans d'aménagement généraux, les Plans d'aménagement particuliers et le Règlement-type sur les bâtisses, les voies publiques et les sites. L'aménagement d'îlots verts et de pieds d'arbres avec ou sans bordures et en bas de pentes p.ex. facilite l'approvisionnement des plantations en eau de pluie et la sélection de variétés d'arbres pour la plantation détermine la croissance, la résilience de l'arbre mais aussi la surface ombragée par sa couronne.

Autorité responsable : Communes (suivi Ministère des Affaires intérieures)

Lien avec d'autres mesures : 4.1.2 (Plan local résilience), 4.3.4 (Plan risque inondation), 4.6.1 (Pacte Nature), 4.6.2 (Stratégie d'adaptation locale), 4.6.4 (Recueil d'idées PAG), 4.15.3 (Climate Adapt), 4.16.4 (Elus locaux)

4.6.4 Elaborer un recueil avec des idées et des propositions concrètes en faveur du climat pouvant être implémentées par les communes

Objectif de la mesure : Améliorer le partage d'expérience entre les communes.

Indicateur de suivi : Publication d'un recueil avec des idées de « bonnes pratiques »

Description de la mesure : Les mesures d'adaptation aux effets du changement climatique peuvent prendre de multiples formes, et ceci particulièrement en milieu urbain. Certaines règles urbanistiques contribuent ainsi grandement à ce que le développement urbain contribue activement à une meilleure résilience. Pour cela, il est parfois nécessaire de définir des règles dans les règlements sur les bâtisses ou dans les parties écrites des PAG et des PAP. Afin de soutenir les communes, la présente mesure propose l'élaboration d'un recueil de bonnes pratiques et d'ainsi fournir une synthèse avec des informations utiles et des exemples concrets du point de vue de l'élaboration des politiques locales en matière d'adaptation aux effets du changement climatique. Ce recueil doit comprendre des propositions concrètes à intégrer dans les règlements de bâtisses et/ou des PAG en vue de lutter contre le stress thermique, créer des couloirs d'air frais, favoriser le principe de la ville-éponge, protéger et restaurer la biodiversité, etc.

Autorité responsable : Ministère de l'Environnement, du Climat et de la Biodiversité & Ministère des Affaires intérieures

Lien avec d'autres mesures : 4.1.2 (Plan local résilience), 4.3.4 (Plan risque inondation), 4.3.9 (Réutilisation d'eau), 4.3.10. (Infiltration eau pluie), 4.4.3 (Verdissement cours d'écoles), 4.5.2 (Verdissement espace public), 4.5.4 (Plantation d'arbres), 4.6.1 (Pacte Nature), 4.6.2 (Stratégie d'adaptation locale), 4.6.3 (Optimisation aménagement urbain), 4.6.6 (Corridors d'air), 4.7.5 (PAP vert), 4.14.3 (Plans de maillage verts), 4.16.4 (Elus locaux)

4.6.5 Cartographier les zones vulnérables aux îlots de chaleur

Objectif de la mesure : Améliorer les connaissances scientifiques de l'impact du changement climatique sur les îlots de chaleur, permettant par la suite de prendre les mesures adéquates.

Indicateur de suivi : Publication de cartes actualisées et détaillées sur les régions concentrées d'îlots de chaleur et actualisées et proposition de mesures d'atténuation

Description de la mesure : Dans les centres des grandes villes, certains quartiers sont particulièrement exposés aux îlots de chaleur. Connaître les lieux vulnérables à ce phénomène permet d'appréhender le phénomène et de prendre les mesures adéquates pour s'y adapter. Le rapport et l'analyse climatique de l'administration de

l'environnement « Klimaökologische Situation in Luxemburg » a déjà réalisé la première étape de cette mesure. La présente mesure propose d'actualiser et de produire des cartes plus détaillées pour les régions plus fortement concernées. Il s'agit principalement des agglomérations de la ville du Luxembourg, du Sud et de certaines parties de la Nordstad.

Autorité responsable : Ministère de l'Environnement, du Climat et de la Biodiversité / Administration de l'environnement

Lien avec d'autres mesures : 4.5 (Espaces urbains), 4.6 (Aménagement du territoire)

4.6.6 Mise en place d'une stratégie territoriale nationale pour un territoire décarboné et résilient

Objectif de la mesure : Mieux planifier les mesures à mettre en place et augmenter le consentement de la société pour la mise en place de mesures.

Indicateur de suivi : Implémentation de la stratégie territoriale nationale telle que prévue dans le PDAT

Description de la mesure : Le Programme directeur d'aménagement du territoire (PDAT) est l'un des principaux instruments de la politique d'aménagement du territoire au Grand-Duché de Luxembourg et constitue un cadre pour son développement territorial. Le PDAT vise à améliorer la qualité de vie à travers le développement cohérent, structuré et durable du pays. Parmi les mesures nécessaires en vue d'atteindre les objectifs fixés par le PDAT figure la mise en place de la stratégie territoriale nationale ayant comme objectif d'accroître la résilience du territoire luxembourgeois, permettant ainsi d'avoir les capacités d'anticiper les différentes perturbations – aussi bien brutales et inattendues que lentes et graduelles, induites par le dérèglement climatique ou tout autre type de crise. Cette stratégie se base sur plusieurs objectifs dont les deux premiers jouent un rôle important en matière d'adaptation aux effets du changement climatique. Il s'agit d'orienter le développement aux endroits les plus appropriés et de réduire l'artificialisation du sol pour tendre vers « zéro net » à l'horizon 2050. Cette stratégie permettra également de mieux prendre en compte l'emplacement de futurs équipements publics. L'implémentation consécutive de cette stratégie contribuera grandement à l'adaptation des territoires face aux effets du changement climatique.

Autorité responsable : Ministère du Logement et de l'Aménagement du territoire (en coopération avec le Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et de la Viticulture et le Ministère de l'Environnement, du Climat et de la Biodiversité)

Lien avec d'autres mesures : 4.5 (Espaces urbains), 4.6 (Aménagement du territoire)

4.6.7 Conserver et développer les corridors d'air frais non construits en ville

Objectif de la mesure : Lutter contre les îlots de chaleur en milieu urbain.

Indicateur de suivi : Identifier les corridors d'air frais nécessitant une protection, voire des mesures de déconstruction pour les rétablir

Description de la mesure : Du point de vue de l'urbanisme, l'effet d'îlot de chaleur urbain est déjà prononcé dans certains centres-villes et l'augmentation prévue des périodes de chaleur en plein été représente un défi particulier. Une architecture appropriée ainsi qu'un aménagement urbain et paysager peuvent contribuer à atténuer le réchauffement accru des villes et donc le stress lié à la chaleur. Dans les agglomérations, l'apport d'air frais devrait être garanti par des corridors d'air frais non construits. Cela peut se faire en aménageant des couloirs d'air frais inconstructibles (c'est-à-dire des zones non construites par lesquelles l'air frais de la campagne peut pénétrer librement à l'intérieur de la ville) et des espaces verts extensifs servant d'"îlots de froid". Cette mesure vise également à améliorer l'aération nocturne des milieux urbains, telles que prévu dans les mesures M11 à M14 des recommandations de mesures spécifiques à l'unité spatiale pour le climat urbain au Luxembourg formulées dans le rapport de l'administration de l'environnement « Klimaökologische Situation in Luxemburg ».

Autorité responsable : Communes (suivi Ministère de l'Environnement, du Climat et de la Biodiversité)

Lien avec d'autres mesures : 4.5.2 (Verdissement espace public), 4.5.3 (Régime descelllement), 4.5.4 (Plantation d'arbres), 4.5.5 (Végétaliser façades), 4.5.6 (Carte îlot de chaleur)

4.6.8 Gestion efficace des déchets après des événements météorologiques extrêmes

Objectif de la mesure : Eviter les pollutions en cascade suite à des événements météorologiques extrêmes.

Indicateur de suivi : Elaboration d'un concept pour la mise en œuvre d'une gestion efficace des déchets suite à des événements météorologiques extrêmes

Description de la mesure : Le changement climatique donnera lieu à des événements climatiques extrêmes de plus en plus intenses et de plus en plus fréquents. D'une part, les tempêtes et vents violents risquent de déplacer les déchets et contenants légers et les épandre aux alentours. S'assurer que les déchets soient bien arrimés pour éviter des désagréments est donc nécessaire. D'autre part, les inondations peuvent présenter des risques majeurs en inondant les centres de déchets. Certains polluants peuvent atteindre le milieu naturel et causer de

graves dégâts environnementaux. Afin de réduire ce risque, il est important de limiter le stockage de produits potentiellement dangereux en zone inondable. Il y a également lieu d'éviter d'implanter de nouveaux centres de ressources dans ces zones, et dans la mesure du possible étudier la possibilité de déplacer les centres existants à risque. Lors d'événements majeurs entraînant de potentielles pollutions (p.ex. une inondation majeure), il y a lieu de prévoir des concepts pour le « nettoyage » des déchets concernés afin de limiter le plus possible l'impact sur l'environnement et la santé. Enfin, avec l'augmentation du risque d'incendie, il est également nécessaire de prendre en considération ce facteur et de prévoir des mesures d'atténuation et de réaction sur les sites des centres de ressources.

Autorité responsable : Ministère de l'Environnement, du Climat et de la Biodiversité / Administration de l'environnement & Communes

Lien avec d'autres mesures : 4.3.2 (Informations inondations)

4.6.9 Cartographie des réseaux jaune-vert-bleu

Objectif de la mesure : Mieux informer la population permet de réduire les risques et d'augmenter le consentement de la société pour la mise en place de mesures.

Indicateur de suivi : Elaboration d'une cartographie des réseaux jaune-vert-bleu à l'échelle du territoire national

Description de la mesure : L'objectif politique concernant la réduction de l'artificialisation du sol contribue à la préservation de ce socle naturel qui constitue la base de la stratégie de développement territorial proposée par le PDAT. Trois types de maillage sont définis selon leurs fonctions : le maillage bleu (système hydrologique), le maillage vert (forêts, prairies et pâturages) et le maillage jaune (surfaces dédiées à l'agriculture). Actuellement, ces trois maillages sont gérés de manière relativement indépendante, voire concurrentielle, alors qu'ils sont interdépendants et contribuent tous au même objectif que celui visé par l'aménagement du territoire : préserver l'habitabilité du territoire et assurer des conditions de vie optimales aux citoyens ainsi qu'à la faune et à la flore en toutes circonstances. Pour atteindre l'objectif de la réduction de l'artificialisation du sol, le PDAT ambitionne d'élaborer une cartographie du socle naturel à l'horizon 2035 en partenariat étroit et en continu avec les services et ministères concernés. L'objectif de cette cartographie consiste à identifier les terrains nécessaires aux réseaux bleu, vert et jaune interconnectés et les potentiels de multifonctionnalité, un des éléments essentiels de la nouvelle approche de planification territoriale : production alimentaire et protection des écosystèmes, agriculture combinée à la

production d'énergie renouvelable et fixation de carbone, etc. Cette cartographie établie à l'échelle nationale pourrait ensuite être précisée au niveau régional et local et étendue à l'échelle de l'aire fonctionnelle transfrontalière.

Autorité responsable : Ministère du Logement et de l'Aménagement du territoire

Lien avec d'autres mesures :

4.7 Logement et Construction

4.7.1	Introduction d'un standard pour équiper toute nouvelle construction d'installations photovoltaïques ou de toitures végétalisées
4.7.2	Introduction d'un standard pour équiper toute nouvelle construction d'installations de récupération d'eau de pluie pour une utilisation autre que potable
4.7.3	Introduction d'un standard pour concevoir toute nouvelle construction avec un plan de végétalisation
4.7.4	Promouvoir et soutenir le financement de la rénovation énergétique des logements
4.7.5	« PAP verts » : au moins 10 % des surfaces du PAP sont destinées à l'espace public vert
4.7.6	Promouvoir l'utilisation optimale d'un bâtiment
4.7.7	Elever régulièrement le standard d'efficacité énergétique des nouveaux bâtiments
4.7.8	Augmenter la résilience des bâtiments existants par la rénovation énergétique
4.7.9	Respect de la qualité de l'environnement intérieur

4.7.1 Introduction d'un standard pour équiper toute nouvelle construction d'installations photovoltaïques ou de toitures végétalisées

Objectif de la mesure : Verdissement de l'espace public pour lutter contre les vagues de chaleur / réduire la dépendance énergétique.

Indicateur de suivi : Mesure réglementaire en place

Description de la mesure : La stratégie d'adaptation propose que tous les nouveaux bâtiments dépassant une certaine surface au sol ou une certaine hauteur aient l'obligation d'être conçus soit avec une toiture verte, soit être couverts par des panneaux photovoltaïques.

Autorité responsable : Ministère de l'Économie & Ministère des Affaires intérieures

Lien avec d'autres mesures : 4.3.10. (Infiltration eau pluie), 4.5.2 (Verdissement espace public), 4.5.8 (Carte toitures), 4.6.1 (Pacte Nature), 4.10.2 (Diversité énergétique), 4.10.5 (Energie renouvelable)

4.7.2 Introduction d'un standard pour équiper toute nouvelle construction d'installations de récupération d'eau de pluie pour une utilisation autre que potable

Objectif de la mesure : Améliorer l'utilisation plus efficiente de l'eau.

Indicateur de suivi : Mesure réglementaire en place

Description de la mesure : La stratégie d'adaptation propose que tous les nouveaux bâtiments dépassant une certaine surface au sol ou une certaine hauteur aient l'obligation d'être conçus de façon à récupérer l'eau de pluie afin que celle-ci soit utilisée à des

fins autres que potable. Cette eau pourrait notamment, et dans la mesure du possible, servir comme eau d'entretien des jardins communs ou pour le nettoyage des parties communes, le système sprinkler, etc. Afin de favoriser la mise en place de cette mesure, le Gouvernement améliorer le régime de subventions en vue de la récupération d'eau de pluie.

Autorité responsable : Ministère de l'Environnement, du Climat et de la Biodiversité & Ministère des Affaires intérieures

Lien avec d'autres mesures : 4.3.5 (Sécurisation eau potable), 4.3.7 (Economies d'eau), 4.3.9 (Réutilisation d'eau)

4.7.3 Introduction d'un standard pour concevoir toute nouvelle construction avec un plan de végétalisation

Objectif de la mesure : Verdissement de l'espace public pour lutter contre les vagues de chaleur

Indicateur de suivi : Assurer qu'il n'y a pas de perte nette d'espaces verts urbains et de couvert boisé urbain par la mise en place d'une mesure réglementaire

Description de la mesure : L'objectif du PNPN3 vise à arrêter la perte nette d'espaces verts urbains et de couvert boisé urbain. La stratégie d'adaptation propose que tous les nouveaux bâtiments dépassant une certaine surface au sol ou une certaine hauteur aient l'obligation d'être conçus avec un plan de verdissement : considérant les alentours, les parkings, les toitures et les façades. L'objectif étant de s'assurer qu'il n'y a pas de perte nette d'espaces verts urbains et de couvert boisé urbain.

Autorité responsable : Ministère de l'Environnement, du Climat et de la Biodiversité & Ministère des Affaires intérieures

Lien avec d'autres mesures : 4.5.2 (Verdissement espace public), 4.5.8 (Carte toitures)

4.7.4 Promouvoir et soutenir le financement de la rénovation énergétique des logements

Objectif de la mesure : réduire la dépendance énergétique.

Indicateur de suivi : Faciliter l'obtention des aides destinées à la rénovation énergétique des logements

Description de la mesure : Afin que les bâtiments résidentiels soient mieux isolés et adaptés aux températures moyennes croissantes provoquées par le changement climatique, il est indispensable d'accélérer la rénovation énergétique des bâtiments, et ceci prioritairement pour les bâtiments avec une classe énergétique basse moins bonne. Bien que des subventions soient déjà en place (« Klimabonus Wunnen » et « Topup Klimabonus »⁹⁹), le préfinancement des travaux peut constituer une barrière à la rénovation énergétique des bâtiments. Pour faciliter l'accès aux subventions et éviter que les citoyens hésitent à procéder à l'assainissement énergétique de leur logement, le Gouvernement introduira le préfinancement des subventions climatiques de sorte à ce que les citoyens n'aient plus qu'à s'acquitter de leur part.

Autorité responsable : Ministère de l'Économie & Ministère de l'Environnement, du Climat et de la Biodiversité

Lien avec d'autres mesures : 4.4.1 (impacts socio-économique), 4.4.2 (Just Adaptation), 4.10.5 (Energie renouvelable), 4.16.1 (Sensibilisation à l'adaptation)

4.7.5 « PAP verts » : au moins 10 % des surfaces du PAP sont destinées à l'espace public vert

Objectif de la mesure : Verdissement de l'espace public pour lutter contre les vagues de chaleur.

Indicateur de suivi : Mesure réglementaire en place

Description de la mesure : La loi modifiée du 19 juillet 2004 concernant l'aménagement communal et le développement urbain définit les règles pour l'établissement des plans d'aménagement particuliers. L'article 34 de la loi précitée précise les modalités de cession des fonds réservés à la voirie et aux équipements publics nécessaires à la viabilité du quartier. Sachant que la présence d'espaces verts est de plus en plus importante dans le contexte du changement climatique, la stratégie d'adaptation propose de fixer un seuil minimum d'espaces verts publics pour les PAP supérieurs à 0,1 ha.

