



LE GOUVERNEMENT
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG
Ministère de l'Énergie et de
l'Aménagement du territoire



LE GOUVERNEMENT
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG
Ministère de l'Environnement, du Climat
et du Développement durable

PLAN NATIONAL INTÉGRÉ EN MATIÈRE D'ÉNERGIE ET DE CLIMAT POUR LE LUXEMBOURG POUR LA PÉRIODE 2021-2030

En vertu du RÉGLEMENT (UE) 2018/1999 DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL

du 11 décembre 2018

sur la gouvernance de l'union de l'énergie et de l'action pour le climat, modifiant les règlements (CE) no 663/2009 et (CE) no 715/2009 du Parlement européen et du Conseil, les directives 94/22/CE, 98/70/CE, 2009/31/CE, 2009/73/CE, 2010/31/UE, 2012/27/UE et 2013/30/UE du Parlement européen et du Conseil, les directives 2009/119/CE et (UE) 2015/652 du Conseil et abrogeant le règlement (UE) no 525/2013 du Parlement européen et du Conseil

Traduction de courtoisie

Version : 17/02/2020

Clause de non-responsabilité : Le présent document est en l'occurrence un projet.

Table des matières

1.	Grandes lignes et procédures d'élaboration du plan	7
1.1.	Résumé	7
1.2.	Aperçu de l'état actuel des politiques	16
1.3.	Consultations et participation des entités de l'État membre et de l'UE, et leurs résultats	21
1.4.	Coopération régionale dans la préparation du plan	25
2.	Objectifs nationaux et consignes	33
2.1.	Dimension « décarbonisation »	35
2.1.1.	Émissions et absorptions des émissions de gaz à effet de serre	35
2.1.2.	Énergies renouvelables	35
2.2.	Dimension « efficacité énergétique »	40
2.3.	Dimension « sécurité énergétique »	48
2.4.	Dimension « marché intérieur de l'énergie »	50
2.4.1.	Interconnexion électrique	50
2.4.2.	Infrastructure de transport de l'énergie	50
2.4.3.	Intégration du marché	51
2.4.4.	Précarité énergétique	52
2.5.	Dimension « recherche, innovation et compétitivité »	54
3.	Politiques et mesures	58
3.1.	Dimension « décarbonisation »	58
3.1.1.	Émissions et absorptions des émissions de gaz à effet de serre	58
3.1.2.	Énergies renouvelables	89
3.1.3.	Autres éléments de la dimension	101
3.2.	Dimension « efficacité énergétique »	109
3.3.	Dimension « sécurité énergétique »	120
3.4.	Dimension « marché intérieur de l'énergie »	126
3.4.1.	Infrastructure électrique	126
3.4.2.	Infrastructure de transport de l'énergie	128
3.4.3.	Intégration du marché	128
3.4.4.	Précarité énergétique	132
3.5	Dimension « recherche, innovation et compétitivité »	134
4.	État actuel des politiques et mesures existantes et projections	141
4.1.	Évolution projetée des principaux facteurs exogènes qui influencent l'évolution du système énergétique et des émissions de GES	142

4.2. Dimension « décarbonisation »	145
4.2.1. Émissions et absorptions de GES	145
4.2.2. Énergies renouvelables	147
4.3. Dimension « efficacité énergétique »	151
4.4. Dimension « sécurité énergétique »	162
4.4.1. Analyse - Secteur Électricité	162
4.4.2. Analyse - Secteur Gaz	165
4.5. Dimension « marché intérieur de l'énergie »	167
4.5.1. Interconnexion électrique	167
4.5.2. Infrastructure de transport de l'énergie	169
4.5.3. Marchés de l'électricité et du gaz, prix de l'énergie	170
4.6. Dimension « recherche, innovation et compétitivité »	172
5. Analyse d'impact des politiques et mesures planifiées	175
5.1. Incidences des politiques et mesures planifiées décrites dans la section 3 sur le système énergétique et sur les émissions et absorptions de gaz à effet de serre	176
5.1.1. Émissions et absorptions de GES	176
5.1.2. Consommation d'énergie	178
5.1.3. Énergies renouvelables	185
5.2. Incidences des politiques et mesures planifiées décrites dans la section 3 sur l'économie nationale, l'emploi, le climat social, ainsi que sur l'environnement et la santé	189
5.2.1. Évaluation des incidences macroéconomiques	189
5.2.2. Incidences sur l'environnement et la santé	194
5.3. Aperçu des investissements nécessaires	196
5.3.1. Investissements en matière d'efficacité énergétique	196
5.3.2. Investissements et soutien financier pour les énergies renouvelables	198
5.3.3. Incidences sur les frais d'utilisation du réseau de distribution	200
5.4. Incidences des politiques et mesures planifiées décrites dans la section 3 sur les autres États membres et la coopération régionale	201
Bibliographie	203