Autorité responsable : Communes (suivi Ministère des Affaires intérieures)

Lien avec d'autres mesures : 4.5.2 (Verdissement espace public), 4.5.4 (Plantation d'arbres), 4.6.1 (Pacte Nature)

4.7.6 Promouvoir l'utilisation optimale d'un bâtiment

⁹⁹ Topup Klimabonus - Logement.lu - Ministère du Logement - Luxembourg (public.lu): de 10% à 100% du montant initial du Klimabonus.

Objectif de la mesure : Favoriser la résilience estivale des bâtiments.

Indicateur de suivi : Mettre en place des guides pratiques / campagnes de sensibilisation

Description de la mesure : Cette mesure vise à sensibiliser les utilisateurs d'un bâtiment à des pratiques qui favorisent le confort d'été et réduisent les besoins en énergie pour le refroidissement. Cela peut inclure l'éducation des occupants sur l'importance de l'utilisation de stores ou de volets pour bloquer la chaleur excessive du soleil pendant les heures les plus chaudes de la journée, l'utilisation de la fraîcheur nocturne et matinale pour refroidir le bâtiment ou encore la ventilation. En encourageant les occupants à adopter ces pratiques, cette mesure contribue à réduire la dépendance énergétique des bâtiments et à promouvoir une utilisation plus efficace des ressources énergétiques

Autorité responsable : Ministère de l'Économie

Lien avec d'autres mesures : 4.16.9 (Enjeux climatiques), 4.10.7 (Nouveaux bâtiments), 4.10.8 (Bâtiments existants)

4.7.7 Elever régulièrement le standard d'efficacité énergétique des nouveaux bâtiments

Objectif de la mesure : Améliorer la résilience des bâtiments.

Indicateur de suivi : Adapter continuellement le standard d'efficacité énergétique des nouveaux bâtiments en fonction de l'évolution technologique dans l'objectif de les rendre plus résilients

Description de la mesure : La stratégie pour la construction de nouveaux bâtiments, tant résidentiels que fonctionnels, repose sur une enveloppe thermique de haute qualité afin de réduire les pertes de chaleur, limiter le besoin de chauffage en hiver et limiter les surchauffes estivales par des protections thermiques d'été et par l'inertie thermique du bâtiment. L'objectif est de couvrir le besoin énergétique résiduel à l'aide de solutions basées sur les énergies renouvelables, avec la pompe à chaleur aérothermique comme technologie de référence. Ces pompes à chaleur sont complétées par des installations solaires photovoltaïques pour le bâtiment fonctionnel de référence, une mesure qui sera bientôt étendue au bâtiment habitation de référence.

Autorité responsable : Ministère de l'Économie

Lien avec d'autres mesures : 4.7.1 (Standard toiture), 4.10.7 (énergies renouvelables)

4.7.8 Augmenter la résilience des bâtiments publics existants par la rénovation énergétique

Objectif de la mesure : Diminuer le besoin en énergie des bâtiments existants pour diminuer la dépendance énergétique et optimiser le confort estival.

Indicateur de suivi : Mettre en place des mesures de rénovation pour les bâtiments existants (autres que logements).

Description de la mesure : Améliorer l'efficacité énergétique des bâtiments existants par le biais de rénovations énergétiques, mettant l'accent sur l'utilisation de matériaux favorisant un confort estival important, avant de passer à la décarbonation des systèmes de chauffage pour répondre aux besoins énergétiques restants.

Les organismes publics devront respecter des obligations pour réduire leur consommation d'énergie finale d'au moins 1.9% par an et entreprendre des rénovations énergétiques de niveau nZEB_{rénovation}¹⁰⁰, sur au moins 3 % de la surface au sol utile de leurs bâtiments dépassant les 250 m².

Les bâtiments fonctionnels verront l'application progressive d'obligations à moyen terme (standards minimum de performance énergétique), soutenues par des incitations et des subventions à court terme pour encourager les rénovations énergétiques.

À l'opposé des bâtiments publics et fonctionnels, les bâtiments d'habitation privés ne font pas l'objet d'obligations directes. L'accent est mis sur un soutien actif par des subventions étatiques et autres, ainsi qu'une sensibilisation et un accompagnement des propriétaires dans le cadre des activités de la Klima-Agence.

Autorité responsable : Ministère de l'Économie & Ministère de la Mobilité et des Travaux publics

Lien avec d'autres mesures : 4.7.1 (Standard toiture), 4.7.8 (énergies renouvelables)

4.7.9 Respect de la qualité de l'environnement intérieur

Objectif de la mesure : Améliorer la résilience des bâtiments.

¹⁰⁰ Le standard nZEB, pour « nearly Zero Energy Building » est défini dans le règlement grand-ducal modifié du 9 juin 2021 concernant la performance énergétique des bâtiments comme un « bâtiment dont la consommation d'énergie est quasi nulle ». Il s'agit d'un bâtiment à très haute performance énergétique répondant à des exigences minimales spécifiques. Le standard nZEB_{rénovation} en cours de définition au niveau national pour garantir une performance énergétique élevée dans la rénovation du patrimoine bâti.

Indicateur de suivi : Adoption de la mesure réglementaire nationale LENOZ 2.0 et publication d'un guide pour les mesures volontaires (« Livre vert construction et rénovation saine au Luxembourg »)

Description de la mesure : Cette mesure vise la prévention d'effets négatifs sur la santé des occupants de bâtiments suite à des températures élevées, entraînant une augmentation d'émissions de polluants à partir de matériaux et produits de construction et des risques élevés de pollution microbiologique en cas de mauvaise conception et maintenance des systèmes de CVC (chauffage, ventilation et climatisation). La mesure comprend la promotion des matériaux et produits de constructions non émissifs « sans substances nocives ou ingrédients polluants » et l'élaboration de procédures et formations pour garantir une bonne hygiène des systèmes CVC.

Autorité responsable : Ministère de l'Économie

Lien avec d'autres mesures : 4.2.8 (Qualité de l'air dans les crèches et écoles), 4.7.6 (efficacité énergétique des nouveaux bâtiments), 4.7.7 (efficacité énergétique des bâtiments existants par la rénovation énergétique)

4.8 Transport

4.8.1	Evaluer régulièrement l'impact du changement climatique sur la demande de transport et les conséquences sur la réorientation de l'offre de transport
4.8.2	Identification des infrastructures de transport critiques face aux événements climatiques et établir un état de la vulnérabilité des réseaux de transport
4.8.3	Equiper tous les nouveaux parkings avec des surfaces perméables et/ou de toitures avec des panneaux photovoltaïques et/ou végétalisées
4.8.4	Promotion de l'énergie solaire sur les surfaces imperméabilisées
4.8.5	Garantir le confort thermique des usagers des transports en commun
4.8.6	Evaluer le potentiel d'utilisation de revêtement moins chauffant en milieu urbain et sur les infrastructures de transport

4.8.1 Evaluer régulièrement l'impact du changement climatique sur la demande de transport et les conséquences sur la réorientation de l'offre de transport

Objectif de la mesure : Améliorer les connaissances scientifiques de l'impact du changement climatique sur le secteur des transports, permettant par la suite de prendre les mesures adéquates.

Indicateur de suivi : Réalisation d'une étude avec des mesures d'adaptation

Description de la mesure : La mise à jour régulière des connaissances scientifiques sur les impacts du changement climatique et sur les mesures à mettre en place pour atténuer ces effets constitue un élément essentiel pour chaque secteur. Le secteur des transports peut être particulièrement touché par les événements climatiques extrêmes. Les périodes de sécheresses extrêmes impactent le niveau des cours d'eau, ce qui peut fortement perturber la navigation sur la Moselle ou depuis/vers la Moselle. Certains bateaux de marchandises doivent naviguer avec une charge fortement réduite, ce qui augmente les coûts de transports, ou peuvent carrément être empêchés de naviguer si des portions de la Moselle ou du Rhin ont un niveau d'eau insuffisant. Une perturbation de la navigation se répercute sur le transport routier. Les trafics routier et ferroviaire peuvent quant à eux être vulnérables en raison des fortes précipitations (aquaplaning, coulées de boues ou inondations des voies de circulation). Outre la perturbation du système de transport, des dégâts considérables peuvent avoir lieu si des infrastructures plus critiques sont touchées. Rappelons par exemple les inondations de 2016 qui ont endommagé la salle technique du poste directeur de la gare de Bettembourg et ainsi paralysé la circulation ferroviaire pendant plusieurs jours. Analyser si des infrastructures essentielles sont vulnérables, et le cas échéant, prévoir des mesures d'adaptation, est essentiel pour accroître la résilience du secteur des transports.

Autorité responsable : Ministère de la Mobilité et des Travaux publics

Lien avec d'autres mesures : 4.8 (Transports)

4.8.2 Identification des infrastructures de transport critiques face aux événements climatiques et établir un état de la vulnérabilité des réseaux de transport

Objectif de la mesure : Améliorer la résilience des infrastructures de transport.

Indicateur de suivi : Réalisation d'une étude et stratégie d'adaptation

Description de la mesure : Bien que conçus pour faire face à de nombreuses sollicitations, les réseaux de transport sont régulièrement perturbés par des événements météorologiques et avec le changement des conditions climatiques (hausse et records des températures, pluviométrie et événements extrêmes). Cela risque d'impacter davantage les différentes infrastructures et pourrait avoir des conséquences sur la durée de vie de celles-ci. La présente mesure propose d'établir un état de la vulnérabilité des réseaux de transport et de préparer des stratégies de réponses adaptées. Ceci est particulièrement important pour les infrastructures critiques, comme l'aéroport, les autoroutes et les voies de chemin de fer.

Autorité responsable : Ministère de la Mobilité et des Travaux publics

Lien avec d'autres mesures : 4.1.3 (Infrastructures critiques)

4.8.3 Equiper tous les nouveaux parkings avec des surfaces perméables et/ou de toitures avec des panneaux photovoltaïques et/ou végétalisées

Objectif de la mesure : Verdissement de l'espace public pour lutter contre les vagues de chaleur / réduire la dépendance énergétique.

Indicateur de suivi : Mesure réglementaire en place

Description de la mesure : Une place de stationnement et son accès représentent en moyenne 25m² de surface au sol. Il s'agit d'une surface importante, qui est majoritairement scellée et dont le seul usage est destiné à stationner temporairement une voiture. Or, ces espaces pourraient être conçus différemment pour répondre aux défis posés par le changement climatique. La stratégie d'adaptation propose que tous les nouveaux parkings aient l'obligation d'être conçus avec un revêtement perméable permettant l'infiltration de l'eau de pluie dans les

sols, et/ou être couverts par des panneaux solaires. Ceci pourrait être rendu obligatoire, comme par exemple en France où d'ici 2026, 50% de la surface des parkings devra être couverte par des panneaux solaires conformément à l'article 11 de la loi ENR relative à l'accélération de la production d'énergie renouvelable¹⁰¹.

Autorité responsable : Ministère de la Mobilité et des Travaux publics & Ministère de l'Économie

Lien avec d'autres mesures : 4.3.10. (Infiltration eau pluie), 4.5.2 (Verdissement espace public, 4.10.2 (Diversité énergétique), 4.10.5 (Energie renouvelable)

4.8.4 Promotion de l'énergie solaire sur les surfaces imperméabilisées

Objectif de la mesure : réduire la dépendance énergétique.

Indicateur de suivi : Mesure réglementaire en place

Description de la mesure : Afin de privilégier le développement des énergies renouvelables, les surfaces de transport déjà scellées seront équipées de dispositifs photovoltaïques. Cette mesure concerne les aires de stationnement et les parkings.

Autorité responsable : Ministère de la Mobilité et des Travaux publics & Ministère de l'Économie

Lien avec d'autres mesures : 4.7.1 (Standard toiture), 4.10.2 (Diversité énergétique), 4.10.5 (Energie renouvelable)

4.8.5 Garantir le confort thermique des usagers des transports en commun

Objectif de la mesure : Améliorer le confort des voyageurs dans les gares et abris bus

Indicateur de suivi : Nombre de gares et abri-bus couverts.

Description de la mesure : Le Plan national de mobilité 2035¹⁰² propose un concept global capable de gérer 40 % de déplacements supplémentaires par rapport à 2017. Les transports en commun seront fortement développés et le PNM avance que le nombre de passagers dans les transports en commun devra augmenter d'au moins 89 %. Ceci ne sera possible qu'avec une part l'étoffement de l'offre ferroviaire, le développement en cours du réseau de tramway et la priorisation

¹⁰¹ <https://www.senat.fr/leg/pjl22-268.html>

¹⁰² <https://transports.public.lu/fr/publications/strategie/pnm-2035-brochure/pnm-2035-brochure-fr.html>

des bus et à une intermodalité plus attractive. Outre l'importance d'avoir des moyens de transports fiables, en quantité suffisante et réguliers, il est essentiel que les transports en commun offrent un confort d'utilisation à ses usagers. Avec les effets du changement climatique (canicules, évènement extrêmes), le confort thermique sera à considérer lors du développement des transports en commun. Pour que les transports publics ne perdent pas leurs usagers au profit du transport individuel motorisé, il est nécessaire d'offrir un grand niveau de confort et donc également un bien-être thermique élevé. Ceci est particulièrement vrai lors de canicules où il faut avoir des moyens de transports climatisés, des abris de bus à l'ombre ou des bâtiments (gares) accessibles. De même, lors de tempêtes ou par temps de pluie, il est important que les usagers puissent se mettre à l'abri en attendant leur moyen de transport.

Autorité responsable : Communes (suivi Ministère de la Mobilité et des Travaux publics)

Lien avec d'autres mesures : 4.8.1 (Impact transports)

4.8.6 Evaluer le potentiel d'utilisation de revêtement moins chauffant en milieu urbain et sur les infrastructures de transport (p.ex. grâce à l'effet albédo)

Objectif de la mesure : Améliorer les connaissances scientifiques, permettant par la suite de prendre les mesures adéquates.

Indicateur de suivi : Réalisation d'une étude avec proposition de mesures

Description de la mesure : Dans les villes les routes et trottoirs occupent presque 20 % de la surface au sol. En été et par temps ensoleillé, ces surfaces scellées favorisent la formation d'îlots de chaleur. Le bitume de couleur noir en est l'une des causes. Plus un corps est clair et plus il est réfléchissant, plus son albédo est fort. À l'inverse, un corps sombre absorbe davantage les rayons du soleil : son albédo est faible. Les surfaces scellées en ville peuvent atteindre jusqu'à 70 °C en journée et emmagasinent tant de chaleur que les alentours ne peuvent se refroidir correctement durant la nuit. De plus en plus de villes mettent en place des mélanges d'asphaltes novateurs qui se réchauffent moins vite ou utilisent des couleurs plus claires pour certains revêtements. Il existe notamment des exemples à Strassen, Mamer ou Bertrange. Ce même principe est actuellement expérimenté dans certains pays pour les infrastructures ferroviaires. En Autriche, la ÖBB (Österreichische Bundesbahnen) expérimente de nouvelles façons pour protéger les rails face à la hausse des températures en peignant les côtés des rails en blanc, permettant ainsi de baisser la température des rails

de 5 à 8°C.¹⁰³ La stratégie d'adaptation propose d'évaluer le potentiel d'utilisation de revêtement moins chauffant en milieu urbain.

Autorité responsable : Ministère de la Mobilité et des Travaux publics

Lien avec d'autres mesures : 4.8.1 (Impact transports)

¹⁰³ <https://infrastruktur.oebb.at/de/projekte-fuer-oesterreich/technik-und-innovation>

4.9 Economie et finance

4.9.1	Créer un répertoire des dépenses pour l'Etat liées aux évènements météorologiques extrêmes
4.9.2	Promotion d'une approche « Entreprises contre le changement climatique »
4.9.3	Mener des campagnes de sensibilisation auprès des entreprises pour contribuer à l'adaptation face au changement climatique
4.9.4	Etudier le risque lié au changement climatique pour les centres de données
4.9.5	Etudier le risque lié au changement climatique pour les sites SEVESO et industries IED, permettant de mettre en place des mesures d'atténuation et de résilience.
4.9.6	Analyse des risques physiques auxquelles les banques luxembourgeoises sont exposées

4.9.1 Créer un répertoire des dépenses pour l'Etat liées aux évènements météorologiques extrêmes

Objectif de la mesure : Assurer le suivi des dépenses de l'Etat liées aux évènements météorologiques extrêmes

Indicateur de suivi : Création d'une base de données

Description de la mesure : Les effets du changement climatique sont les plus visibles lors d'évènements météorologiques extrêmes (inondations, tempêtes, sécheresses, etc.). Bien que des mesures de prévention soient mises en place pour réduire l'impact de certains aléas climatiques, ces évènements engendrent néanmoins des dégâts matériels (destruction de biens et d'infrastructures) ainsi que des pertes économiques (par l'arrêt temporaire des activités). Ces coûts sont en partie pris en charge par l'Etat à travers différentes sources de financement. L'Etat vient notamment en aide aux citoyens et aux PME grâce à des aides destinées à remédier aux dommages causés par les séismes, les glissements de terrain, les inondations, les tornades, les ouragans et les feux de végétation d'origine naturelle. En fonction des calamités naturelles, des aides sont également accordées aux communes. A cela s'ajoutent des coûts indirects pour l'Etat liés à la mobilisation du personnel des ministères et administrations pour faire face à l'urgence des évènements météorologiques. La compilation des informations sur les dépenses de tous les ministères et administrations permettrait d'assurer un meilleur suivi global des dépenses annuelles de l'Etat liées aux évènements météorologiques extrêmes et de pouvoir observer l'évolution de ces dépenses dans le temps. Ce répertoire pourrait, sous réserve de disponibilité des données, être étendu aux dépenses engendrées par les communes.

Autorité responsable : Inspection générale des finances (suivi Ministère des Finances)

Lien avec d'autres mesures : 4.9 (Economie)

4.9.2 Promotion d'une approche « Entreprises contre le changement climatique »

Objectif de la mesure : Mieux informer les entreprises permet de réduire les risques et d'augmenter le consentement pour la mise en place de mesures.

Indicateur de suivi : Mobilisation des entrepreneurs et entreprises du secteur privé à agir contre le changement climatique

Description de la mesure : Conformément à la visée holistique qui caractérise la présente stratégie, toutes les composantes de l'économie et de la société auront leur rôle à jouer. L'industrie et les entreprises sont à l'origine des innovations, compétences et partenariats importants qui sont susceptibles de contribuer à atténuer et à s'adapter au changement climatique. Afin de mobiliser le potentiel du secteur économique à s'adapter au changement climatique, cette mesure soutiendra les entreprises à prendre l'adaptation au changement climatique activement en compte et à l'intégrer au sein de leur fonctionnement et structure. Cela pourrait prendre la forme d'une adaptation des processus de production pour accroître la résilience aux perturbations du changement climatique, de l'intégration de nouvelles technologies améliorant les conditions de travail face aux vagues de chaleur ou d'une optimisation de l'efficacité des ressources des processus de production, par exemple face aux changements climatiques. des pénuries d'eau. L'engagement de toute entreprise pour améliorer son impact sur le climat serait sur base volontaire, participative et, le cas échéant, incitative. Les notions d'adaptation aux effets du changement climatique pourraient être intégrées dans les initiatives existantes telles que le « Klimapakt fir Betriber »¹⁰⁴, Fit4Sustainability¹⁰⁵ ou encore le « Net-Zero Industry Act »¹⁰⁶.

Un exemple serait la « Convention des entreprises pour le climat », projet modèle qui rallie 150 entrepreneurs français avec une mission ambitieuse : *réinventer l'entreprise à haute conscience écologique* et construire 150 feuilles de routes environnementales pour ouvrir un nouveau cap d'ici 2030 qui influera sur l'ensemble des secteurs économiques.

Autorité responsable : Ministère de l'Économie

Lien avec d'autres mesures : 4.9.4 (Sensibilisation Entreprises), 4.16.1 (Sensibilisation à l'adaptation)

¹⁰⁴ <https://www.klimapaktfirbetriber.lu/de/>

¹⁰⁵ <https://luxinnovation.lu/be-sustainable/assess-improve-sustainability/fit4sustainability>

¹⁰⁶ https://single-market-economy.ec.europa.eu/industry/sustainability/net-zero-industry-act_en

4.9.3 Mener des campagnes de sensibilisation auprès des entreprises et acteurs publics pour contribuer à l'adaptation face au changement climatique

Objectif de la mesure : Mieux informer les entreprises permet de réduire les risques et d'augmenter le consentement pour la mise en place de mesures. Indicateur de suivi : Campagne de sensibilisation et proposition de mesures à adopter

Description de la mesure : Les entreprises sont un important acteur en vue de diminuer notre consommation de ressources (énergétiques, eau, surface au sol, etc.). Les effets du changement climatique impacteront donc directement les entreprises, qui ont tout intérêt à s'adapter. Les entreprises peuvent également prendre des mesures afin de limiter les effets pour des tierces parties (rétention d'eau, création de surfaces vertes, etc.). Pour atteindre ces objectifs, il est nécessaire de mener des campagnes de sensibilisation auprès des acteurs concernés.

Autorité responsable : Klima Agence (suivi Ministère de l'Economie)

Lien avec d'autres mesures : 4.9.3 (Entreprises durables), 4.16.1 (Sensibilisation à l'adaptation)

4.9.4 Etudier le risque lié au changement climatique pour les centres de données

Objectif de la mesure : Améliorer les connaissances scientifiques de l'impact du changement climatique sur les centres de données, permettant par la suite de prendre les mesures adéquates.

Indicateur de suivi : Evaluation des Datacenters

Description de la mesure : Avec la multiplication d'événements météorologiques extrêmes impactant les ressources naturelles, l'utilisation d'eau deviendra de plus en plus concurrentielle. L'utilisation d'eau à des fins de refroidissement pourrait à l'avenir présenter des défis majeurs pour certains acteurs économiques. Afin d'accroître la résilience des secteurs économiques du Luxembourg, il est nécessaire d'utiliser des technologies, des procédés et des logiciels respectueux des ressources. Dans ce but, il y a lieu de procéder à une évaluation des moyens de réduire la consommation d'eau et de récupérer la chaleur excédentaire dans les centres de données. Des audits énergétiques pourraient contribuer à atteindre cet objectif.

Autorité responsable : Ministère de l'Économie

Lien avec d'autres mesures : 4.9.1 (Impact économie)

4.9.5 Etudier le risque lié au changement climatique pour les sites SEVESO et industries IED, permettant de mettre en place des mesures d'atténuation et de résilience.

Objectif de la mesure : Améliorer les connaissances scientifiques de l'impact du changement climatique sur les sites industriels, permettant par la suite de prendre les mesures adéquates.

Indicateur de suivi : Evaluation des sites industriels

Description de la mesure : La mise à jour régulière des connaissances scientifiques sur les impacts du changement climatique et sur les mesures à mettre en place pour atténuer ces effets, constitue un élément essentiel pour chaque secteur. Avec les événements météorologiques extrêmes qui ont lieu plus souvent et avec plus d'intensité, les industries SEVESO et IED peuvent avoir un impact considérable sur l'environnement. Accroître leur résilience est dès lors primordial, et il convient dès lors d'évaluer les risques climatiques pour ces industries, notamment lors de la procédure commodo/incommodo.

Autorité responsable : Ministère de l'Économie

Lien avec d'autres mesures : 4.9.1 (Impact économie)

4.9.6 Analyse des risques physiques auxquels les banques luxembourgeoises sont exposées

Objectif de la mesure : Améliorer les connaissances de l'impact potentiel du changement climatique sur le secteur bancaire, permettant par la suite de prendre les mesures adéquates.

Indicateur de suivi : Réalisation d'une analyse des risques

Description de la mesure : Les banques luxembourgeoises peuvent être exposées directement ou indirectement, par le biais de leurs portefeuilles de crédits immobiliers résidentiels et commerciaux au Luxembourg, aux risques physiques. Il s'agit principalement du risque lié aux inondations, mais également du risque sécheresse (retrait-gonflement des argiles). Bien que certaines banques analysent individuellement ce risque, il conviendrait d'avoir une vue d'ensemble des risques physiques pour le secteur bancaire.

Autorité responsable : Commission de Surveillance du Secteur Financier (suivi Ministère des Finances)

Lien avec d'autres mesures : 4.9.1 (Impact économie)

4.10 Energie

4.10.1	Evaluer régulièrement l'impact du changement climatique sur la sécurité de l'énergie
4.10.2	Diversifier l'approvisionnement énergétique pour accroître la résilience globale du système énergétique
4.10.3	Renforcement de la préparation aux risques
4.10.4	Coopération régionale et européenne en matière de sécurité d'approvisionnement
4.10.5	Plans de développement des réseaux
4.10.6	Digitalisation et flexibilité
4.10.7	Accroître le déploiement d'énergie renouvelable et décentralisée – « Prosumerprinzip »
4.10.8	Développer les énergies renouvelable
4.10.9	Mise en œuvre d'installations pilotes agrivoltaïques et leur évaluation
4.10.10	Améliorer l'efficacité énergétique et réduire la consommation nette d'énergie

4.10.1 Evaluer régulièrement l'impact du changement climatique sur la sécurité de l'énergie

Objectif de la mesure : Améliorer les connaissances scientifiques de l'impact du changement climatique sur le secteur de l'énergie, permettant par la suite de prendre les mesures adéquates.

Indicateur de suivi : Rapports sur la sécurité d'approvisionnement dans les secteurs de l'électricité et de gaz au Luxembourg

Description de la mesure : Selon l'article 11(3) de la loi modifiée du 1^{er} août 2007 relative à l'organisation du marché de l'électricité et l'article 16 de la loi modifiée du 1^{er} août 2007 sur l'organisation du marché du gaz naturel des rapports sur la sécurité et la qualité de l'approvisionnement en électricité et en gaz naturel sont préparés tous les deux ans, portant sur la sécurité d'exploitation du réseau, l'équilibre escompté entre l'offre et la demande, les perspectives en matière de sécurité d'approvisionnement, ainsi que les projets d'investissement des gestionnaires de réseau. Il est prévu qu'un rapport similaire soit réalisé pour l'hydrogène dans les années à venir.

Autorité responsable : Commissaire du Gouvernement à l'Energie (suivi Ministère de l'Économie)

Lien avec d'autres mesures : Toutes les mesures mentionnées sous 4.10 (Energie)

4.10.2 Diversifier l'approvisionnement énergétique pour accroître la résilience globale du système énergétique

Objectif de la mesure : réduire la dépendance énergétique.

Indicateur de suivi : 27 % de l'énergie issue de la production au niveau national d'ici 2030 (37% avec coopération européenne)

Description de la mesure : Le Luxembourg est largement dépendant dans son approvisionnement énergétique : la majeure partie des besoins en énergie est couverte par des importations. Pour garantir l'approvisionnement et pour éviter une dépendance trop forte au niveau géographique, le gouvernement œuvre à diversifier les sources d'approvisionnement en énergies. Afin de d'atteindre ces objectifs, il est indispensable de soutenir le développement des énergies renouvelables sur le territoire national, y compris les communautés décentralisées de production et d'énergie, et de promouvoir l'efficacité énergétique et les économies d'énergie. Dans ce contexte, il est néanmoins à rappeler qu'un recours accru à l'énergie produite à partir de la biométhanisation peut entraîner une augmentation des émissions de particules fines, pour lesquelles le Luxembourg a une obligation de réduction d'ici 2030 en vertu de la directive NEC. Il est donc important de ne pas tout miser sur la même source d'énergie, mais d'avoir une diversification. La coordination de cette mesure et plus globalement de la politique énergétique du gouvernement est effectuée par le ministère ayant l'énergie dans ses attributions.

Autorité responsable : Ministère de l'Économie

Lien avec d'autres mesures : 4.7.1 (Standard toiture)

4.10.3 Renforcement de la préparation aux risques

Objectif de la mesure : Améliorer la résilience du système énergétiques.

Indicateur de suivi : Mise à jour des plans nationaux de prévention des risques

Description de la mesure : Avec les effets du changement climatique (et des effets cascades liés au changement climatique), il est indispensable de diversifier et de renforcer la sécurité d'approvisionnement énergétique. Que ce soit en matière d'infrastructures résilientes au Luxembourg ou en approvisionnement à l'étranger, le changement climatique et les événements climatiques extrêmes peuvent perturber le système énergétique. Le Gouvernement appliquera et améliorera les plans nationaux de prévention des risques dans les domaines de l'électricité, du gaz, du pétrole, et dans le futur, de l'hydrogène Cette action sera menée dans le cadre d'un effort concerté au niveau des ministères concernés, du Haut-commissariat à la protection nationale, des gestionnaires de réseau et d'autres acteurs concernés du secteur. Des mesures spécifiques visant à renforcer l'infrastructure technique, à la rendre plus fiable, plus

interconnectée, prête à une production décentralisée accrue et à garantir l'importation et l'approvisionnement seront également prévues. Une attention particulière sera accordée aux infrastructures critiques du secteur énergétique.

Autorité responsable : Ministère de l'Économie & Haut-commissariat à la protection nationale & gestionnaires de réseau

Lien avec d'autres mesures : 4.10.1 (Impact énergie)

4.10.4 Coopération régionale et européenne en matière de sécurité d'approvisionnement

Objectif de la mesure : Améliorer la résilience du système énergétiques et réduire la dépendance énergétique.

Indicateur de suivi : Participation aux groupes régionaux et européens

Description de la mesure : Afin de coordonner et implémenter des stratégies et mesures régionaux et européennes en matière de sécurité d'approvisionnement, le Luxembourg participe à divers groupes, dont notamment le Forum Pentalatéral de l'Énergie, les groupes de coordination de l'Union Européenne de l'électricité et du gaz, ainsi que le groupe de crise BeLux pour le gaz naturel.

Autorité responsable : Ministère de l'Économie

Lien avec d'autres mesures : 4.10.1 (Energie)

4.10.5 Plans de développement des réseaux

Objectif de la mesure : Améliorer la résilience du système énergétiques et réduire la dépendance énergétique.

Indicateur de suivi : Elaboration de plans de développement du réseau de transport et de distribution.

Description de la mesure : Mise en place de plans de développement du réseau pour les réseaux de transport et de distribution, dans le but de favoriser l'intégration des installations de production utilisant des sources d'énergie renouvelables, de faciliter le déploiement des installations de stockage d'énergie et l'électrification du secteur des transports, et de fournir aux utilisateurs du

réseau des informations pertinentes sur les extensions ou améliorations prévues du réseau.

Autorité responsable : Gestionnaires de réseau (suivi Ministère de l'Économie)

Lien avec d'autres mesures : 4.10.1 (Energie), 4.10.2 (Diversité énergétique), 4.10.8 (Energie renouvelable)

4.10.6 Digitalisation et flexibilité du système énergétique

Objectif de la mesure : Améliorer la résilience du système énergétiques et réduire la dépendance énergétique.

Indicateur de suivi : Lancement d'une plateforme de données énergétiques et introduction de mesures pour promouvoir la flexibilité dans le réseau électrique.

Description de la mesure : La mise en œuvre d'une plateforme informatique nationale de données énergétiques permettra une meilleure transparence et efficacité du marché d'électricité et de gaz naturel, facilitera des nouveaux services comme celle de la flexibilité, de la participation active de la demande à l'équilibrage du système, et aidera au marché à tirer parti des gains d'efficacité sur le plan technique et économique.

Afin d'accroître davantage la flexibilité dans le secteur de l'électricité, des mesures supplémentaires seront prises, telles que l'établissement du cadre réglementaire pour l'agrégation, l'introduction d'une nouvelle structure tarifaire, le déploiement de prix de l'électricité dynamiques, ainsi qu'une étude sur les besoins futurs en flexibilité du réseau électrique.

Autorités responsables : Ministère de l'Économie, Gestionnaire de réseau de transport d'électricité, ILR

Lien avec d'autres mesures : 4.10.1 (Energie), 4.10.2 (Diversité énergétique), 4.10.8 (Energie renouvelable)

4.10.7 Accroître le déploiement d'énergie renouvelable et décentralisée « Prosumerprinzip »

Objectif de la mesure : Améliorer la résilience du système énergétiques et réduire la dépendance énergétique.

Indicateur de suivi : 28,5 % de l'énergie issue de la production au niveau national pour 2030 (37% avec coopération européenne)

Description de la mesure : A côté de l'efficacité énergétique, le développement des énergies renouvelables est crucial en vue d'atteindre l'objectif de neutralité carbone d'ici 2050. L'approvisionnement énergétique devra être durable, sûr et compétitif dans un contexte de décarbonation et de digitalisation. La transformation du système de production centralisé vers un système plus décentralisé sera un élément clé de la transition énergétique. Le consommateur participera à l'implémentation de la flexibilité de la demande d'énergie pour faciliter l'intégration des énergies renouvelables. La production et la consommation d'électricité de manière décentralisée contribue à la stabilité du réseau. Le « Prosumerprinzip » (producteur et consommateur d'électricité en une seule personne) encourage l'autoconsommation d'énergie produite de manière durable. Ce concept peut être encore renforcé par le développement de communautés énergétiques locales, où les composantes de production et de consommation peuvent être optimisées. La décentralisation énergétique repose sur plusieurs moyens de production : photovoltaïque, géothermie, éolien, etc. L'exploitation décentralisée au niveau national des énergies renouvelables permet de faire face aux différentes perturbations de l'approvisionnement en énergie. Afin d'atteindre les objectifs de développement des énergies renouvelables sur le territoire national, les mesures prévues dans le plan national intégré en matière d'énergie et de climat du Luxembourg (PNEC) seront mises en œuvre. Il est néanmoins à rappeler qu'un recours accru à l'énergie produite à partir de la biomasse (au lieu des autres technologies) peut entraîner une augmentation des émissions de particules fines, pour lesquelles le Luxembourg a une obligation de réduction d'ici 2030 en vertu de la directive NEC.

Autorité responsable : Ministère de l'Économie

Lien avec d'autres mesures : 4.7.1 (Standard toiture), 4.7.4 (Rénovation énergétique), 4.10.5 (Energie renouvelable)

4.10.8 Développer les énergies renouvelables

Objectif de la mesure : Améliorer la résilience du système énergétiques et réduire la dépendance énergétique.

Indicateur de suivi : 28,5 % de l'énergie issue de la production au niveau national pour 2030 (37% avec coopération européenne)

Description de la mesure : D'une manière générale, le développement des énergies renouvelables est un pilier central dans la décarbonation de notre société vers l'objectif de la

neutralité carbone en 2050. Pour le Luxembourg l'augmentation de la part des énergies renouvelables dans la consommation finale brute d'énergie par rapport au PNEC 2020 passera en principe de 25 % à 37 % en 2030, suite aux différents plans établis par le législateur européen, dont « Green Deal », au « Fit for 55 », au « REPowerEU » et à la révision de la directive 2018/2001 relative aux énergies renouvelables par la directive 2023/2413 du 18 octobre 2023.