Liste de tableaux et illustrations

Illustrations

Illustration 1 : Économies d'énergie finales annuelles en GWh des ménages, du secteur commercial et des services, du secteur industriel et du transport au Luxembourg (par rapport à un objectif d'efficacité énergétique de 44 %)	42
Illustration 2 : Économies d'énergie finales cumulées entre 2021 et 2030 en GWh des ménages, du secteur commercial et des services, du secteur industriel et du transport au Luxembourg (par rapport à un objectif d'efficacité énergétique de 44 %)	43
Illustration 3 : Économies d'énergie finales annuelles en GWh incombant à la rénovation de l'ensemble des bâtiments résidentiels et non résidentiels au Luxembourg (par rapport à un objectif d'efficacité énergétique de 44 %)	44
Illustration 4 : Économies d'énergie finales cumulées entre 2021 et 2030 en GWh grâce à la rénovation de l'ensemble des bâtiments résidentiels et non résidentiels au Luxembourg (par rapport à un objectif d'efficacité énergétique de 44 %).....	44
Illustration 5 : Économies d'énergie finales annuelles en GWh incombant à la rénovation de bâtiments publics au Luxembourg (par rapport à un objectif d'efficacité énergétique de 44 %)	45
Illustration 6 : Économies d'énergie finales cumulées entre 2021 et 2030 en GWh grâce à la rénovation de bâtiments publics au Luxembourg (par rapport à un objectif d'efficacité énergétique de 44 %)	46
Illustration 7 : Consommation finale d'énergie au Luxembourg en 2016, répartie sur les secteurs Industrie, Ménages, Industrie manufacturière, commerce et services, Transport et Agriculture.....	151
Illustration 8 : Consommation finale d'énergie au Luxembourg en 2016, par type de source d'énergie..	152
Illustration 9 : Consommation d'électricité et de carburant de l'industrie (secteur ETS uniquement) pour la période 2015 - 2040 selon le scénario de référence	156
Illustration 10 : Évolution sectorielle de la consommation de carburant liée à la production de chaleur des ménages, de l'industrie manufacturière, du commerce et des services et de l'industrie (hors électricité) pour la période de 2015 - 2040 dans le cas du scénario de référence	157
Illustration 11 : Évolution de la consommation finale d'énergie (par source d'énergie) dans le secteur des transports pour la période de 2015 - 2040 selon le scénario de référence	158
Illustration 12 : Évolution de la consommation d'électricité (consommation finale ou primaire d'énergie) pour la période de 2015 - 2040 selon le scénario de référence.....	160
Illustration 13 : Répartition sectorielle de la consommation d'électricité pour la période 2015 - 2040 selon le scénario cible.....	161
Illustration 14 : Représentation cartographique de la situation d'approvisionnement au Luxembourg...	169
Illustration 15 : Composants du prix de l'électricité pour les clients résidentiels.....	173
Illustration 16 : Composants du prix du gaz pour les clients résidentiels	174

Illustration 17 : Évolution de la consommation finale d'énergie pour la période 2020 - 2040 dans le cas du scénario cible, ventilée par secteurs	179
Illustration 18 : Répartition sectorielle de la consommation d'électricité pour la période 2015 - 2040 selon le scénario cible	180
Illustration 19 : Baisse de la consommation finale d'énergie (carburant, électricité) dans le scénario cible ventilée par secteurs pour la période 2020 - 2040	181
Illustration 20 : Variation absolue des principaux indicateurs macroéconomiques par rapport au scénario de référence en Mio. EUR ₂₀₁₆ (Source : Fraunhofer ISI)	190
Illustration 21 : Investissements visant à accroître l'efficacité énergétique pour la période 2020 - 2040 ventilés par secteur	196
Illustration 22 : Investissements dans les infrastructures de recharge pour l'électromobilité pour la période 2020 - 2040 ventilés par secteur	198

Tableaux

Tableau 1 : Part sectorielle des énergies renouvelables au Luxembourg d'ici 2040 selon le scénario cible avec un seuil de 25 % (en 2030)	36
Tableau 2 : Énergie produite à partir de sources renouvelables à l'aide de technologies au Luxembourg d'ici 2040 selon le scénario cible avec un seuil de 25 % (en 2030)	37
Tableau 3 : Valeurs cibles du scénario cible en matière d'efficacité énergétique par rapport au seuil de 44 %	41
Tableau 4 : Croissance démographique et PIB	142
Tableau 5 : Hypothèses sur l'évolution des prix de l'énergie	143
Tableau 6 : Hypothèses relatives à l'évolution des coûts des technologies liées aux énergies renouvelables	144
Tableau 7 : Émissions de gaz à effet de serre par secteur entre 2005 et 2017, en kt CO ₂ éq	145
Tableau 8 : Émissions de gaz à effet de serre par secteur ETS et non-ETS pour les années 2005 à 2017, en kt CO ₂ éq	146
Tableau 9 : Émissions de gaz à effet de serre ETS et non-ETS pour la période de 2020 à 2040 dans le cas du scénario de référence (sans mesures additionnelles), en kt CO ₂ éq	146
Tableau 10 : Part sectorielle des énergies renouvelables au Luxembourg à l'horizon 2040 selon le scénario de référence	148
Tableau 11 : Énergie produite à partir de sources renouvelables à l'aide de technologies au Luxembourg d'ici 2040 selon le scénario de référence	149
Tableau 12 : Potentiels supplémentaires de production de chaleur par cogénération dans l'industrie à l'horizon 2030 par rapport à la consommation finale d'énergie de l'industrie	154

Tableau 13 : Facteurs d'énergie primaire utilisés pour les différentes sources d'énergie pour la période 2015 - 2040	159
Tableau 14 : Production brute d'électricité au Luxembourg à l'horizon 2040	162
Tableau 15 : Dépendance des importations d'électricité du Luxembourg	163
Tableau 16 : Dépendance aux importations de gaz du Luxembourg.....	165
Tableau 17 : Niveau d'interconnexion du Luxembourg.....	168
Tableau 18 : Capacités existantes et futures des points d'interconnexion.....	170
Tableau 19 : Évolution du prix de l'électricité et du gaz pour les clients finals.....	171
Tableau 20 : Émissions de gaz à effet de serre ETS et non-ETS pour la période de 2020 à 2040 dans le cas du scénario cible (avec mesures additionnelles), en kt CO ₂ éq	177
Tableau 21 : Comparaison des projections des émissions de gaz à effet de serre du scénario cible (avec mesures additionnelles) par rapport au scénario de référence (avec mesures additionnelles) pour la période de 2020 à 2040	178
Tableau 22 : Comparaison de la consommation finale d'énergie du Luxembourg du scénario de référence par rapport au scénario cible	182
Tableau 23 : Comparaison de l'évolution de la consommation de chaleur et d'électricité du Luxembourg dans le cas du scénario de référence et du scénario cible	185
Tableau 24 : Comparaison du déploiement des énergies renouvelables (production d'énergie et parts calculées par rapport à la consommation (sectorielle)) du scénario de référence avec le scénario cible.	188
Tableau 25 : Variation des principaux indicateurs macroéconomiques par rapport au scénario de référence (Source : Fraunhofer ISI)	190
Tableau 26 : Investissements et soutien financier pour les énergies renouvelables – comparaison entre scénario de référence et scénario cible	199