Une grande partie de cet objectif sera réalisé sur le territoire national, notamment grâce déploiement ambitieux de l'éolien et du solaire pour le secteur de l'électricité renouvelable, des pompes à chaleur pour le secteur de la chaleur et de l'électromobilité pour le secteur des transports.

Le déploiement accéléré du photovoltaïque passera non seulement par les installations privées et l'autoconsommation, mais également par les appels d'offres pour les grandes installations. Pour l'éolien, à côté des nouvelles installations, les projets de « Repowering » et l'accélération des procédures d'octroi de permis auront un rôle important à jouer. Dans ce cadre d'autres voies sont à l'étude, notamment le déploiement d'installations photovoltaïques et d'éoliennes le long des autoroutes, et pour l'éolien en particulier, l'installation dans des zones d'activités et à proximité des forêts à faible valeur écologique.

D'autres mesures notables, sont d'un côté la stratégie biogaz et la stratégie hydrogène. La stratégie biogaz a comme objectifs de valoriser 50 % du gisement des effluents d'élevage avec un maximum de 1 million de tonnes par an, de mobiliser 75 % du potentiel des biodéchets et des déchets de verdure et limiter la surface utilisée pour la production de cultures dédiées à 1.500 ha. La stratégie hydrogène contient sept mesures clés dont, l'établissement d'un cadre légal ou encore le développement d'une infrastructure pour le transport et le stockage de l'hydrogène et utilisation de l'hydrogène ou de ses dérivés dans les secteurs de l'industrie difficilement électrifiables.

A côté des ambitions et réalisations nationales, les mécanismes de coopération européenne restent un outil important pour atteindre l'objectif de 2030. Parmi ces mécanismes on retrouve les transferts statistiques, auxquels le Luxembourg a déjà eu recours en 2018 et 2020. Un accord de coopération a été signé avec le Danemark pour la période 2021-2025. Une autre mesure de coopération est le mécanisme de financement des énergies renouvelables de l'Union auquel le Luxembourg a participé lors des trois premiers appels à candidatures.

Autorité responsable : Ministère de l'Économie

Lien avec d'autres mesures : 4.7.4 (Rénovation énergétique), 4.10.2 (Diversifier l'approvisionnement énergétique pour accroître la résilience globale du système énergétique), 4.10.7 (accroître le déploiement d'énergie renouvelable et décentralisée « Prosumerprinzip »), 4.13.13 (Mise en œuvre d'un concept de conseil intégré en matière agricole)

4.10.9 Mise en œuvre d'installations pilotes agrivoltaïques et leur évaluation

Objectif de la mesure : Améliorer la résilience du système énergétiques et réduire la dépendance énergétique.

Indicateur de suivi : Evaluation du potentiel d'installations agrivoltaïques

Description de la mesure : Lorsqu'il est mis en œuvre de façon appropriée, l'Agri-PV peut augmenter l'efficacité d'utilisation des terres, protéger contre des aléas climatiques, préserver ou augmenter la biodiversité et présenter une source de revenus supplémentaire pour les agriculteurs, à la lumière de la diversification. Dans le cadre d'une collaboration entre trois ministères, un appel d'offres pilote a été lancé pour garantir une situation gagnant-gagnant pour la production agricole, la production d'électricité renouvelable et la biodiversité. En effet, une production agricole p.ex. des fruitiers sous des panneaux photovoltaïques et donc à l'abri des risques d'intempéries comme des grêles ou encore des radiations solaires trop élevées devra permettre la réduction des impacts de temps extrêmes et donc des pertes de production agricole. A côté de ce volet le projet national prévoit l'amélioration de la biodiversité sur les surfaces concernées par des mesures ciblées à prendre.

L'appel d'offres a abouti à un résultat de 52 MW fin 2023, qui seront installés d'ici 2025. En cas d'évaluation positive de cet appel d'offres pilote, Agri-PV a le potentiel d'être un élément important dans la réalisation de l'objectif 2030 du plan national énergie et climat.

Il serait important de mener une étude pour identifier le potentiel d'Agri-PV au Luxembourg et fournir des conditions claires dans lesquelles les avantages pour l'agriculture et l'environnement sont satisfaits.

Autorité responsable : Ministère de l'Economie & Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et de la Viticulture & Ministère de l'Environnement, du Climat et de la Biodiversité

Lien avec d'autres mesures : 4.14. Biodiversité et écosystèmes, 4.10.2 (Diversifier l'approvisionnement énergétique pour accroître la résilience globale du système énergétique), 4.10.8 (Energie renouvelable)

4.10.10 Améliorer l'efficacité énergétique et réduire la consommation nette d'énergie

Objectif de la mesure : Réduire la consommation d'énergie finale au niveau national afin de limiter les besoins en énergie (renouvelable) et de réduire la dépendance énergétique.

Indicateur de suivi : Monitoring de la consommation d'énergie au niveau national

Description de la mesure : Sur base du principe de primauté de l'efficacité énergétique, il est important de réduire la consommation d'énergie finale du pays pour réduire les besoins en énergie et ainsi aussi réduire les ressources et moyens qui doivent être mis en place pour couvrir les futurs besoins par de l'énergie renouvelable.

Une réduction de la consommation d'énergie contribue également à la résilience du système énergétique, vu que les ressources en énergie renouvelable au niveau national pourront couvrir un pourcentage d'autant plus élevé du besoin total en énergie que ce besoin en énergie sera plus faible.

L'objectif national en matière d'amélioration de l'efficacité énergétique, tel que repris dans la mise à jour du PNEC (Juillet 2024, contribution nationale indicative en matière d'efficacité énergétique), établie sur base de la prise en compte (modélisation STATEC) de toutes les politiques et mesures retenues par le Gouvernement dans le cadre du scénario WAM pour la mise à jour du PNEC est de -42% (par rapport à la REF2007) équivalent à 36.949 GWh FEC¹⁰⁷ en 2030.

L'atteinte de l'objectif national indicatif en consommation d'énergie nécessite de gros efforts, notamment en tenant compte de la croissance économique, démographique et conjoncturelle assez exceptionnelle du pays, qui contrebalance une partie des effets de réduction de la consommation et qui doit par conséquent être compensée par des efforts supplémentaires.

Autorité responsable : Ministère de l'Economie

Lien avec d'autres mesures : 4.7.6 (efficacité énergétique des nouveaux bâtiments), 4.7.7 (efficacité énergétique des bâtiments existants par la rénovation énergétique), 4.10.4 (Coopération régionale et européenne en matière de sécurité d'approvisionnement), 4.10.5 (Plans de développement des réseaux), 4.10.8 (Développer les énergies renouvelables)

¹⁰⁷ FEC = Final Energy Consumption (consommation en énergie finale)

4.11 Protection des sols

4.11.1	Conception et mise en application d'un système de monitoring de la dynamique du C_{org} des sols
4.11.2	Cartographie des stocks de C_{org} des sols et des potentiels de stockage additionnels
4.11.3	Etude et modélisation de la dynamique du C_{org} des sols
4.11.4	Elaboration d'un plan de promotion et d'évaluation des pratiques stockantes de C_{org} dans les sols au Luxembourg
4.11.5	Etude de l'accroissement de la vulnérabilité des sols à l'érosion hydrique accentuée par le changement climatique

4.11.1 Conception et mise en application d'un système de monitoring de la dynamique du C_{org} des sols

Objectif de la mesure : Améliorer les connaissances scientifiques de l'impact du changement climatique sur le secteur de la protection des sols, permettant par la suite de prendre les mesures adéquates.

Indicateur de suivi : Collecte périodique et pérenne de données relatives à l'évaluation de la dynamique du C_{org} des sols

Description de la mesure : La dynamique du C_{org} dans les sols est un processus complexe résultant des interactions de nombreux facteurs biotiques, abiotiques et anthropiques. Dans l'objectif de maximiser le stockage de C_{org} dans les sols agricoles, forestiers et urbains, il est primordial de mieux connaître les principaux facteurs influençant et régissant la dynamique du C_{org} dans les sols au cours du temps. Pour cela, un certain nombre de paramètres pédologiques, mais aussi climatiques et anthropiques (p.ex. modes de gestions des sols) doivent être quantifiés, localisés précisément sur le territoire et suivis à long terme. L'acquisition de telles données doit être faite grâce à un monitoring national adapté à la problématique du C_{org} couvrant tous les usages des sols agricoles, forestiers, et urbains. Les données collectées grâce à ce monitoring du C_{org} seront nécessaires pour atteindre les objectifs 4.11.2-3-4 du présent plan, mais aussi pour satisfaire les obligations nationales relatives au Règlement (UE) 2018/841 LULUCF¹⁰⁸ (estimations et prédictions des stocks plus précises et spécifiques au contexte luxembourgeois : tier 2 ou tier 3) et à d'autres réglementations existantes ou attendues (p.ex. proposal for a Directive on Soil Monitoring and Resilience¹⁰⁹).

¹⁰⁸ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32018R0841>

¹⁰⁹ https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/qanda_23_3637

Autorité responsable : Ministère de l'Environnement, du Climat et de la Biodiversité / Administration de l'environnement & Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et de la Viticulture / Administration des services techniques de l'agriculture (volet sols agricoles)

Lien avec d'autres mesures :

4.11.2 Cartographies des stocks de C_{org} des sols et des potentiels de stockage additionnels

Objectif de la mesure : Mieux informer la population permet de réduire les risques et d'augmenter le consentement de la société pour la mise en place de mesures.

Indicateur de suivi : Cartes nationales des stocks de C_{org} des sols et des potentiels de stockages additionnels

Description de la mesure : Le suivi de l'évolution au cours du temps des stocks de C_{org} et l'évaluation des potentiels de stockage additionnels de C_{org} sous forme de cartes précises permettront d'optimiser la gestion locale (p.ex. application des pratiques stockantes spécifiques adaptées au contexte local) et nationale (p.ex. orientation stratégique) de ces stocks de C_{org} . L'élaboration des cartes devra se faire sur la base des données techniques précises collectées sur le terrain (voir mesure 4.11.1) et de méthodologies s'appuyant sur les meilleures techniques disponibles de cartographie. Ces méthodologies devront prendre en compte les particularités de chaque type d'usage des sols (agricole, forestier, urbain) pour être en mesure de fournir la vue la plus exhaustive et précise possible des stocks existants, des variations de ces stocks au cours du temps (identification et localisation des zones puits, des zones stables et des zones sources) ainsi que des potentiels de stockage additionnels. En fonction des données et des techniques disponibles, les cartes élaborées pourront prendre en compte les stocks de C_{org} profonds (situés à une profondeur supérieure à 30 cm) en plus des stocks de C_{org} de surface, couramment évalués.

Autorité responsable : Ministère de l'Environnement, du Climat et de la Biodiversité / Administration de l'environnement & Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et de la Viticulture / Administration des services techniques de l'agriculture (volet sols agricoles)

Lien avec d'autres mesures :

4.11.3 Étude et modélisation de la dynamique des stocks de C_{org} des sols

Objectif de la mesure : Améliorer les connaissances scientifiques de l'impact du changement climatique sur le secteur de la protection des sols, permettant par la suite de prendre les mesures adéquates.

Indicateur de suivi : Connaissances sur la dynamique des stocks de C_{org} des sols

Description de la mesure : Dans le but d'appréhender les multiples interactions et phénomènes en jeu dans la dynamique du C_{org} des sols, de nombreux modèles descriptifs et prédictifs ont été élaborés et publiés dans la littérature scientifique spécialisée. Ces modèles permettent, d'une part, d'identifier les facteurs biotiques, abiotiques et anthropiques qui influencent le plus la dynamique du C_{org} des sols, et d'autre part, de tester des scénarios hypothétiques futurs de l'évolution des stocks de C_{org} des sols en fonction de changements climatiques (p.ex. modification des régimes de précipitations) ou de modifications des stratégies nationales de gestion des sols (p.ex. promotion de l'agroforesterie). De tels modèles adaptés au contexte luxembourgeois constitueraient une base scientifique et technique fiable qui faciliterait les prises de décision par les autorités compétentes en matière de séquestration du C dans les sols. Puisqu'aucun modèle existant n'a été développé au Luxembourg, la présente mesure vise, dans un premier temps, à explorer les modèles existants pour identifier les meilleurs modèles disponibles et, dans un second temps, à les adapter au contexte luxembourgeois (acquisition des données nécessaires et développement de méthodologies adaptées). L'adaptation au contexte luxembourgeois d'un ou de plusieurs modèles de la dynamique du C_{org} dans les sols sera un véritable atout pour répondre aux obligations du Règlement (UE) 2018/841 LULUCF¹¹⁰ (tier 3). Enfin, certains modèles développés étant couplés à d'autres pools de C_{org} (p.ex. le pool de C_{org} de la biomasse végétale en milieu forestier) ou encore à d'autres composantes environnementales (p.ex. cycle de l'azote en milieu agricole), ils permettraient d'apporter des éléments techniques pertinents pour améliorer la gestion d'autres problématiques environnementales.

Autorité responsable : Ministère de l'Environnement, du Climat et de la Biodiversité / Administration de l'environnement & Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et de la Viticulture / Administration des services techniques de l'agriculture (volet sols agricoles)

Lien avec d'autres mesures :

¹¹⁰ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32018R0841>

4.11.4 Élaboration d'un plan de promotion et d'évaluation des pratiques stockantes de C_{org} dans les sols au Luxembourg

Objectif de la mesure : Mieux informer les décideurs politiques et la population permet de réduire les risques et d'augmenter le consentement de la société pour la mise en place de mesures.

Indicateur de suivi : Outil d'aide à la décision permettant d'identifier les meilleures pratiques stockantes de C_{org} dans les sols

Description de la mesure : La littérature scientifique spécialisée met en évidence une multitude de pratiques et de modes de gestion des sols capables de maintenir ou d'augmenter les stocks des C_{org} des sols. Ces pratiques sont, au moins théoriquement, pertinentes pour lutter contre le changement climatique mais aussi pour augmenter la résilience des sols face aux effets du changement climatique. Toutefois, les effets de ces pratiques sur les stocks de C_{org} dépendent largement du contexte environnemental, technique et économique dans lequel elles sont appliquées. Il est possible qu'une pratique soit très efficace pour stocker du C_{org} dans un type de sol précis alors qu'elle peut se révéler inefficace voire délétère pour les stocks d'un autre type de sol. Il est donc indispensable de sélectionner et de promouvoir uniquement les pratiques adaptées au contexte luxembourgeois (niveau national et niveau régional). Pour ce faire, une méthodologie doit être élaborée et appliquée. Cette méthodologie visera à identifier les pratiques stockantes adaptées au contexte luxembourgeois, à quantifier leurs effets, par exemple en estimant le taux moyen annuel de stockage de C_{org} (exprimé en $tC_{org}/ha/an$), et à définir le contexte environnemental et technique le plus adapté. De plus, vue que les pratiques peuvent avoir des effets positifs ou négatifs sur d'autres compartiments de l'environnement, comme la biodiversité, la ressource en eau et la production de denrées alimentaires, la méthodologie d'évaluation développée devra également prendre ces effets en compte. Enfin, la mise en application des pratiques ayant un coût économique direct ou indirect, la méthodologie développée devra aussi prendre cet aspect en compte. Toutes ces informations permettront aux autorités compétentes de sélectionner et de soutenir les pratiques les plus intéressantes mais aussi de limiter les pratiques néfastes. Elles serviront également à évaluer périodiquement l'efficacité des pratiques promues en termes de stockages de C_{org} mais aussi d'effets environnementaux annexes et économiques.

Autorité responsable : Ministère de l'Environnement, du Climat et de la Biodiversité / Administration de l'environnement & Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et de la Viticulture / Administration des services techniques de l'agriculture (volet sols agricoles)

Lien avec d'autres mesures :

4.11.5 Etude de l'accroissement de de la vulnérabilité des sols à l'érosion hydrique accentuée par le changement climatique

Objectif de la mesure : Améliorer les connaissances scientifiques de l'impact du changement climatique sur le secteur de la protection des sols, permettant par la suite de prendre les mesures adéquates.

Indicateur de suivi : Connaissances relatives à la vulnérabilité potentielle des sols à l'érosion hydrique accentuée par le changement climatique

Description de la mesure : Le changement climatique risque d'augmenter l'érosivité des précipitations dans les décennies à venir et donc de favoriser l'érosion hydrique des sols, notamment des sols agricoles. Pour anticiper ce phénomène délétère, il est nécessaire, d'une part, de prévoir plus précisément les conséquences de l'augmentation de l'érosivité des précipitations sur l'érosion des sols et, d'autre part, de mettre en place des mesures visant à limiter l'érosion hydrique des sols vulnérables à l'érosion ainsi que des sols qui vont devenir vulnérables du fait de l'augmentation de l'érosivité des précipitations. Pour cela, une étude prospective devra être réalisée en se basant sur les dernières avancées scientifiques en termes de prédiction de l'érosivité des précipitations et d'estimation de la vulnérabilité des sols à l'érosion hydrique. Sur la base de cette étude, des mesures d'adaptation et de protection des sols pourront être proposées. Depuis 2023, la prévention de l'érosion fait partie de la conditionnalité renforcée en matière d'environnement de la Politique Agricole Commune (2023-2027). A cet effet, une première cartographie du risque d'érosion hydrique des terres arables a été élaborée par l'ASTA et publiée sur le Géoportail qui sert de base à la mise en œuvre des bonnes conditions agricoles et environnementales déclinées sous BCAE 5 – gestion du travail du sol en vue de réduire le risque d'érosion. Le projet de recherche EROSION¹¹¹ (2024-2027), mené par un consortium LIST / KIT pour le compte du MA, étudiera en détail le processus érosif sur des sols types luxembourgeois en vue de la calibration de modèles d'érosion pour permettre de simuler aussi bien des scénarios d'accroissement de l'érosivité que des scénarios de mitigation et de protection des sols agricoles contre l'érosion hydrique.

Autorité responsable : Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et de la Viticulture

Lien avec d'autres mesures : 4.13.2. (Mesures de protection contre les risques d'érosion)

¹¹¹ EROSION: 'Erosion and Flash flood mitigation under change – linking fields to agricultural landscapes' (LIST/KIT)

4.12 Sylviculture et boisements

4.12.1	Evaluer régulièrement les effets du changement climatique sur la forêt au Luxembourg
4.12.2	Mise en œuvre du programme forestier national
4.12.3	Elaboration de stratégies de prévention du risque d'incendies de forêt
4.12.4	Convertir les forêts non adaptées à la station
4.12.5	Adapter la gestion du gibier en forêt aux enjeux climatiques
4.12.6	Encourager et développer la gestion sylvicole proches de la nature dans les forêts privées
4.12.7	Mise en œuvre d'un concept de conseil intégré en matière sylvicole
4.12.8	Gestion durable des forêts publics

4.12.1 Evaluer régulièrement les effets du changement climatique sur la forêt au Luxembourg

Objectif de la mesure : Améliorer les connaissances scientifiques de l'impact du changement climatique sur la forêt, permettant par la suite de prendre les mesures adéquates.

Indicateur de suivi : Elaboration d'un système de monitoring permanent

Description de la mesure : La mise à jour régulière des connaissances scientifiques sur les impacts du changement climatique et sur les mesures à mettre en place pour atténuer ces effets constitue un élément essentiel pour chaque secteur. L'élaboration d'un système de monitoring permanent permettrait d'avoir régulièrement et plus rapidement des informations sur l'état de la forêt. Ce système permanent devra être plus conséquent que l'actuel inventaire phytosanitaire. De plus, une évaluation régulière des effets du changement climatique sur la forêt du Luxembourg permet d'améliorer nos connaissances scientifiques en matière de résilience des forêts et de protection des sols forestiers, notamment sur la capacité de rétention des eaux, la mycorhization, la fertilité, la composition physico-chimique et l'activité microbiologique.

Autorité responsable : Ministère de l'Environnement, du Climat et de la Biodiversité / Administration de la nature et des forêts

Lien avec d'autres mesures : 4.12 (Sylviculture et boisements)

4.12.2 Mise en œuvre du programme forestier national

Objectif de la mesure : Améliorer la résilience des forêts.

Indicateur de suivi : Publication d'un plan

Description de la mesure : Le programme forestier national (PFN) est un programme intersectoriel qui donne des orientations stratégiques pour le développement du secteur forestier, en harmonie avec les autres secteurs de l'économie nationale. Le PFN a également pour objet d'établir un cadre social et politique pour la conservation, la gestion et le développement durable de tous les types de forêts, de façon à renforcer l'efficacité des engagements opérationnels et financiers des secteurs public et privé. La mise à jour du plan est actuellement en cours, et l'implémentation de ces mesures contribue à l'adaptation des forêts face aux effets du changement climatique.

Autorité responsable : Ministère de l'Environnement, du Climat et de la Biodiversité / Administration de la nature et des forêts

Lien avec d'autres mesures : 4.11.2 (Sols forestiers), 4.12 (Sylviculture et boisements)

4.12.3 *Elaboration de stratégies de prévention du risque d'incendies de forêt*

Objectif de la mesure : Réduire le risque de feux de forêts.

Indicateur de suivi : Publication d'un plan

Description de la mesure : Les périodes de sécheresse prolongées que le Luxembourg connaîtra avec le changement climatique peuvent renforcer le risque de feux de forêt. Afin d'anticiper le risque et de définir les grandes orientations en matière de prévention et de lutte contre les incendies, mais également les actions à mener et les objectifs à atteindre, il est essentiel de mettre en place une stratégie de prévention du risque d'incendie de forêt selon les recommandations européennes du « Wildfire prevention action plan¹¹² ». Un groupe de travail existe actuellement sur ce sujet sous la direction du CGDIS, rassemblant l'ensemble des acteurs du secteur sylvicole. La publication d'une telle stratégie contribuerait à l'adaptation et à une meilleure résilience des forêts luxembourgeoises. En matière de prévention du risque d'incendie, il est également nécessaire de prendre en considération les aspects pouvant être bénéfiques pour la protection du sol (p.ex. bois mort sur pied ou au sol).

Autorité responsable : Ministère de l'Environnement, du Climat et de la Biodiversité / Administration de la nature et des forêts & Corps grand-ducal d'incendie et de secours

Lien avec d'autres mesures : 4.1.1 (Système détection incendies), 4.3.6 (Plan Sécheresse)

¹¹² <https://civil-protection-knowledge-network.europa.eu/system/files/2022-12/Wildfire%20Prevention%20Action%20Plan.pdf>

4.12.4 Convertir les forêts non adaptées à la station

Objectif de la mesure : Améliorer la résilience des forêts.

Indicateur de suivi : Implémentation d'ici 2030 des mesures du PFN2

Description de la mesure : Mettre en œuvre des projets visant à adapter les peuplements forestiers non adaptés à la station en augmentant la complémentarité des essences dans les peuplements forestiers, en réalisant des mélanges d'essences pour favoriser les peuplements hétérogènes et y réalisant des plantations d'appoint avec des essences mieux adaptées à la station. L'objectif étant d'accroître la résilience des forêts et renforcer leur capacité à s'adapter au changement climatique.

Autorité responsable : Ministère de l'Environnement, du Climat et de la Biodiversité / Administration de la nature et des forêts

Lien avec d'autres mesures : 4.12.2 (PFN)

4.12.5 Adapter la gestion du gibier en forêt aux enjeux climatiques.

Objectif de la mesure : Améliorer la résilience des forêts.

Indicateur de suivi : Mesurer les perturbations de gibier occasionnées dans les forêts / Revoir le cadre légal de la chasse pour améliorer la régulation de la densité du gibier en prenant en compte l'ensemble de l'écosystème

Description de la mesure : Sans un contrôle et une maîtrise de la densité du gibier en forêt, l'amélioration de la diversité des essences en forêt pour renforcer leur résilience face au changement climatique ne sera pas possible. En effet, l'abroussement sélectif des plantules des essences forestières par le gibier est un problème majeur lorsque les populations de gibier sont élevées. Une bonne régulation du gibier par la chasse est indispensable, car il n'y a plus de prédateurs naturels au Luxembourg en raison de l'artificialisation importante du milieu naturel. Malheureusement, l'action d'appauvrissement de la diversité spécifique par le gibier n'est pas assez connue et documentée. Elle est souvent ignorée, car elle est probablement largement sous-estimée. Il faut développer des nouvelles méthodes pour mesurer les dégâts du gibier en forêt et pour déterminer les densités de gibier en équilibre avec le milieu et adapter en conséquence les plans de tir. Pour cela, il est nécessaire d'adapter le cadre légal actuel en matière de chasse.

Autorité responsable : Ministère de l'Environnement, du Climat et de la Biodiversité / Administration de la nature et des forêts

Lien avec d'autres mesures : 4.12.2 (PFN)

4.12.6 Encourager et développer la gestion sylvicole proche de la nature dans les forêts privées

Objectif de la mesure : Améliorer la résilience des forêts.

Indicateur de suivi : 2/3 des surfaces forestières en propriété privée sous contrat « Klimabonusbäsch » d'ici 2030

Description de la mesure : La sylviculture proche de la nature est un ensemble de techniques de sylviculture qui visent à utiliser au maximum les processus naturels des écosystèmes forestiers dans l'optique de produire durablement des bois de valeur, tout en respectant et en soutenant les autres fonctions et services de la forêt. L'objectif du « Klimabonusbäsch » est de préserver les nombreux services rendus par les écosystèmes forestiers à la société, à savoir la protection du sol, la filtration de l'eau et de l'air, la préservation de la biodiversité et d'un milieu de récréation voire de tourisme écologique, le captage du dioxyde de carbone et la fourniture de produits naturels tels que le bois. Ce mode d'exploitation forestière permet en outre de mieux adapter les forêts aux effets du changement climatique, et contribue à la mise en œuvre du plan national intégré en matière d'énergie et de climat et à refroidir localement les espaces urbanisés et ainsi contrer les effets des îlots de chaleur. La prime est censée récompenser le propriétaire forestier privé qui fournit, par ce mode de gestion forestière durable, les services vitaux fournis par la forêt à l'ensemble de la société.

Autorité responsable : Ministère de l'Environnement, du Climat et de la Biodiversité / Administration de la nature et des forêts

Lien avec d'autres mesures : 4.12.2 (PFN)

4.12.7 Mise en œuvre d'un concept de conseil intégré en matière sylvicole

Objectif de la mesure : Mieux informer les exploitants permet de réduire les risques et d'augmenter le consentement pour la mise en place de mesures.

Indicateur de suivi : Publication d'un concept

Description de la mesure : La mise en œuvre proactive d'une politique ambitieuse en matière de protection de la nature et du climat impose d'offrir un conseil intégré dirigé à

tous les exploitants de terrains en zone verte, et notamment les propriétaires et exploitants privés de forêts et sylviculteurs. On entend par conseil intégré sylvicole l'analyse simultanée des opportunités et contraintes forestières et environnementales en vue d'une optimisation du bilan écologique, climatique et économique d'une exploitation sylvicole durable. Pour pouvoir guider au mieux les sylviculteurs à travers la procédure de conseil dans ses aspects économiques, techniques et environnementaux, et afin d'éviter tout double emploi, l'ANF, en collaboration étroite avec les organisations concernées, est chargée d'élaborer un tel concept.

Autorité responsable : Ministère de l'Environnement, du Climat et de la Biodiversité / Administration de la nature et des forêts

Lien avec d'autres mesures : 4.12.2 (PFN)

4.12.8 Gestion durable des forêts publiques

Objectif de la mesure : Améliorer la résilience des forêts.

Indicateur de suivi : m3 de bois récolté, et accroissements/production de bois dans les forêts publiques en m3

Description de la mesure : En vue de préserver les écosystèmes forestiers naturels les plus vulnérables face au changement climatique et de renforcer leur résilience, et in fine de préserver leurs services, dont la séquestration et le stockage de carbone en forêts, les récoltes de bois dans les forêts feuillues publiques sont limitées à 80 % de l'accroissement, ainsi qu'à 60 % de l'accroissement dans les peuplements feuillus climaciques (notamment des hêtraies) des forêts publiques.

Autorité responsable : Ministère de l'Environnement, du Climat et de la Biodiversité / Administration de la nature et des forêts

Lien avec d'autres mesures : 4.12.2 (PFN)

4.13 Agriculture, alimentation et viticulture

4.13.1	Evaluer régulièrement l'impact du changement climatique sur la production agricole, notamment sur l'évolution des rendements en fonction du stress hydrique et des augmentations des températures
4.13.2	Mesures de protection contre les risques d'érosion
4.13.3	Créer des bandes de protection le long des cours d'eau pour réduire les risques d'inondation, l'érosion, le lessivage de nutriments, et de substances phytopharmaceutiques ainsi que pour améliorer la qualité de l'eau
4.13.4	Promotion de cultures plus adaptées, nécessitant moins d'eau et plus résistantes aux sécheresses
4.13.5	Promotion de techniques d'exploitation plus adaptées aux périodes de stress hydrique
4.13.6	Utilisation rationnelle de la ressource en eau
4.13.7	Encourager et développer l'agroforesterie
4.13.8	« Train the trainer » : donner plus d'informations aux conseillers agricoles sur les conséquences des changements climatiques impactant le secteur agricole et sur les pratiques agricoles proposant des solutions
4.13.9	Mise en œuvre d'un concept de conseil intégré en matière agricole
4.13.10	Expansion de la surveillance phytosanitaire et promotion du phytodiagnostic
4.13.11	Promouvoir les couvertures d'assurance contre les risques relatifs aux phénomènes climatiques
4.13.12	Encourager la transition vers une alimentation durable
4.13.13	Renforcement de la lutte contre le gaspillage alimentaire
4.13.14	Analyser des impacts du changement climatique sur la santé animale et gestion des espèces invasives

4.13.1 Evaluer régulièrement l'impact du changement climatique sur la production agricole, notamment sur l'évolution des rendements en fonction du stress hydrique et des augmentations des températures.

Objectif de la mesure : Améliorer les connaissances scientifiques de l'impact du changement climatique sur le secteur agricole, permettant par la suite de prendre les mesures adéquates.

Indicateur de suivi : Mise en œuvre d'un système de suivi des rendements

Description de la mesure : La mise à jour régulière des connaissances scientifiques sur les impacts du changement climatique au contexte luxembourgeois et sur les mesures à mettre en place pour atténuer ces effets constitue un élément essentiel pour chaque secteur. Surtout le suivi du rendement des cultures fourragères est une priorité pour une agriculture axée sur une production de lait et de viande bovine.

Autorité responsable : Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et de la Viticulture

Lien avec d'autres mesures : 4.3.7 (Economies d'eau), 4.13 (Agriculture)

4.13.2 Mesures de protection contre les risques d'érosion

Objectif de la mesure : Réduire la dégradation des sols, préserver le stock de sol pour garantir une agriculture durable et réduire la pollution des cours d'eau.

Indicateur de suivi : Promouvoir le régime d'aide

Description de la mesure : Afin de limiter les risques d'érosion sur les parcelles agricoles, des mesures d'aides sont disponibles pour l'installation de bandes de protection. Des éléments de bonnes conditions agricoles et environnementales sont déterminés et identifiés comme conditions de base pour bénéficier des aides à la surface. Ces mesures sont à promouvoir dans les zones à risques définies par les cartes d'érosion. Il est nécessaire de promouvoir un catalogue de mesures anti-érosion : mesures visant à favoriser la matière organique du sol, travail réduit du sol, intercultures, bandes anti-érosives, des mesures limitant le retournement de prairies ou encore l'installation d'éléments de paysage (« Strukturelementer ») ou des fascines. Parallèlement il est opportun de proposer des aides et des conseils pratiques aux agriculteurs afin de gérer les effets de l'érosion en pratique.

Autorité responsable : Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et de la Viticulture

Lien avec d'autres mesures : 4.3.1 (Renaturations), 4.11.5 (Risque d'érosion), 4.13.3 (Bandes de protection agricole), 4.13.4 (Cultures adaptées)

4.13.3 Créer des bandes de protection le long des cours d'eau pour réduire, les risques d'inondation, l'érosion, le lessivage de nutriments, et de substances phytopharmaceutiques ainsi que pour améliorer la qualité de l'eau

Objectif de la mesure : Améliorer la résilience des cours d'eau.

Indicateur de suivi : Adapter et promouvoir les régimes d'aide et les règles de conditionnalités pour les bandes de protection

Description de la mesure : Afin de limiter le réchauffement des eaux et de réduire l'érosion et l'entraînement de nutriments et de produits phytopharmaceutiques vers les cours d'eau à partir de parcelles agricoles (essentiellement terres arables), il est important d'installer des bandes enherbées, arbustives ou arborées (largeur minimale de 3m à partir de la crête des berges) en bordure de tous les cours d'eau. Actuellement, une bande de 10 m de part et d'autre des berges du cours d'eau est soumise à une interdiction de l'amendement, du chaulage, de la fertilisation et d'application de produits phytopharmaceutiques. Une bande de 5 m est soumise à une protection légale

contre le travail du sol, le labourage, le retournement, le remblayage ou le déblayage. Le Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et de la Viticulture propose des mesures liées à l'installation de bandes non productives pour subventionner des bandes riveraines de protection (entre 590 et 1.400 €/ha¹¹³). Cependant, ce type de mesure n'est pas suffisamment utilisé par les agriculteurs. Vu leur potentiel en termes de réduction des inondations, de réduction de la température dans les cours d'eau, d'amélioration de la qualité de l'eau et de protection de la biodiversité, la stratégie d'adaptation vise à adapter et promouvoir le régime d'aide dans le but de créer davantage de bandes enherbées le long de tous les cours d'eau.

Autorité responsable : Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et de la Viticulture

Lien avec d'autres mesures : 4.3.1 (Renaturations), 4.13.2 (Erosion agricole)

4.13.4 Promotion de cultures plus adaptées ou résistantes aux sécheresses.

Objectif de la mesure : Améliorer la résilience du secteur agricole.

Indicateur de suivi : Réalisation d'essais variétaux et culturaux et mise en place de campagne de sensibilisation et de vulgarisation

Description de la mesure : Avec la baisse des précipitations et la hausse des températures moyennes en été, certaines cultures « traditionnelles » risquent de connaître de plus en plus régulièrement des pertes de récoltes importantes et d'être moins rentables économiquement pour les exploitations agricoles. Certaines cultures ont une plus grande tolérance au manque d'eau, du fait de leurs particularités physiologiques. Certaines cultures s'adaptent en fonction de la disponibilité de l'eau en réduisant leur croissance au profit du remplissage (p.ex. le tournesol). Enfin, de plus en plus de cultures issues de pays plus chauds font progressivement leur apparition en Europe (p.ex. le sorgho).