1. Grandes lignes et procédures d'élaboration du plan

1.1. Résumé

Le plan national intégré en matière d'énergie et de climat (PNEC) constitue un nouvel instrument de planification et de suivi pour l'UE et ses États membres. Il est destiné à améliorer la coordination de la politique européenne en matière de climat et d'énergie et constitue l'instrument principal en vue de la mise en œuvre des objectifs à l'horizon 2030 de l'UE en termes d'action climatique, d'énergies renouvelables et d'efficacité énergétique. Il est basé sur le règlement (UE) 2018/1999 sur la gouvernance de l'union de l'énergie et de l'action pour le climat (règlement sur la gouvernance). En vertu de ce règlement, tous les États membres sont tenus d'élaborer un plan national intégré en matière d'énergie et de climat pour la période de 2021 à 2030.

L'accord de Paris adopté à l'unanimité le 12 décembre 2015 constitue le fondement de l'action climatique au niveau mondial. Au cœur de cet accord figure l'objectif de contenir le réchauffement climatique global nettement en dessous de 2°C par rapport au niveau préindustriel, et de poursuivre les efforts afin de le limiter à 1,5°C. Il existe un large consensus scientifique et politique que les contributions actuelles, y compris celle de l'Union européenne, sont insuffisantes et pointent vers un réchauffement global accéléré et irréversible. Le rapport spécial du GIEC sur les conséquences d'un réchauffement planétaire de 1,5 degrés illustre la taille du défi et l'urgence d'agir.

Au niveau de la Commission européenne, le rapport spécial du GIEC a forcé l'UE à revoir son objectif climatique à la hausse à l'horizon 2030. La nouvelle présidente de la Commission européenne, Ursula von der Leyen, s'est exprimée en faveur d'un objectif de réduction de 50 à 55 % à l'horizon 2030. Le vice-président exécutif et commissaire en charge du climat et du « Green deal » européen, Frans Timmermans, présentera, quant à lui, prochainement une loi sur le climat comprenant de nouvelles mesures. La Banque européenne d'investissement est d'ailleurs en pleine transformation vers une banque climatique. Le Luxembourg continuera à encourager la Commission européenne à adopter une stratégie fiable et globale dans le cadre de l'objectif d'émissions nettes nulles en Europe d'ici 2050 au plus tard et à opter pour une politique de renonciation en ce qui concerne la promotion de l'énergie nucléaire, du charbon, du fracking (fracturation hydraulique) et de la capture et du stockage du dioxyde de carbone. L'objectif du gouvernement d'une réduction de 55 % des gaz à effet de serre d'ici 2030 reflète les ambitions élevées du Luxembourg.

Pour le gouvernement luxembourgeois, l'énergie nucléaire, qui comporte de nombreux risques, n'est pas une solution possible pour réduire les émissions de gaz à effet de serre, et il préconise donc fortement une politique de renonciation à la promotion de l'énergie nucléaire. Au niveau européen, un soutien est apporté

en faveur d'une sortie du nucléaire et d'une réforme fondamentale du traité Euratom, en particulier dans le but d'abolir une fois pour toutes les subventions publiques à l'énergie nucléaire et de forcer les fournisseurs d'énergie nucléaire à prendre leurs responsabilités. Tous les forums internationaux concernés soutiennent des initiatives revendiquant des analyses de sécurité et d'impact sur l'environnement identiques qu'il s'agisse du prolongement de la durée de vie de centrales nucléaires ou de nouveaux projets. De plus, le gouvernement luxembourgeois mettra tout en œuvre pour faire exclure l'énergie nucléaire de futurs investissements considérés comme durables tant sur le plan européen qu'au niveau national. Il salue d'ailleurs la décision européenne d'exclure le nucléaire de la « finance verte » (directive sur la taxonomie de la finance verte).

Il est clair que les défis posés par l'accord de Paris sur le climat et les moyens pour y faire face exigeront d'énormes investissements. Afin d'atteindre les objectifs de l'accord de Paris, à elle seule, l'Europe a besoin d'investissements supplémentaires de l'ordre d'environ 260 milliards d'euros par an durant les dix prochaines années.¹

Ces investissements pourront notamment être financés au moyen d'obligations vertes. D'ailleurs, la première obligation verte au monde a été cotée à la Bourse de Luxembourg en 2017. Depuis, celle-ci est le leader européen dans cette catégorie d'actifs. Aujourd'hui, plus de 160 obligations vertes sont cotées. Les émetteurs d'actions sont des gouvernements, des agences de développement et des banques, mais aussi des institutions financières et des entreprises.

Le grand défi en matière de politique énergétique sera d'abandonner encore plus rapidement les combustibles fossiles tels que le charbon, le pétrole et le gaz. Lors de la mise en œuvre des politiques, une priorité absolue sera accordée au domaine de l'efficacité énergétique selon le principe de « energy efficiency first », suivi du développement accru et cohérent des énergies renouvelables et d'une mobilité moins dépendante du transport routier et axée sur la transition vers des véhicules électriques ou à l'hydrogène.

Dans le cadre de l'accord de coalition 2018-2023, le gouvernement s'est résolu à « ...mettre tout en œuvre pour respecter cet accord [de Paris] et tenir compte des conclusions du rapport spécial 1.5°C du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) ». Le plan national intégré en matière d'énergie et de climat définit le cadre de la politique énergétique et climatique du Luxembourg à l'horizon 2030.