Afin de mieux aider les agriculteurs luxembourgeois à s'adapter, la stratégie d'adaptation propose d'analyser les cultures (espèces ou variétés) pouvant être promues davantage en tenant compte de l'approche « One Health ». Des essais variétaux et culturaux et, le cas échéant, la mise en place de des régimes d'aides et conseils agricoles pourront être mis en place pour aider les exploitants en vue de cette diversification.

L'utilisation de cultures plus adaptées et résilientes permet également de lutter de manière préventive et curative contre les organismes nuisibles et les maladies. Les informations obtenues grâce aux nouvelles technologies

¹¹³ <https://agriculture.public.lu/de/veroeffentlichungen/agrarpolitik/gap-2023-2027/psn-pac-2023-2027.html>

aideront l'agriculture, la viticulture et l'horticulture à mieux choisir les semences et plants selon leurs besoins, mais aussi de manière ciblée sur les pathogènes existants véritablement dans la région.

En viticulture, l'indice de chaleur bioclimatique Huglin permet de classer les climats viticoles. Il s'agit d'un outil précieux pour évaluer les différences climatiques entre les régions viticoles ainsi que pour anticiper les impacts du réchauffement climatique sur la viticulture. L'institut viti-vinicole continuera de surveiller cet indice.

Autorité responsable : Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et de la Viticulture

Lien avec d'autres mesures : 4.3.7 (Economies d'eau), 4.13.5 (Techniques stress hydrique), 4.13.6 (Utilisation raisonnable de l'eau)

4.13.5 Promotion de techniques d'exploitation plus adaptées aux périodes de stress hydrique

Objectif de la mesure : Améliorer la résilience du secteur agricole.

Indicateur de suivi : Suivi des projets d'essai en vue de la mise en place d'un encadrement visant l'application des meilleures techniques identifiées pour une production agricole durable.

Description de la mesure : En vue de périodes de sécheresse accrues surtout dans les mois d'été, il s'avère opportun de promouvoir des modèles de gestion de pâturage plus adaptés aux conditions sèches (p.ex. pâturage dénommé holistique, régénératif, ou encore « mob grazing »).

Dans un contexte de restriction de l'accès à l'eau, il est également important de promouvoir des systèmes de production plus efficaces en consommation d'eau. En viticulture, bien que des températures plus chaudes offrent de nouvelles opportunités, elles présentent également des défis pour les viticulteurs. Des vagues de chaleur plus fréquentes et des périodes de sécheresse nécessiteront des stratégies de gestion de l'irrigation pour maintenir la qualité des raisins et la survie des jeunes vignes. L'Institut viti-vinicole, en collaboration avec des établissements de recherche, assure le suivi scientifique de parcelles viticoles expérimentales et la mise en place de projets de recherche liés au changement climatique. Les résultats de ces études doivent être amplement vulgarisés et intégrés dans le conseil viticole.

Autorité responsable : Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et de la Viticulture

Lien avec d'autres mesures : 4.3.7 (Economies d'eau), 4.13.10 (Diversité animale)

4.13.6 Utilisation rationnelle de la ressource en eau

Objectif de la mesure : Préserver les ressources en eau.

Indicateur de suivi : Développer un concept visant la gestion des eaux de pluies et/ou d'eaux usées traitées réutilisées à des fins d'irrigation

Description de la mesure : Dans le but de promouvoir une utilisation rationnelle et responsable de l'eau dans la production horticole, le Ministère de l'Environnement, du Climat et de la Biodiversité et le Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et de la Viticulture ont lancé des appels à projets pour la réalisation de projets pilotes illustrant l'applicabilité de nouvelles technologies dans le domaine de la gestion de l'eau. L'objectif étant de promouvoir des projets d'irrigation innovateurs qui exploitent au mieux les possibilités d'une production qui limite l'impact négatif sur les ressources en eau, et en particulier l'eau potable. Il s'agit notamment d'évaluer la faisabilité de récupérer l'eau de pluie issue de surfaces industrielles, de réutiliser l'eau traitée issue des stations d'épuration d'eaux usées et le stockage de l'eau prélevée dans des cours d'eau lors de périodes de pluie abondante pour éviter des effets négatifs pendant les périodes de sécheresse. Les conclusions de ces projets seront intégrées dans une étude scientifique permettant de mettre en place un régime d'aide ainsi que des structures pérennes pour mener à bien durablement cette réutilisation de l'eau à des fins d'irrigation. L'utilisation rationnelle de l'eau signifie également qu'il est nécessaire de prendre en compte le risque posé par les forages individuels utilisés par les exploitations agricoles. Les conclusions tirées des projets pilotes seront utilisées pour déterminer quelles solutions sont à développer et à soutenir par une politique d'aides publiques.

Autorité responsable : Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et de la Viticulture & Ministère de l'Environnement, du Climat et de la Biodiversité

Lien avec d'autres mesures : 4.3.7 (Economies d'eau), 4.13.4 (Cultures adaptées), 4.13.5 (Techniques stress hydrique)

4.13.7 Encourager et développer l'agroforesterie

Objectif de la mesure : Améliorer la résilience du secteur agricole.

Indicateur de suivi : Promouvoir la mise en place de projets d'agroforesterie

Description de la mesure : L'agroforesterie est l'association d'arbres et de cultures ou d'animaux sur la même parcelle. Cette pratique permet une meilleure utilisation des ressources, favorise la biodiversité et la création d'un microclimat favorisant

des rendements plus élevés. En associant arbres et cultures sur une même parcelle, elle contribue à la régénération des sols et à la restauration de la biodiversité, tout en produisant de la biomasse et en stockant ainsi du carbone. Les haies peuvent également contribuer à réduire l'utilisation de pesticides en offrant un habitat aux plantes auxiliaires. Mais il s'agit également d'une mesure qui fournit de l'ombre, protège du vent, réduit l'érosion des sols, etc. L'agroforesterie apporte une contribution importante à l'adaptation des systèmes agricoles et des zones rurales au changement climatique. La mise en œuvre d'un concept de conseil intégré en matière agricole – c'est-à-dire l'analyse simultanée des opportunités et contraintes agricoles et environnementales en vue d'une optimisation du bilan écologique et économique d'une entreprise agricole, en coopération entre le Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et de la Viticulture et le Ministère de l'Environnement, du Climat et de la Biodiversité avec leurs administrations constitue un levier important pour la planification et la réussite de tels projets. Les subsides ainsi que les formations pour les conseillers et exploitants constituent un autre pilier.

Autorité responsable : Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et de la Viticulture & Ministère de l'Environnement, du Climat et de la Biodiversité / Administration de la nature et des forêts

Lien avec d'autres mesures : 4.13.4 (Cultures adaptées), 4.13.7 (Klimafarming)

4.13.8 *« Train the trainer » : donner plus d'informations aux conseillers agricoles sur les conséquences des changements climatiques impactant le secteur agricole et sur les pratiques agricoles proposant des solutions*

Objectif de la mesure : Mieux informer les acteurs concernés permet de réduire les risques et d'augmenter le consentement pour la mise en place de mesures.

Indicateur de suivi : Promouvoir le régime d'aides de formation

Description de la mesure : Les effets du changement climatique s'inscrivent dans la durée mais peuvent apparaître petit à petit, ce qui rend la perception de ce changement plus difficile. Les connaissances scientifiques sur le climat s'améliorent, tout comme les nouvelles technologies disponibles en agriculture s'adaptent au fur et à mesure. Dans ce contexte de changement, il n'est pas nécessairement évident d'être au courant de tous les défis et les opportunités. Il est donc important que les conseillers agricoles puissent au mieux guider les exploitants dans leurs choix stratégiques. Or, cette fonction de conseil ne peut être efficace que sous condition que les conseillers agricoles soient eux-mêmes bien informés. La

stratégie d'adaptation propose de créer des modules de formation en relation avec le changement climatique pour que les agriculteurs puissent bénéficier du meilleur conseil disponible. Cette mesure doit travailler sur l'ensemble de la chaîne de connaissance : Chercheurs (LIST, UNI, chercheurs étranger, etc.), instituts et administrations techniques (ASTA, IBLA, CONVIS, etc.), Chambre d'agriculture, Conseillers agricoles, exploitants agricoles.

Autorité responsable : Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et de la Viticulture

Lien avec d'autres mesures : 4.16.1 (Sensibilisation à l'adaptation), 4.13.12 (Conseil agricole intégré)

4.13.9 Mise en œuvre d'un concept de conseil intégré en matière agricole

Objectif de la mesure : Mieux informer les acteurs concernés permet de réduire les risques et d'augmenter le consentement pour la mise en place de mesures.

Indicateur de suivi : Publication d'un concept

Description de la mesure : Au vu de l'étendue territoriale limitée du pays, de son développement économique et démographique et du développement du secteur agricole, une politique nationale proactive et couronnée de succès en matière de protection de la nature et de l'eau doit impérativement passer par un conseil intégré des exploitants agricoles, notamment ceux fortement concernées par des enjeux environnementaux. On entend par conseil intégré l'analyse simultanée des opportunités et contraintes agricoles et environnementales en vue d'une optimisation du bilan écologique et économique d'une entreprise agricole. Le conseil intégré vise ainsi à réduire, voire à éviter, des situations de conflits entre les aspirations de développement d'une entreprise et les contraintes liées à l'environnement.

Autorité responsable : Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et de la Viticulture

Lien avec d'autres mesures : 4.13 (Agriculture)

4.13.10 Expansion de la surveillance phytosanitaire et promotion du phytodiagnostic

Objectif de la mesure : Améliorer les connaissances scientifiques de l'impact du changement climatique sur le secteur agricole afin de mettre en place des mesures adaptées.

Indicateur de suivi : Nombres d'analyses/surveillances/suivis effectués

Description de la mesure : Le changement climatique favorise l'émergence et la propagation de nouveaux organismes nuisibles dans l'Union européenne. La libre circulation des marchandises et le tourisme international facilitent leur dispersion. Ces organismes peuvent désormais s'installer dans des régions où ils étaient auparavant absents, menaçant la santé des plantes, les rendements agricoles, et les écosystèmes. Une surveillance élargie, alignée sur les directives de l'EFSA, est nécessaire pour détecter rapidement ces menaces et intervenir de manière proactive. Le phytodiagnostic joue ici un rôle clé, assurant la détection précoce des pathogènes et permettant une intervention immédiate, limitant les dégâts et préservant les sols, l'eau, les forêts, et la biodiversité. Cela vise à protéger les cultures, soutenir la production alimentaire nationale, et limiter les risques liés à l'utilisation d'eau non traitée pour l'irrigation.

Autorité responsable : Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et de la Viticulture

Lien avec d'autres mesures : 4.13 (Agriculture), 4.12 (Sylviculture), 4.14 (Biodiversité et écosystèmes), 4.15 (Coopération régionale et internationale)

4.13.11 Promouvoir les couvertures d'assurance contre les risques relatifs aux phénomènes climatiques

Objectif de la mesure : Réduire la vulnérabilité agricole par le biais de couvertures d'assurance contre les pertes de récolte causées par le climat.

Indicateur de suivi : Campagnes mises en place pour promouvoir les couvertures d'assurance

Description de la mesure : Les étapes suivantes sont à fixer pour mettre en œuvre cette mesure :

Dans le secteur de la production végétale (cultures arables, paries temporaires et permanentes) de même que dans le secteur du maraîchage ainsi que des fruits et légumes, les contrats d'assurance contre les pertes de récolte sont promus.

Afin d'augmenter l'offre de couverture d'assurance pour les acteurs dans ces secteurs, le contact avec des courtiers et/ou experts dans ce type d'assurances sera cherché.

Au niveau des risques liés aux organismes nuisibles aux végétaux une analyse sera faite pour estimer l'envergure et les risques réels pour notre production.

La stratégie à suivre ensuite est à définir sur la base des résultats de cette analyse, en coopération avec le secteur des assurances.

Autorité responsable : Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et de la Viticulture

Lien avec d'autres mesures : **Error! Reference source not found.** (Gestion des crises et des catastrophes naturelles), **Error! Reference source not found.** (Eau) et **Error! Reference source not found.** (Economie)

4.13.12 Encourager la transition vers une alimentation durable

Objectif de la mesure : Réduire la consommation de ressources.

Indicateur de suivi : Sensibiliser tous les citoyens à une alimentation plus en adéquation avec les changements climatiques

Description de la mesure : Les citoyens, par leur mode de consommation, sont des consom'acteurs. En privilégiant les circuits courts et en achetant des produits locaux et de saison, ils limitent la pollution et contribuent ainsi à la réduction des émissions de gaz à effet de serre liées au transport des aliments. De plus, grâce au circuit court, qui favorise la communication entre consommateurs et producteurs, le consom'acteur est responsabilisé et prend conscience de toutes les étapes du cycle de vie d'un produit. Cela permet également d'éclairer le choix des consommateurs en leur montrant la diversité de la production agricole nationale. L'ambition est d'augmenter le niveau d'information des citoyens afin d'impulser une prise de conscience collective des enjeux climatiques. Cette sensibilisation doit s'opérer à tous les âges de la vie, de l'école à la vie adulte. Elle doit orienter les comportements des consommateurs vers les produits issus d'une agriculture résiliente respectant la saisonnalité et orientée davantage sur des denrées alimentaires végétales locales. Lors de la mise en place de cette mesure, il sera important d'y associer le Ministère de la Santé et la Direction de la santé, notamment en lien avec le plan « Gesond iessen, méi beweegen »,

Autorité responsable : Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et de la Viticulture

Lien avec d'autres mesures : 4.13 (Agriculture)

4.13.13 Renforcement de la lutte contre le gaspillage alimentaire

Objectif de la mesure : Réduire la consommation de ressources.

Indicateur de suivi : faire une étude / Sensibilisation et (in)formation de tous les acteurs de la fourche à la fourchette sur les conséquences du gaspillage alimentaire

Description de la mesure : Les pertes et le gaspillage alimentaires représentent un défi urgent à l'échelle mondiale et, s'ils ne sont pas maîtrisés, auront de graves conséquences sur le climat, la sécurité alimentaire et la gestion des ressources naturelles : (FAO 29.09.22) »

Une lutte renforcée contre le gaspillage alimentaire permet de réduire considérablement les émissions mondiales de gaz à effet de serre, sachant que le gaspillage a lieu à tous les stades de la chaîne de production alimentaire (production agricole, transformation, distribution, consommation) (cf. www.antigaspi.lu). Depuis le début de la campagne de sensibilisation en 2016 un bon nombre de projets et d'initiatives ont vu le jour. Il est dès lors important d'analyser et d'évaluer les actions existantes, afin d'identifier les besoins d'accompagnement et de formation ciblés et des pistes de recommandation pour faire évoluer les pratiques, ceci avec le souci de la mutualisation.

Autorité responsable : Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et de la Viticulture

Lien avec d'autres mesures : 4.13 (Agriculture)

4.13.14 Analyser des impacts du changement climatique sur la santé animale et gestion des espèces invasives

Objectif de la mesure : Améliorer la résilience du secteur agricole en analysant et évaluant les effets du changement climatique sur la santé animale et en limitant l'expansion des espèces invasives susceptibles d'affecter la santé animale et publique.

Indicateur de suivi : Mise en œuvre des recommandations des études sur le changement climatique et adoption de programmes de gestion des EEE.

Description de la mesure : Cette mesure vise à intégrer les connaissances scientifiques sur les impacts du changement climatique sur la santé animale, en mettant en œuvre les recommandations des études pertinentes et en surveillant les besoins de recherches supplémentaires. Parallèlement, elle prévoit la mise en place de programmes pour gérer les espèces exotiques envahissantes (EEE), dont la prolifération peut être facilitée par les changements climatiques, menaçant la biodiversité et la santé animale. La mesure inclut également la surveillance et la gestion proactive des risques posés par ces espèces, comme le moustique tigre, vecteur de maladies.

Autorité responsable : Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et de la Viticulture

Lien avec d'autres mesures : 4.2 .1 (Santé) (cette mesure est uniquement ciblée sur la santé humaine et ne considère pas l'aspect santé animal et le contexte One Health)

4.14 Biodiversité et écosystèmes

4.14.1	Evaluer régulièrement les conséquences actuelles et futures du changement climatique sur la biodiversité
4.14.2	Déployer et consolider un réseau cohérent et efficace de zones protégées
4.14.3	Soutenir la mise en place des plans de maillage verts au niveau communal
4.14.4	Restauration et gestion des zones humides
4.14.5	Introduction de subvention pour les écosystèmes (« Klimabonus-Mouer »)
4.14.6	Analyser et adapter les subventions existantes en lien avec la biodiversité
4.14.7	Surveiller l'évolution des espèces exotiques envahissantes

4.14.1 Evaluer régulièrement les conséquences actuelles et futures du changement climatique sur la biodiversité

Objectif de la mesure : Améliorer les connaissances scientifiques de l'impact du changement climatique sur le secteur de biodiversité, permettant par la suite de prendre les mesures adéquates.