¹ Informations fournies par la Commission européenne

La transition énergétique a déjà été abordée au Luxembourg durant ces dernières années et s'inscrit dans le processus de la « Troisième Révolution Industrielle », qui a débuté en 2015 et qui résulte de l'efficacité énergétique des nouveaux bâtiments, du développement massif des énergies renouvelables et de leur intégration dans le réseau énergétique, du développement du stockage d'énergie décentralisé, de la digitalisation des réseaux énergétiques et de l'utilisation de moyens de transport plus durables. Le gouvernement luxembourgeois souhaite accélérer davantage la transition énergétique déjà initiée. En effet, la politique en matière de climat et d'énergie se fonde essentiellement sur l'amélioration de l'efficacité énergétique, la promotion des énergies renouvelables ainsi que la promotion d'une mobilité publique et individuelle plus durable. Le Luxembourg souhaite participer de manière proactive à la transition énergétique européenne et devenir le pays des « climate solutions ».

Le présent plan offre de nouvelles opportunités permettant de renforcer le lien entre la politique énergétique et l'action pour le climat d'une part et le développement économique du Luxembourg d'autre part. En effet, conformément aux conclusions de l'étude de stratégies relative à la « Troisième Révolution Industrielle », il s'agira d'assurer le développement intelligent et durable du pays, particulièrement dans les domaines des écotechnologies, de la mobilité, de l'action pour le climat et de la numérisation. Sur cette toile de fond, il y aura également lieu d'intensifier les efforts de recherche et de développement dans lesdits domaines, afin de préserver et de faire évoluer une activité industrielle moderne au Luxembourg. Le plan national intégré en matière d'énergie et de climat aura donc également le potentiel de faire du Luxembourg un « hub » pour les start-ups et les entreprises respectueuses du climat. En outre, le plan, qui comprendra de nouveaux instruments, contribuera également à créer la crédibilité nécessaire pour faire du Luxembourg un leader mondial des fonds d'investissement dans les domaines de l'efficacité énergétique et des énergies renouvelables, ainsi que du financement climatique international.

Les deux tableaux suivants illustrent les principaux objectifs, stratégies et mesures du plan national en matière d'énergie et de climat pour le Luxembourg. Les rapports récents du GIEC montrent que pour atteindre les objectifs de l'accord de Paris sur le climat, il faudrait réduire les gaz à effet de serre mondiaux de moitié d'ici 2030. L'accord de Paris fait également remarquer que les pays industrialisés ont une responsabilité toute particulière à cet égard en raison des émissions de gaz à effet de serre historiquement élevées. Cela vaut également pour l'UE et le Luxembourg. Afin d'atteindre les objectifs de l'accord de Paris, au niveau national, le gouvernement luxembourgeois compte réduire les émissions de gaz à effet de serre de tous les secteurs hors système d'échange de droits d'émission de 55 % d'ici 2030 par rapport à l'année (de référence) 2005. Le gouvernement s'est également fixé comme objectif d'augmenter l'efficacité énergétique de 40 à 44 %, ainsi que la part des énergies renouvelables à 25 % à l'horizon 2030.

Dimension	Objectifs principaux
Émissions de GES	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Objectif climatique national : -55 % d'ici 2030 par rapport à 2005
Énergies renouvelables	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Part des énergies renouvelables dans la consommation d'énergie finale brute de 25 % en 2030 grâce à un déploiement constant de l'éolien, du solaire et des pompes à chaleur au Luxembourg ▪ Coopération avec d'autres États membres de l'UE
Efficacité énergétique	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Objectif d'efficacité énergétique de 40 à 44 % d'ici 2030 (par rapport aux primes européennes (2007)) ▪ Nouveaux bâtiments résidentiels et non résidentiels sans énergie fossile ▪ Taux de rénovation énergétique élevé et rénovations efficaces et de qualité des bâtiments existants ▪ Mise en place de réseaux thermiques renouvelables ▪ Réduction de la circulation grâce à l'expansion massive des transports publics et une part de 49 % d'électromobilité à l'horizon 2030 ▪ Émergence d'un important marché de l'efficacité énergétique dans le secteur industriel, les PME et les immeubles de bureaux
Sécurité énergétique	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Réduction de la dépendance à l'égard des importations d'électricité grâce à l'expansion des énergies renouvelables ▪ Épuisement des capacités de flexibilité grâce à l'établissement d'un « data hub énergie » ▪ Poursuite de l'intensification de la coopération régionale en matière de sécurité de l'approvisionnement en électricité et en gaz
Marché intérieur de l'énergie	<p>Secteur Gaz :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Pas d'expansion de l'infrastructure gazière nationale au niveau du transport ni au niveau de la distribution ▪ À l'heure actuelle, aucune expansion des raccordements transfrontaliers n'est nécessaire

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Approfondissement du marché commun du gaz avec la Belgique <p>Secteur Électricité :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Modernisation des réseaux conformément aux exigences des lignes existantes ▪ Connexion des secteurs « Électricité », « Chaleur » et « Transports » par le couplage sectoriel
Recherche, innovation et compétitivité	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Le Luxembourg souhaite devenir le précurseur d'une transition énergétique nationale réussie avec les principaux piliers « zéro carbone », « circularité », « énergies renouvelables » et « bâtiments à faible consommation d'énergie », dotée d'une flexibilité électrique/capacités de stockage ainsi que de composantes de mobilité durable, d'un réseau électrique et d'un flux d'information rendant cela possible ▪ En collaboration avec l'urbanisme et en tenant compte des « lifestyle changes » positifs, le Luxembourg doit promouvoir un développement urbain et spatial subsistant, ainsi que des processus de transition et des innovations sociales ▪ Le Luxembourg souhaite devenir un lieu attractif pour les fournisseurs et les entrepreneurs dans le domaine des « Climate Solutions », en proposant un environnement qui se prêt parfaitement aux essais et à l'expérimentation pour le développement (ultérieur) de leurs produits ▪ 20 % de tous les flux monétaires/liquidités de la place financière luxembourgeoise seront réorientés vers la « finance verte » d'ici 2025, afin de devenir un centre financier mondialement reconnu pour les investissements dans l'efficacité énergétique, les énergies renouvelables, la mobilité électrique et la mobilité hydrogène

Dimension	Principales politiques et mesures
Décarbonisation	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Introduction d’une loi-cadre sur le climat ▪ Développement du pacte climat avec les communes ▪ Introduction d’un prix minimal du carbone et adaptation de l’imposition sur les produits pétroliers ▪ Renforcement des mesures de financement, primes climatiques ciblées, notamment le fonds pour le climat et l’énergie, le fonds pour la protection de l’environnement, les subventions étatiques PRIME House, le prêt climatique, les subventions « clever fueren » ▪ Mise en œuvre et perfectionnement des stratégies pour une mobilité durable ▪ Réforme de la taxe sur les véhicules automoteurs et de l’impôt sur les véhicules de fonction ▪ Abandon progressif du mazout de chauffage
Énergies renouvelables	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Offensive solaire à travers : <ul style="list-style-type: none"> • Suivi des appels d’offres pour les grandes installations photovoltaïques • Adaptation et élargissement des régimes d’aides • Augmentation de l’autoconsommation dans le secteur de l’électricité ▪ Expansion de l’énergie éolienne grâce à quelques grandes installations éoliennes ▪ Élaboration d’un cadastre solaire et thermique ▪ Biomasse dans le cadre de la disponibilité durable du bois de la Grande Région ▪ Expansion ciblée dans le domaine de la chaleur produite à partir d’énergies renouvelables (pompe à chaleur, géothermie profonde, réseaux de chauffage urbain renouvelable à partir de chaleur résiduelle) ▪ Électromobilité, biocarburants de deuxième génération, hydrogène vert

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Projets transnationaux communs, par exemple par le biais d'appels d'offres communs avec les pays voisins pour la capacité photovoltaïque et éolienne, ainsi que d'une participation active à la nouvelle plateforme financière axée sur les énergies renouvelables de l'UE ▪ Coopération avec d'autres États membres de l'UE
Efficacité énergétique	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bâtiments à faible consommation d'énergie et énergie positive conformément à la loi relative aux bâtiments résidentiels et non résidentiels ▪ Rénovation ambitieuse du parc immobilier existant (taux de rénovation énergétique de 3 % avec une profondeur de rénovation de 72 % en moyenne) ▪ Création d'un grand marché d'investissement en efficacité énergétique pour l'industrie, les PME et les grands immeubles de bureaux (en associant des audits, ainsi qu'une plateforme de transparence pour les audits, un fonds de financement spécifique pour l'efficacité énergétique (de-risking), le renforcement de l'accord volontaire avec le secteur industriel et son développement pour les PME, la poursuite et l'extension de l'obligation d'efficacité énergétique (EEO) pour tous les fournisseurs d'énergie) ▪ Augmentation de l'efficacité énergétique dans le secteur des transports grâce à la réduction de la circulation, l'expansion massive des transports publics et le développement rapide de l'électromobilité au niveau des voitures et des camionnettes (primes, mise en place d'un réseau de charge rapide sur le territoire national) ▪ Réduction de la vente de diesel aux camions de transit ▪ Rôle précurseur de l'État et des communes, notamment au niveau de leurs bâtiments et de l'éclairage (Luxembourg LED 2025 Initiative)

	<ul style="list-style-type: none"> Formations et programmes d'éducation approfondis pour les artisans et les ingénieurs/architectes
Sécurité énergétique	<ul style="list-style-type: none"> Renforcement de la coopération régionale Mesures d'expansion du réseau de transport sur les lignes existantes Réduction de la dépendance vis-à-vis des importations de pétrole grâce à la réduction de la circulation et au déploiement des transports publics et l'électromobilité Cadre stratégique national pour le développement du marché dans le secteur des transports et pour la construction des infrastructures nécessaires (p. ex., réseau national de charge rapide)
Marché intérieur de l'énergie	<ul style="list-style-type: none"> Expansion des capacités de transport d'électricité sur les lignes existantes Gestion intelligente à tous les niveaux de tension électrique grâce à l'établissement d'un « energy data hub » Pas de développement de l'infrastructure gazière : l'infrastructure existante est d'une dimension adéquate Soutien actif aux entreprises de distribution de gaz dans la construction d'infrastructures de « gaz vert » (collecte du biogaz provenant d'installations de biogaz décentralisées, de stations d'épuration de biogaz et de boues résiduelles)
Recherche, innovation et compétitivité	<ul style="list-style-type: none"> Refondation d'une infrastructure de recherche impliquant tous les acteurs concernés du domaine de la recherche et de l'innovation Augmentation continue des investissements dans la recherche et le développement énergétiques Renforcement des efforts et des capacités des instituts de recherche nationaux Le Luxembourg comme « hub » international pour les « climate solutions »

La réussite de ce plan dépend essentiellement de l'acceptation qu'il rencontrera auprès de la majeure partie de la population. La compatibilité sociale des différentes mesures du plan se trouve par conséquent

au cœur des préoccupations du gouvernement. Le présent plan comprend de vastes mesures permettant de lutter contre la précarité énergétique d'aujourd'hui et de demain. Des mesures de soutien ciblées et socialement différenciées et des indemnisations font de ce plan un instrument contribuant au progrès de politique climatique et sociale.