Indicateur de suivi : Réalisation d'une étude pour le contexte luxembourgeois, Monitoring régulier en place

Description de la mesure : Les écosystèmes nous fournissent des biens et services nécessaires à notre bien-être et à notre développement et peuvent nous protéger contre les menaces climatiques. La protection de la nature n'est dès lors pas une fin en soi, mais en protégeant les écosystèmes, nous contribuons en premier lieu à protéger les activités humaines. La mise à jour régulière des connaissances scientifiques sur les impacts du changement climatique au Luxembourg et sur les mesures à mettre en place pour atténuer ces effets constitue un élément essentiel pour chaque secteur. Connaître l'impact du changement climatique sur la biodiversité nous permet de savoir quels systèmes écosystémiques essentiels la nature n'arrive plus entièrement à nous fournir, et nous donnera si possible l'opportunité de remédier à cette situation. Pour ce faire, la mise en place d'un monitoring systématique pour les écosystèmes tels que les forêts, les forêts riveraines, les milieux humides, les prairies, etc. particulièrement vulnérables est nécessaire. Il est également nécessaire de mettre en place des indicateurs pouvant démontrer le lien entre la perte de biodiversité et le changement climatique. Enfin, la vérification et l'acquisition de nouvelles connaissances doivent être diffusées de manière transparente envers les acteurs concernés.

Autorité responsable : Ministère de l'Environnement, du Climat et de la Biodiversité / Administration de la nature et des forêts

Lien avec d'autres mesures : 4.14 (Biodiversité et écosystèmes)

4.14.2 Déployer et consolider un réseau cohérent et efficace de zones protégées

Objectif de la mesure : Améliorer la résilience des écosystèmes.

Indicateur de suivi : Apporter une protection juridique à un minimum de 30% de la superficie du territoire national, dont 10% de protection stricte et assurer la gestion efficace de toutes les zones protégées (voir chapitre 5 du PNPN3)

Description de la mesure : La politique en matière d'adaptation aux effets du changement climatique est intimement liée aux objectifs en matière de protection, conservation et restauration de la biodiversité, aux objectifs en matière de protection d'eau (potable, cours d'eau et inondations) et aux objectifs en matière de protection des forêts. La mise en place de zones de protection et surtout la cohérence et la mise en réseau de ces zones protégées bénéficieront grandement à l'atteinte des objectifs d'adaptation aux effets du changement climatique. Il ne suffit toutefois pas seulement de désigner les zones protégées juridiquement, il est essentiel d'appliquer les mesures appropriées (réglementaires, administratives ou contractuelles) et de gérer efficacement ces zones protégées en vue d'améliorer la résilience des écosystèmes et de leurs services, favorables à l'adaptation au changement climatique. Cette mesure a comme objectif de soutenir la réalisation des mesures prévues par le PNPN3 et vise particulièrement les sites correspondant à des écosystèmes riches en termes de biodiversité et qui fournissent également d'importants services comme le captage ou le stockage du carbone, ou l'atténuation des catastrophes naturelles liées au changement climatique. Ainsi, il convient de protéger strictement les forêts anciennes ou caractérisées par des arbres âgés, les grands massifs forestiers, respectivement de définir les forêts à mettre sous évolution libre, incluant des zones de quiétude. Il convient également de protéger strictement les sites abritant d'autres écosystèmes riches en carbone tels que les marais, tourbières et autres zones humides, ainsi que de manière générale les herbages sensibles et riches en espèces, incluant les prairies et pâtures mésophiles, ou encore les zones inondables naturelles qui sont capables d'atténuer les effets des intempéries ou inondations.

Autorité responsable : Ministère de l'Environnement, du Climat et de la Biodiversité / Administration de la nature et des forêts

Lien avec d'autres mesures : 4.3.8 (Protection eau potable), 4.6.1 (Pacte Nature)

4.14.3 Soutenir la mise en place des plans de maillage verts au niveau communal

Objectif de la mesure : Verdissement de l'espace public.

Indicateur de suivi : 50 % de communes ayant un plan de maillage en place d'ici 2030

Description de la mesure : Un maillage vert au niveau communal contribue à la préservation du patrimoine biologique et permet d'accroître la biodiversité. Il implique également une réduction du risque d'inondation due à l'imperméabilisation des sols et évite l'érosion du sol. Un maillage vert au niveau communal peut également lutter contre les îlots de chaleur et est dès lors bénéfique pour le bien-être de la population. Un maillage vert à l'échelle communal peut également intégrer des aspects liés à l'eau dans un maillage « pluie », à l'exemple du maillage pluie de la région bruxelloise¹¹⁴.

La mesure consiste à soutenir les communes dans la mise en place de stratégies au niveau communal. Lors de la mise en place de ces plans de maillage, il est important de maintenir les espaces verts existants dans les espaces urbains et de valoriser leurs interconnexions avec le paysage ouvert.

Autorité responsable : Communes (suivi Ministère de l'Environnement, du Climat et de la Biodiversité)

Lien avec d'autres mesures : 4.5.2 (Verdissement espace public), 4.5.4 (Plantation d'arbres), 4.6.1 (Pacte Nature), 4.6.2 (Stratégie d'adaptation locale), 4.6.4 (Recueil d'idées PAG), 4.6.6 (Corridors d'air)

4.14.4 Restauration et gestion des zones humides

Objectif de la mesure : Améliorer la résilience des écosystèmes.

Indicateur de suivi : Création et amélioration de 1375 ha de zones humides, 1048 eaux stagnantes (BK08) (cf objectifs fixés à l'annexe D du PNPN3 pour les milieux humides)

Description de la mesure : Une zone humide est une zone de terre intérieure ou côtière partiellement recouverte ou saturée d'eau. Les zones humides sont des écosystèmes vitaux qui abritent à l'échelle mondiale 40 % des espèces de la planète. De plus, les milieux humides sont considérées comme des amortisseurs du changement climatique car ils stockent le carbone atmosphérique en empêchant de grandes quantités de CO₂ de rejoindre l'atmosphère. A cela s'ajoute qu'ils absorbent l'eau et freinent sa circulation, réduisant ainsi les crues et les inondations et limitent également les sécheresses grâce à leur fonction de réservoir d'eau. Bien qu'elles jouent un rôle crucial dans la lutte contre le changement climatique, elles sont menacées. La restauration ainsi que

¹¹⁴ <https://environnement.brussels/pro/outils-et-donnees/cartes/la-carte-maillage-pluie#quest-ce-que-le-maillage-pluie>

l'entretien de zones humides doivent notamment être mises en place par le soutien de divers projets de renaturation, la mise en place de nouvelles formes de cultures sylvicoles ou agricoles avec une gestion appropriée aux zones humides, la restauration d'étangs, de mares, etc.

Autorité responsable : Ministère de l'Environnement, du Climat et de la Biodiversité / Administration de la nature et des forêts

Lien avec d'autres mesures : 4.2.3 (Plateforme One Health), 4.2.4 (Surveillance maladies infectieuses), 4.13.16 (Mettre en place des mesures contre les espèces invasives pouvant impacter la santé animale)

4.14.5 Introduction de subvention pour les écosystèmes (« Klimabonus-Mouer »)

Objectif de la mesure : Soutenir la mise en place de mesures de création et de préservation de mares et zones humides afin de renforcer la résilience des écosystèmes.

Indicateur de suivi : Mise en place d'un système de subvention, publication d'un guide de bonnes pratiques

Description de la mesure : Différents écosystèmes jouent un rôle essentiel pour l'environnement et profitent également à la société. Les marais et les zones humides, par exemple, stockent beaucoup de carbone et sont un berceau de biodiversité. Comme prévu dans l'accord de coalition 2023-2028, le Gouvernement introduira un programme supplémentaire de subventions pour soutenir les propriétaires privés à mettre en œuvre des mesures visant à renforcer la biodiversité sur leur terrain. En soutenant activement les propriétaires de terrains pour la préservation et la création de marais et de zones humides par la mise en place d'un système de subvention, le Gouvernement contribuera à améliorer la connectivité hydrologique latérale. Les zones humides pourront ainsi pleinement fournir leurs services écosystémiques en régulant le régime hydrique, contribuant ainsi à la protection face aux inondations et limitant les effets des sécheresses.

Autorité responsable : Ministère de l'Environnement, du Climat et de la Biodiversité / Administration de la nature et des forêts

Lien avec d'autres mesures : 4.3.1 (Renaturations), 4.3.6 (Plan Sécheresse), 4.6.1 (Pacte Nature)

4.14.6 Analyser et adapter les subventions existantes en lien avec la biodiversité

Objectif de la mesure : Mieux informer les décideurs politiques et d'augmenter le consentement de la société pour la mise en place de mesures.

Indicateur de suivi : Réalisation d'une étude et adoption d'une feuille de route pour atteindre les objectifs

Description de la mesure : Les subventions nuisibles à la santé et à l'environnement représentent une double charge : d'une part, en tant que dépenses excédentaires de l'État et pertes de recettes fiscales ; d'autre part, en raison de l'augmentation des coûts des dommages causés à l'environnement et à la santé. En 2023, l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) a indiqué que les coûts cachés des systèmes agroalimentaires représentent au moins 10 000 milliards d'USD au niveau mondial, soit 10% du PIB mondial^{115 116}. Selon la FAO, ce problème touche tous les pays. Le terme "subvention" doit être défini au sens large. Outre les aides financières et les avantages fiscaux, les subventions indirectes qui n'ont pas d'incidence budgétaire directe doivent également être examinées afin de détecter d'éventuelles effets négatifs sur l'environnement. L'analyse des subventions doit également concerner les subventions existantes ayant pour but de favoriser la biodiversité. Une analyse peut notamment indiquer comment mieux promouvoir ces aides. Dans ce cadre, les analyses doivent prendre en compte le maintien d'une production agricole durable contribuant à une sécurité alimentaire. Cette mesure s'inscrit dans la logique du « Do No Significant Harm »¹¹⁷

Autorité responsable : Ministère de l'Environnement, du Climat et de la Biodiversité

Lien avec d'autres mesures : 4.14.1 (Impacts Biodiversité)

4.14.7 Surveiller l'évolution des espèces exotiques envahissantes

Objectif de la mesure : Améliorer les connaissances scientifiques, permettant par la suite de prendre les mesures adéquates.

Indicateur de suivi : Régulièrement publier l'état des espèces exotiques envahissantes au Luxembourg

Description de la mesure : Les espèces exotiques envahissantes (EEE), aussi appelées espèces invasives, sont des animaux, des plantes ou autres organismes introduits délibérément ou accidentellement dans un environnement naturel hors de leur aire de

¹¹⁵ <https://www.fao.org/newsroom/detail/hidden-costs-of-global-agrifood-systems-worth-at-least--10-trillion/fr>

¹¹⁶ <https://www.fao.org/3/cc7724en/cc7724en.pdf>

¹¹⁷ https://knowledge4policy.ec.europa.eu/glossary-item/do-no-significant-harm_en

distribution naturelle. Dans leur nouvel environnement, ces espèces peuvent avoir un impact notable sur la biodiversité ou encore causer des problèmes liés à la santé publique ou à l'économie. La lutte contre les espèces envahissantes constitue un des grands défis dans le domaine de la conservation de la biodiversité. Il est important d'en prendre conscience et de prendre les mesures adéquates pour y faire face. Au Luxembourg, cette gestion se présente sous la forme de Plans d'action pour espèces exotiques envahissantes (PA EEE)¹¹⁸. Au vu du changement climatique, il est important de régulièrement mettre à jour la liste des EEE ainsi que les plans et les mesures ayant pour but de réduire l'impact des EEE. Afin de pouvoir évaluer si les mesures décidées sont efficaces, il est nécessaire de surveiller l'évolution des EEE au Luxembourg.

Autorité responsable : Ministère de l'Environnement, du Climat et de la Biodiversité / Administration de la nature et des forêts

Lien avec d'autres mesures : 4.2.3 (Plateforme One Health),

¹¹⁸ https://environnement.public.lu/fr/natur/biodiversite/plan_d_action_especes_et_habitats1/luttecontrelesee/gestion.html

4.15 Coopération régionale et internationale

4.15.1	Promouvoir la coopération transfrontière en matière d'adaptation et de sujets liés (eau)
4.15.2	Prendre en compte l'adaptation au changement climatique dans le cadre du financement climatique international et de la coopération au développement et de l'action humanitaire
4.15.3	Climat-ADAPT : Mise en réseau des communes
4.15.4	Promouvoir les accords internationaux en lien avec le changement climatique
4.15.5	Prise en compte de l'adaptation aux effets du changement climatique dans l'implémentation du Protocole Eau et Santé de la CEE-ONU
4.15.6	Renforcer la coopération en matière de sécurité civile dans la Grande Région

4.15.1 Promouvoir la coopération transfrontière en matière d'adaptation et de sujets liés (eau)

Objectif de la mesure : Améliorer le partage d'expérience.

Indicateur de suivi : Participation active aux groupes de travail régionaux et internationaux en lien avec le changement climatique

Description de la mesure : Les effets du changement climatique se manifestent à un rythme accéléré et ne se limitent pas aux frontières nationales. Il est donc nécessaire d'élaborer des mesures transfrontalières, qui s'articulent autour d'une meilleure évaluation préventive des risques et des dommages humains et économiques possibles, afin de les minimiser et de les anticiper, tout en assurant un cadre de vie de qualité aux citoyens. Les paysages et les structures gouvernementales de la région du Benelux sont à la fois similaires et variés. Cette région constitue donc une excellente plateforme pour tester, par le biais de la coopération, les mesures nécessaires à prendre, dans le cadre des stratégies nationales et européennes. Une réponse multilatérale à l'adaptation au changement climatique est donc importante pour faire face aux risques climatiques transfrontaliers. A cela s'ajoute également que les limites administratives ne couvrent pas les limites naturelles, tels que les bassins versants des cours d'eau. Membre des Commissions Internationales pour la Protection du Rhin, de la Commission Internationale pour la Protection de la Meuse, ainsi que de la Commission internationale pour la Protection de la Moselle et de la Saar, le Luxembourg peut utiliser ces plateformes pour améliorer sa résilience face aux effets du changement climatique, notamment face aux inondations. En outre, les régions fonctionnelles transfrontalières mises en place dans la Grande-Région sont également un levier important en matière d'adaptation aux effets du changement climatique. Il devra être veillé à ce que les projets issus de la coopération à l'échelle de la région fonctionnelle du Luxembourg ainsi qu'au niveau de la Grande Région tiennent compte de la

stratégie d'adaptation au changement climatique. Enfin, les travaux menés dans le cadre de la convention sur la protection et l'utilisation des cours d'eau transfrontières et des lacs internationaux (Convention sur l'eau des Nations Unies) permettent également d'atteindre les objectifs d'adaptation dans un contexte transfrontière.

Autorité responsable : Ministère de l'Environnement, du Climat et de la Biodiversité / Administration de la gestion de l'eau & Ministère du Logement et de l'Aménagement du territoire

Lien avec d'autres mesures : 4.3.1 (Renaturations), 4.15.3 (Climate Adapt), 4.15.4 (Accords internationaux), 4.15.5 (UN Water Convention & Protocol)

4.15.2 Prendre en compte l'adaptation au changement climatique dans le cadre du financement climatique international et de la coopération au développement et de l'action humanitaire

Objectif de la mesure : Atteindre la Parité entre le financement de l'adaptation et de l'atténuation

Indicateur de suivi : Pourcentage des financements en matière d'adaptation (50% des dépenses du Fonds climat et énergie d'ici 2035)

Description de la mesure : Le changement climatique menace à grande échelle les moyens de subsistance des populations du monde entier et obligera des millions de personnes à fuir leur foyer en raison des catastrophes environnementales. Grâce au soutien de projets à travers le financement climatique international ainsi que de l'aide publique au développement, le Luxembourg contribue à développer leur résilience face aux risques environnementaux croissants. Néanmoins, les financements climatiques pour l'adaptation au climat ont longtemps reçu moins d'attention que le financement de l'atténuation, alors que l'adaptation joue un rôle clé dans le renforcement de la résilience climatique. Afin d'attirer davantage de financement de la part des banques multilatérales de développement, il est nécessaire de rendre l'adaptation plus « bankable ». La stratégie luxembourgeoise en matière de financement climatique international additionnel à l'aide publique au développement vise pour cela une répartition équilibrée entre les activités d'adaptation au et d'atténuation du changement climatique et favorisera des actions intégrées pour le climat et la réduction de la pollution dans les pays en développement. La Stratégie Environnement et Changement climatique à 2030 de la Coopération luxembourgeoise prévoit par ailleurs une intégration systématique des considérations environnementales et climatiques dans les actions de coopération au développement.

Autorité responsable : Ministère de l'Environnement, du Climat et de la Biodiversité & Ministère des Affaires étrangères et européennes, de la Défense, de la Coopération et du Commerce extérieur

Lien avec d'autres mesures : /

4.15.3 Climat-ADAPT : Mise en réseau des communes

Objectif de la mesure : Améliorer le partage d'expérience.

Indicateur de suivi : Mise en réseau

Description de la mesure : La plateforme européenne d'adaptation au climat "Climate-ADAPT" est un partenariat entre la Commission européenne et l'Agence européenne pour l'environnement¹¹⁹. Climate-ADAPT vise à aider l'Europe à s'adapter au changement climatique en aidant les utilisateurs à accéder aux données et aux informations et à les partager. La plateforme comprend une base de données qui contient des informations dont la qualité a été vérifiée et qui peuvent être facilement consultées. L'objectif de la stratégie d'adaptation est d'encourager les acteurs communaux et régionaux à participer aux échanges internationaux en matière d'adaptation aux effets du changement climatique.

Autorité responsable : Ministère de l'Environnement, du Climat et de la Biodiversité

Lien avec d'autres mesures : 4.1.2 (Plan local résilience), 4.3.4 (Plan risque inondation), 4.5.2 (Verdissement espace public), 4.6.1 (Pacte Nature), 4.6.2 (Stratégie d'adaptation locale), 4.6.4 (Recueil d'idées PAG), 4.6.6 (Corridors d'air), 4.16.1 (Sensibilisation à l'adaptation),

4.15.4 Promouvoir les accords internationaux en lien avec le changement climatique

Objectif de la mesure : Améliorer le partage d'expérience.

Indicateur de suivi : Soutien et participation active aux groupes de travail internationaux : Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques (UNFCCC), Convention sur la protection et l'utilisation des cours d'eau transfrontières et des lacs internationaux (UNECE Water Convention) & Protocol sur l'eau et la Santé, Convention sur la diversité biologique (CBD), Convention des Nations unies sur la lutte contre la désertification (UNCCD), Assemblée ONU Environnement (UNEA), etc.

Description de la mesure : Le changement climatique est un phénomène mondial, d'où l'importance d'également répondre à ce défi dans un contexte global. En tant que Partie

¹¹⁹ <https://climate-adapt.eea.europa.eu/>

Membre aux différentes Conventions des Nations Unies sur le changement climatique (UNFCCC), sur l'eau (UNECE Water Convention et le Protocole sur l'eau et la santé), sur la biodiversité (CBD et UNEA) et sur la lutte contre la désertification (UNCCD), une participation active aux groupes de travail permet de renforcer les échanges avec d'autres pays et contribue ainsi à l'acquisition et au partage des connaissances. En s'engageant dans le cadre de ces conventions, le Luxembourg contribue à favoriser une politique globale plus résiliente face aux défis du changement climatique. En soutenant ces accords internationaux, le Luxembourg poursuivra son engagement en faveur d'institutions multilatérales fortes et contribuera à la mise en œuvre des objectifs de développement durable des Nations unies. Étant au cœur de la triple crise planétaire, l'eau est un sujet essentiel pour faire face à ces multiples défis. Le Luxembourg peut contribuer à la réalisation de ces objectifs au niveau mondial, en soutenant les travaux de la Convention des Nations Unies sur l'eau et en la promouvant auprès d'autres acteurs.

Autorité responsable : Ministère de l'Environnement, du Climat et de la Biodiversité & Ministère des Affaires étrangères et européennes, de la Défense, de la Coopération et du Commerce extérieur

Lien avec d'autres mesures : 4.15.1 (Coopération transfrontière), 4.15.5 (UN Water Convention & Protocol)

4.15.5 Prise en compte de l'adaptation aux effets du changement climatique dans l'implémentation du Protocol Eau et Santé de la CEE-ONU

Objectif de la mesure : Améliorer la résilience du secteur de l'eau.

Indicateur de suivi : Révision des objectifs (Article 6) en intégrant à l'adaptation et la résilience climatique.

Description de la mesure : Le Protocole sur l'eau et la santé à la Convention de 1992 sur la protection et l'utilisation des cours d'eau transfrontières et des lacs internationaux est un accord international juridiquement contraignant pour les pays de la région paneuropéenne. Son objectif est de protéger la santé et le bien-être des populations en gérant l'eau de manière durable et en prévenant et combattant les maladies liées à l'eau. L'une des principales obligations en vertu du Protocole consiste à définir des objectifs concrets et mesurables concernant l'eau, l'assainissement, l'hygiène et la santé qui permettraient une amélioration progressive, en tenant compte des besoins, des priorités et de la situation socioéconomique des pays. Vu que l'eau et la santé sont deux thématiques fortement liés au changement climatique, un aspect gagnant-gagnant est possible si la notion d'adaptation est prise en compte lors de la révision des objectifs sous le protocole.

Autorité responsable : Ministère de l'Environnement, du Climat et de la Biodiversité

Lien avec d'autres mesures : 4.15.1 (Coopération transfrontière), 4.15.4 (Accords internationaux)

4.15.6 Renforcer la coopération en matière de sécurité civile dans la Grande Région

Objectif de la mesure : Améliorer le partage d'expérience.

Indicateur de suivi : Mise en place d'un service commun de coordination en cas de catastrophe dans la Grande Région

Description de la mesure : Les événements climatiques extrêmes, tels que les inondations ou tempêtes ne s'arrêtent pas aux frontières. De plus, vu le contexte luxembourgeois avec la spécificité des travailleurs frontaliers, des événements d'une grande ampleur ayant lieu dans la Grande-Région, auront nécessairement des répercussions pour le Grand-Duché. La collaboration avec les autorités des autres pays est donc importante pour d'une part bien se préparer à un événement et d'autre part pour agir lors d'une crise ou après que celle-ci ait eu lieu. Un groupe de travail commun « Protection de la population, pompiers et services de secours » existe afin de renforcer la coopération. La présente mesure propose de poursuivre cette collaboration en vue de la création d'une structure ou d'un service commun de coordination en cas de catastrophe dans la Grande Région. Un tel organe de coordination permettrait de se réunir et de maîtriser très rapidement la situation de crise, ce qui renforcerait la résilience de toute la Grande Région.

Autorité responsable : Ministère des Affaires intérieures / Corps grand-ducal d'incendie et de secours

Lien avec d'autres mesures : 4.1 (Gestion des crises et des catastrophes naturelles), 4.15.1 (Coopération transfrontière)

4.16 Education, Communication et Sensibilisation

4.16.1	Campagnes de sensibilisation auprès des communes et des particuliers
4.16.2	Valoriser les projets individuels et communaux
4.16.3	Éducation aux enjeux climatiques
4.16.4	L'enjeu de l'adaptation au changement climatique sera intégré dans le cadre du cycle de formation pour élus locaux
4.16.5	Prévoir des cours liés aux enjeux climatiques et environnementaux pour tous les fonctionnaires stagiaires
4.16.6	Campagnes de sensibilisation auprès des professionnels du secteur de la construction et des agents des promoteurs et maîtres d'ouvrages publics
4.16.7	Mise en œuvre d'un outil de sensibilisation pour les jeunes
4.16.8	Cofinancement d'initiatives promouvant la consommation responsable
4.17.9	Lutter contre la désinformation

4.16.1 Campagnes de sensibilisation auprès des administrations publiques, des communes et des particuliers

Objectif de la mesure : Mieux informer les communes permet de réduire les risques et d'augmenter le consentement de la société pour la mise en place de mesures.

Indicateur de suivi : Campagne de sensibilisation, publication de guides pratiques

Description de la mesure : Les communes, les administrations publiques de l'Etat et les citoyens sont d'important acteur pour l'adaptation aux effets du changement climatique au niveau local. Elles peuvent également prendre des mesures afin de limiter les effets pour des tierces parties (rétention d'eau, création de surfaces vertes, valorisation de l'eau potable, protection face aux îlots de chaleur, etc.). Chaque citoyen doit participer et apporter sa contribution à la transition énergétique. Le Luxembourg organisera régulièrement des campagnes de sensibilisation afin d'accroître la prise de conscience des défis que nous devons collectivement relever. Ainsi, les médias publics seront impliqués afin d'inciter les gens à opter consciemment pour des alternatives respectueuses du climat.

Autorité responsable : Ministère de l'Environnement, du Climat et de la Biodiversité

Lien avec d'autres mesures : 4.1.2 (Plan local résilience), 4.2.5 (Community engagement), 4.3.4 (Plan risque inondation), 4.4.5 (Participation publique)

4.16.2 Valoriser les projets individuels et communaux

Objectif de la mesure : Améliorer le partage d'expérience et inciter les acteurs à mettre en place des mesures.

Indicateur de suivi : Remise de prix

Description de la mesure : Afin de motiver et de sensibiliser les acteurs locaux à l'implémentation de mesures d'adaptation aux effets du changement climatique, il est important d'une part soutenir les acteurs dans la mise en œuvre de mesures, mais d'autre part également de valoriser les bons exemples mis en place. La création d'un système de récompense et de valorisation pour inspirer d'autres acteurs est bénéfique pour la multiplication d'actions d'adaptation. Ce genre d'initiative existe dans d'autres pays européens, où les communes peuvent soumettre un projet et seront récompensées à leur juste valeur¹²⁰. Ceci permet également de créer une plateforme où les communes peuvent s'inspirer.

Autorité responsable : Ministère de l'Environnement, du Climat et de la Biodiversité

Lien avec d'autres mesures : 4.4.5 (Participation publique)

4.16.3 Éducation aux enjeux climatiques

Objectif de la mesure : Mieux informer la population permet de réduire les risques et d'augmenter le consentement de la société pour la mise en place de mesures.

Indicateur de suivi : Intégration d'aspects climatiques et environnementaux dans l'éducation formelle et non-formelle

Description de la mesure : Vu que les défis du changement climatique toucheront davantage les générations futures, il est particulièrement important d'informer et de sensibiliser les plus jeunes à cette problématique. La stratégie d'adaptation consiste à intégrer la thématique liée au changement climatique, à la décarbonation et à l'adaptation au changement climatique dans le cursus scolaire comme partie intégrante, dans les programmes éducatifs de l'éducation fondamentale et secondaire. La diffusion d'informations et la mise à disposition de modules pédagogiques pourront être réalisées dans le cadre de la plateforme de l'éducation à l'environnement et au développement durable. Cette action pourra s'appuyer sur la dynamique qui sera impulsée par la publication successive des rapports du GIEC. Ces approches pédagogiques ont pour objectif d'inciter les enfants et les jeunes à adopter assez tôt une

¹²⁰ <https://www.adaptterraawards.cz/en/Database>

attitude responsable vis-à-vis de l'environnement et des ressources naturelles en leur transmettant des connaissances appropriées.

Autorité responsable : Ministère de l'Éducation nationale, de l'Enfance et de la Jeunesse

Lien avec d'autres mesures : 4.2.5 (Community engagement), 4.16.1 (Sensibilisation à l'adaptation)

4.16.4 L'enjeu de l'adaptation au changement climatique sera intégré dans le cadre du cycle de formation pour élus locaux.

Objectif de la mesure : Mieux informer la population permet de réduire les risques et d'augmenter le consentement de la société pour la mise en place de mesures.

Indicateur de suivi : Mise en place d'un module dédié au climat

Description de la mesure : L'Institut national d'administration publique et le Syvicol, en collaboration avec les ministères de la Fonction publique et des Affaires intérieures, organisent des cycles de formation pour les élus locaux. Le cycle de formation est constitué de 8 modules portant sur : la législation communale, les finances communales, les questions liées au personnel et la défense des intérêts communaux, l'aménagement et le logement, l'éducation, l'eau et environnement ainsi que sur les aspects sociaux. Sachant que les défis du changement climatique touchent tous les aspects politiques (environnement, sécurité, finances, aménagement), la stratégie d'adaptation propose la création d'un nouveau module spécialement dédié aux questions et aux enjeux climatiques. Ce module concernerait les aspects de l'adaptation et de la mitigation.

Autorité responsable : SYVICOL (suivi Ministère des Affaires intérieures)

Lien avec d'autres mesures : 4.16.1 (Sensibilisation à l'adaptation)

4.16.5 Prévoir des cours liés au enjeux climatiques et environnementaux pour tous les fonctionnaires stagiaires.

Objectif de la mesure : Mieux informer la population permet de réduire les risques et d'augmenter le consentement de la société pour la mise en place de mesures.

Indicateur de suivi : Mise en place d'un module dédié au climat

Description de la mesure : Comme les effets du changement climatique touchent tous les aspects politiques et concernent tous les ministères et administrations publiques, la stratégie d'adaptation propose la création de cours spécialement dédiés aux enjeux du développement durable dans le cadre des formations du « tronc commun » ainsi que de la formation continue organisées par l'INAP. Ce module pourrait également thématiser les aspects climatiques, dont l'adaptation aux effets du changement climatique.

Autorité responsable : INAP (suivi Ministère de la Fonction publique)

Lien avec d'autres mesures : 4.16.1 (Sensibilisation à l'adaptation)

4.16.6 Campagnes de sensibilisation auprès des professionnels du secteur de la construction et des agents des promoteurs et maîtres d'ouvrages publics

Objectif de la mesure : Mieux informer la population permet de réduire les risques et d'augmenter le consentement de la société pour la mise en place de mesures.

Indicateur de suivi : Campagne de sensibilisation

Description de la mesure : Nombreuses mesures contenues dans la stratégie d'adaptation impacteront directement les professionnels du secteur de la construction ainsi que les promoteurs et maîtres d'ouvrages publics, qui sont d'important acteur pour l'adaptation aux effets du changement climatique. Organiser régulièrement des campagnes de sensibilisation permettra d'accroître la prise de conscience des défis et facilitera l'implémentation de mesures.

Autorité responsable : Ministère de l'Environnement, du Climat et de la Biodiversité

Lien avec d'autres mesures : 4.16.1 (Sensibilisation à l'adaptation)

4.16.7 Mise en œuvre d'un outil de sensibilisation sur la consommation responsable pour les jeunes

Objectif de la mesure : Mieux informer la population permet de réduire les risques et d'augmenter le consentement de la société pour la mise en place de mesures.

Indicateur de suivi : Mise en œuvre d'un outil de sensibilisation pour les jeunes

Description de la mesure : Un jeu participatif itinérant propose une expérience immersive où les participants sont confrontés à des énigmes et des défis qui les sensibilisent aux

enjeux de la consommation responsable. À travers des scénarios interactifs, des jeunes lycéens seront encouragés à réfléchir à leurs habitudes de consommation et à découvrir des alternatives plus durables, y inclus des choix qui mèneront à minimiser leur impact environnemental. Le projet vise à éduquer de manière ludique, en espérant susciter des changements positifs dans les comportements de consommation des jeunes générations. Grâce à la collaboration étroite avec le SCRIPT, la Direction de la protection des consommateurs veille à ce que les contenus soient également pédagogiquement enrichissants, en intégrant des éléments éducatifs pertinents. Les notions liés au changement climatiques peuvent être intégrés dans ce genre de sensibilisation. De plus, à la fin de l'expérience, un quiz sera organisé pour s'assurer que les informations importantes restent bien ancrées dans l'esprit des participants.

Autorité responsable : Ministère de l'Agriculture, de l'alimentation et de la viticulture (Direction de la protection des consommateurs)

Lien avec d'autres mesures : 4.16.1 (Campagnes de sensibilisation auprès des communes et des particuliers) ; 4.16.3 (Education aux enjeux climatiques)

4.16.8. Cofinancement d'initiatives promouvant la consommation responsable

Objectif de la mesure : Réduction des ressources.

Indicateur de suivi : Cofinancement d'initiatives promouvant la consommation responsable

Description de la mesure : La Direction de la protection des consommateurs participe au cofinancement de diverses initiatives visant à promouvoir la consommation responsable. Parmi celles-ci, elle apporte son soutien financier à l'épicerie « Onperfekt » à Marnach, qui s'engage activement dans la réduction du gaspillage alimentaire. De plus, des fonds sont alloués pour soutenir des initiatives d'agriculture biologique au Luxembourg, telles que le film "Vu Buedem, Bauzen a Biobauern", qui offre un aperçu du monde de l'agriculture biologique dans le pays. Dans le même esprit, la Direction soutient également financièrement la campagne de sensibilisation "dem Bio-Bauer säi ganze Stolz", qui vise à informer le public sur les avantages de l'agriculture biologique tout en encourageant une consommation plus consciente et respectueuse de l'environnement, dont la production plus adaptée aux nouveaux défis du changement climatique. De façon générale, la Direction de la protection des consommateurs participe activement à différentes foires et événements en proposant un quiz ludique afin de sensibiliser les citoyens aux enjeux de leur consommation et de les encourager à adopter des pratiques plus durables.

Autorité responsable : Ministère de l'Agriculture, de l'alimentation et de la viticulture (Direction de la protection des consommateurs)

Lien avec d'autres mesures : 4.16.3 (Education aux enjeux climatiques)

4.16.9. Lutter contre la désinformation

Objectif de la mesure : Mieux informer la population permet de réduire les risques et d'augmenter le consentement de la société pour la mise en place de mesures.

Indicateur de suivi : Mener des actions contre la désinformation climatique

Description de la mesure : La désinformation climatique est un phénomène qui propage des messages mensonger ou trompeur dans le but de remettre en question l'existence, les impacts des changements climatiques ou les solutions pour y faire face. Même lorsque les structures de gouvernance sont solides, la prise de décisions efficaces en matière de risques climatiques peut être entravée par la désinformation au sujet du changement climatique. Consciente de ces dangers, la commission européenne prévoit de mettre en place des mesures de lutte contre la désinformation¹²¹. Bien qu'il soit important de lutter contre ce phénomène au niveau européen, il est important de contribuer à ces efforts au niveau national. Informer, éduquer et sensibiliser le grand public constituent en enjeu majeur en matière le lutte contre le changement climatique. La stratégie d'adaptation propose d'encourager la collaboration entre les décideurs politiques, les scientifiques et les médias pour mieux informer et sensibiliser aux enjeux climatiques, et de faire reculer la désinformation.

Autorité responsable : Ministère de l'Environnement, du Climat et de la Biodiversité

Lien avec d'autres mesures : 4.16.1 (Sensibilisation à l'adaptation), 4.16.3 (Education aux enjeux climatiques)

¹²¹ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:52024DC0091>