1.2. Aperçu de l'état actuel des politiques

Lors de l'élaboration de la politique énergétique et climatique, il faut tenir compte de certaines spécificités de la situation du Luxembourg, ainsi que de la structure de la consommation d'énergie. Le Luxembourg se caractérise d'abord et avant tout par un développement démographique très dynamique. Au cours des dix dernières années, la population est passée de 493 500 habitants en 2009 à 613 900 habitants en 2019. En outre, l'économie luxembourgeoise très ouverte se caractérise par un développement dynamique, dont a résulté un taux de croissance annuel moyen de plus de 2,5 % au cours des cinq dernières années. Autre situation atypique : la consommation de carburant est proportionnellement élevée au Luxembourg, en comparaison avec ses pays voisins, et représente environ les deux tiers de l'ensemble de la consommation finale d'énergie. Les causes en sont surtout la situation centrale du Luxembourg en Europe et les faibles prix du carburant par rapport aux pays limitrophes. De plus, comme le Luxembourg ne dispose pas de grandes centrales électriques, en plus de sa propre production d'électricité, le pays recourt surtout à des importations (85 %) qui ne sont pas comptées dans le bilan carbone. Cette structure engendre également un pourcentage relativement faible en termes de consommation d'électricité au Luxembourg, qui est d'un peu moins de 15 %. De plus, il faut également considérer la structure de la consommation d'énergie industrielle comme atypique. En effet, la part de consommation d'électricité de l'industrie sidérurgique représente, à elle seule, environ 40 % de la consommation d'électricité nationale. Certains des facteurs ci-dessus ont donc été les principaux moteurs de la consommation d'énergie au cours des dernières années et le resteront probablement.

Par ailleurs, le Luxembourg se caractérise également par une grande dépendance énergétique. En effet, le Luxembourg est l'un des rares pays de l'Union européenne qui ne disposent pas de ressources fossiles et doit donc importer toutes les sources d'énergie dont il a besoin, qu'il s'agisse de pétrole ou de gaz naturel. Le Luxembourg n'a pas non plus de port maritime ni de capacité de raffinage ; il n'est pas équipé de collecteurs de gaz en raison de la géologie inadaptée et ne dispose que d'une capacité de stockage limitée pour les produits pétroliers.

Par conséquent, le Luxembourg ne dispose que de peu de moyens pour influencer la sécurité d'approvisionnement à l'aide de mesures nationales. Dans le cadre du Forum pentalatéral de l'énergie (DE, FR, BE, NE, LU, AU, CH) et en étroite collaboration avec ses états voisins, le Luxembourg s'était déjà par le passé appuyé sur la diversification des sources d'origine et des voies d'approvisionnement pour assurer la sécurité d'approvisionnement du pays.

Le Luxembourg s'est d'ailleurs toujours montré en faveur d'un marché intérieur de l'énergie compétitif qui fonctionne bien et encourage aussi les approches européennes en matière d'infrastructures énergétiques. Ces approches s'inscrivent pleinement dans les principes de l'Union européenne de l'énergie.

Ces dernières années, le Luxembourg a réalisé des progrès significatifs en termes d'efficacité énergétique, d'énergies renouvelables, d'action pour le climat et de numérisation de la transition énergétique ; ceux-ci sont brièvement repris ci-dessous.

Efficacité énergétique

Entre 2008 et 2014, le Luxembourg a adopté trois plans d'action nationaux en matière d'efficacité énergétique et mis en œuvre les mesures y attenantes. Le plan d'action national actuel sur l'efficacité énergétique, et donc le quatrième, a été adopté par le gouvernement en 2017. Il prévoit un grand nombre de mesures actuellement en cours d'exécution.

Dans le domaine des nouveaux bâtiments, le Luxembourg n'a cessé de resserrer les exigences en matière d'efficacité énergétique au cours des dix dernières années et joue un rôle de pionnier en Europe. La norme des bâtiments dont la consommation d'énergie est quasi nulle, applicable en termes de classes énergétiques, est obligatoire pour chaque nouvelle construction de résidence depuis début 2017 et correspond à peu près à la norme « maison passive » mondialement reconnue. Ces bâtiments dont la consommation d'énergie est quasi nulle sont généralement désignés comme bâtiments AAA dans les passeports énergétiques nationaux.

En 2014, le Luxembourg a présenté sa stratégie nationale de rénovation des bâtiments, qui a été saluée par la Commission européenne surtout pour son aperçu détaillé du parc immobilier, mais aussi pour les programmes nationaux d'information et de formation. Compte tenu du potentiel important en matière d'économie d'énergie dans le parc national des bâtiments, la stratégie de rénovation des bâtiments prévoit la mise en œuvre d'une initiative nationale pour la rénovation énergétique. Avec la participation des intervenants du secteur de la construction, cette stratégie de rénovation des bâtiments a été développée davantage. Celle-ci formule les orientations pour des politiques plus ambitieuses et établit un plan d'action basé sur les obstacles actuels. Ces approches et mesures stratégiques sont actuellement mises en pratique.

Un certain nombre d'instruments d'aide ont également été développés et introduits pour soutenir la rénovation énergétique des bâtiments. Ces instruments comprennent les aides à l'investissement pour les ménages (via les subventions *PRIME House*) et les communes (via le Fonds pour la protection de

l'environnement), ainsi que l'introduction d'une banque climatique offrant des prêts à faible taux d'intérêt pour la rénovation énergétique. Afin de donner un nouvel élan à l'efficacité énergétique, en 2015 le Luxembourg a mis en place un mécanisme d'engagement qui oblige les fournisseurs de gaz naturel et d'électricité à réaliser des économies d'énergie concrètes en appliquant chaque année des mesures d'efficacité énergétique dans des secteurs qu'ils auront eux-mêmes déterminés.

Dans le secteur de l'industrie, l'accord volontaire entre le gouvernement et l'industrie a été réformé pour faire progresser l'efficacité énergétique par le biais d'objectifs contraignants. Les programmes d'aide à l'investissement destinés aux entreprises visant à améliorer l'efficacité énergétique et à promouvoir les énergies renouvelables ont, eux aussi, été réformés.

Énergies renouvelables

Dans le domaine des énergies renouvelables, la directive 2009/28/CE du 23 avril 2009 relative à la promotion de l'utilisation de l'énergie produite à partir de sources renouvelables fixe comme objectif au Luxembourg d'atteindre les 11 % d'énergies renouvelables dans la consommation finale d'énergie en 2020. En outre, chaque État membre s'engage à ce que sa part d'énergie produite à partir de sources renouvelables pour tous les modes de transport soit d'au moins 10 % de sa consommation finale d'énergie dans le secteur des transports en 2020.

Le Luxembourg est en bonne voie d'atteindre ses objectifs pour l'année 2020. La part des énergies renouvelables dans la consommation finale d'énergie a atteint 6,38 % en 2017, contre 5,44 % en 2016, 5,04 % en 2015 et 4,51 % en 2014. Afin de pouvoir respecter la trajectoire indicative énoncée dans la directive 2009/28/CE, le Luxembourg doit atteindre une part moyenne de 7,47 % d'énergies renouvelables pour 2017 et 2018.

Dans le domaine des nouveaux bâtiments résidentiels, le règlement sur l'efficacité énergétique des bâtiments résidentiels a introduit une exigence implicite concernant l'utilisation d'énergies renouvelables. La réglementation sur les tarifs d'injection a été adaptée régulièrement durant ces dernières années, afin de créer des incitations intéressantes à l'investissement, en particulier dans les domaines de la biomasse, de l'éolien et du photovoltaïque, ainsi que pour les coopératives photovoltaïques. En 2019, les tarifs d'injection pour le photovoltaïque ont par exemple été augmentés et en 2018, une première procédure d'adjudication nationale pour les systèmes photovoltaïques sur les bâtiments ou les sites industriels ou de décharge a été mise en place. Un second appel d'offres a été lancé à l'automne 2019. Ces mesures ont

déclenché une vague d'investissements majeure, qui pourrait faire passer la production solaire de 130 MW actuellement à plus de 200 MW en peu de temps.

Enfin, il faut également noter que le taux de biocarburant à ajouter au carburant a été fixé à 5,85 % pour l'année 2019 et à 7,7 % pour 2020. En 2019, le taux minimum pour les biocarburants produits à partir de déchets, de résidus et de matériaux cellulosiques non alimentaires et tombant sous le principe du « double comptage » a été fixé à 35 %. Le programme gouvernemental prévoit également de limiter l'utilisation de biocarburants de première génération à 5 % maximum, afin de promouvoir l'utilisation de biocarburants de deuxième génération considérés comme plus durables.

Mobilité durable

Parallèlement à la promotion accrue des transports publics et de la mobilité active (le Luxembourg possède le plus important programme d'investissement dans les trains, les trams et les autobus en Europe), l'électromobilité a également été développée ces dernières années. Le Luxembourg a opté pour l'aménagement d'une infrastructure nationale commune pour les bornes de recharge publiques pour véhicules électriques. Au total, 800 bornes de recharge seront installées sur les emplacements et parkings publics et sur les parkings relais d'ici 2020. Fin 2018, près de 280 bornes de recharge avaient déjà été installées. En termes de population, le Luxembourg remporte ainsi la troisième place dans le domaine des infrastructures de recharge publique en Europe.

Digitalisation

Dans le cadre de ses efforts de numérisation de la transition énergétique, le Luxembourg a légalement contraint les fournisseurs de réseau électrique et de gaz à remplacer les compteurs d'électricité et de gaz actuels par des compteurs intelligents d'ici 2020, respectivement 2021, et à traiter les données correspondantes à travers un système central commun.

Pacte climat

En 2012, le gouvernement luxembourgeois a conclu un pacte climat avec les communes en vue de fournir des conseils techniques et un soutien financier à la lutte contre le changement climatique. Ce pacte climat est un outil assez vaste destiné à l'orientation et à la conception de la politique énergétique communale, qui a été complété par les thèmes de la qualité de l'air et de l'économie circulaire. Les communes bénéficient ainsi de toute l'assistance nécessaire pour l'introduction d'une gestion intégrée de l'action

climatique et de l'énergie et l'obtention d'une certification grâce au « European Energy Award ». Le pacte est bien accueilli et a été signé par toutes les communes luxembourgeoises, dont plus de 86 % avaient déjà atteint l'un des trois niveaux de certification fin 2018. L'accord de coalition 2018-2023 prévoit un développement ultérieur du pacte climat au-delà de l'année 2020.

Comme le démontrent les exemples ci-dessus, le Luxembourg a fait des progrès considérables en matière de politique énergétique et climatique durant ces dernières années : les jalons pour une transition énergétique durable sont posés. Le présent plan national en matière d'énergie et de climat se base sur cette évolution pour proposer une solution ambitieuse permettant au Luxembourg de réduire sa consommation d'énergie de manière drastique dans tous les secteurs et de promouvoir davantage les énergies renouvelables et l'électromobilité.

1.3. Consultations et participation des entités de l'État membre et de l'UE, et leurs résultats

Le règlement (UE) 2018/1999 du 11 décembre 2018 sur la gouvernance de l'Union de l'énergie et de l'action pour le climat prévoit l'organisation de consultations publiques. Un dialogue permanent sur la politique énergétique et l'action pour le climat sera également instauré à plusieurs niveaux avec les autorités locales, les organisations de la société civile, les partenaires sociaux et autres acteurs concernés afin de discuter des différentes options à envisager en matière de politique climatique et énergétique.

Le présent plan national en matière d'énergie et de climat du Luxembourg pour la période de 2021 à 2030 a été élaboré dans le cadre de consultations intensives entre les deux ministères compétents (le ministère de l'Énergie et de l'Aménagement du territoire et le ministère de l'Environnement, du Climat et du Développement durable).

Participation et consultation du Parlement national

Après approbation du projet de plan national en matière d'énergie et de climat par le Conseil du gouvernement, celui-ci a été présenté à la Commission de l'Environnement, du Climat, de l'Énergie et de l'Aménagement du territoire du Parlement le 27 février 2019.

Une fois la synthèse du projet final du plan en matière d'énergie et de climat adoptée par le Conseil du gouvernement, un échange de vues a eu lieu les 6 et 17 décembre 2019 au sein de la Commission de l'Environnement, du Climat, de l'Énergie et de l'Aménagement du territoire du Parlement. Cet échange entre les députés et la ministre de l'Environnement ainsi que le ministre de l'Énergie a également servi à préparer le débat de consultation prévu au sein du Parlement.

Lors du **débat de consultation** du 19 décembre 2019, les porte-parole des groupes politiques ont pris position sur les objectifs, les politiques et les mesures envisagés dans le cadre du plan national en matière d'énergie et de climat. Pour de plus amples renseignements, veuillez consulter le site Internet du Parlement².

Participation et consultation des parties prenantes et du public

² <https://www.chd.lu/wps/portal/public/Accueil/Actualite/ALaUne/?current=true&urile=wcm%3Apath%3Aactualite.public.chd.lu/ST-www.chd.lu/sa-actualites/c96b8d5e-613c-42a7-bb1a-7f4fee350509>

Très rapidement, les parties prenantes et le public ont eu l'occasion de participer à l'élaboration du plan national en matière d'énergie et de climat. En effet, en 2018, des processus participatifs avaient déjà été mis en place lors de la phase préparatoire du projet de plan national en matière d'énergie et de climat, afin d'en incorporer les résultats dans le projet de plan, le cas échéant. Lesdits processus (étude de stratégies relative à la « Troisième Révolution Industrielle » et stratégie climatique à long terme) sont décrits plus précisément ci-dessous.

Après l'adoption du projet de plan début 2019, celui-ci a été présenté le **21 mai 2019** à l'occasion de la **Journée atelier « Generatioun Klima – zesumme fir eise Planéit »** et a fait l'objet de discussions entre les représentants de la société civile, des partenaires sociaux, de l'économie, de la science, du Parlement et d'autres parties prenantes, avec la participation des ministères et des administrations concernés, ainsi que des autorités locales. Près de 200 personnes ont participé aux discussions. En vue de l'élaboration du plan final en matière d'énergie et de climat, des mesures ont été développées, priorisées et concrétisées afin d'atteindre les objectifs à l'horizon 2030, en s'appuyant sur des approches déjà identifiées. Le processus participatif a été mené par des experts et divisé en 7 domaines thématiques :

- Logement et bâtiments durables
- Mobilité
- Industrie et entreprises
- Agriculture
- Énergie
- Modification des modes de vie
- Gouvernance, finance durable et fiscalité

De plus, à l'automne 2019, le ministère de l'Énergie et de l'Aménagement du territoire et le ministère de l'Environnement, du Climat et du Développement durable ont mené une série de **discussions bilatérales avec les organisations de la société civile et les partenaires sociaux**. L'objectif de ces discussions était de parvenir au consensus le plus large possible sur les stratégies prévues et les mesures du plan en matière d'énergie et de climat entre les différentes parties prenantes.

En réponse à la mobilisation des élèves pour la protection du climat, le gouvernement a également impliqué ceux-ci activement dans les consultations. Afin de mieux comprendre leurs attentes, leurs idées et leurs suggestions, 4 ateliers régionaux ont eu lieu dans les lycées (**ClimateXchange**) en mai 2019 en coopération avec la Conférence Nationale des Élèves du Luxembourg (CNEL). En présence du ministre de l'Éducation

nationale, de l'Enfance et de la Jeunesse, de la ministre de l'Environnement et du ministre de l'Agriculture, environ 500 élèves ont participé à ces ateliers. Les principaux thèmes abordés furent les écoles durables, la mobilité, les déchets, l'énergie et l'agriculture (consommation et production durable).

Processus - Étude de stratégies relative à la « Troisième Révolution Industrielle »

Sur demande du ministère de l'Économie et en collaboration avec la Chambre de commerce et IMS Luxembourg, en 2015, le Luxembourg a chargé Jeremy Rifkin, précurseur de la pensée sociale, sociologue, économiste et publiciste américain, de la réalisation de l'étude stratégique sur la « Troisième Révolution Industrielle » (processus TIR) ; le concept de la « Troisième Révolution Industrielle » ayant été développé par ce dernier et présenté dans certaines de ses publications et livres. L'objectif de l'étude était de rendre le modèle économique existant plus durable et plus connecté pour les générations futures. L'élaboration de l'étude stratégique s'inscrivait dans une approche ouverte, participative et à long terme visant à identifier les mégatendances, à en tirer les conclusions nécessaires et à les intégrer de manière appropriée dans les institutions démocratiques. Dans le cadre du processus TIR, on a également cherché à tirer parti de l'approche de « l'intelligence collective », considérée comme un aspect important du concept d'innovation sociale ouverte. Suite à l'étude, le gouvernement a décidé de poursuivre l'approche participative par le biais des plateformes existantes. C'est dans ce contexte que la plateforme « Energiezukunft Lëtzebuerg » a été créée et a permis d'aborder des sujets importants et concrets portant sur la transition énergétique lors de plusieurs événements. Le 12 mars 2018, dans le cadre des développements de l'Union européenne de l'énergie, un atelier ouvert sur la transition énergétique a été organisé, lors duquel les principaux piliers de l'Union de l'énergie, le plan d'action national pour l'efficacité énergétique, les exercices de modélisation pour le développement de la politique en matière d'énergie et de climat d'ici 2030, le potentiel de rénovation au Luxembourg avec une perspective allant jusqu'en 2070, le potentiel des énergies renouvelables au Luxembourg allant jusqu'en 2030, ainsi que les questions sur la sécurité d'approvisionnement et la compétitivité dans les domaines de l'électricité, du gaz naturel et du pétrole ont été présentés et discutés.

Processus - Stratégie climatique à long terme

En vue d'élaborer une stratégie climatique à long terme, au cours de l'année 2018, le ministère du Développement durable et des Infrastructures a organisé plusieurs consultations avec des acteurs de la société civile, du milieu économique et scientifique et les administrations publiques. Ces consultations ont été accompagnées par le Prof. Dr. Reinhard Loske. Lors d'un premier *atelier de*

co-crédation, le week-end des 3 et 4 février 2018, une centaine de participants ont identifié des innovations sociales permettant d'atténuer le changement climatique. Un deuxième atelier a eu lieu le 15 mars 2018. Celui-ci a surtout permis d'élaborer les principes fondamentaux d'une gouvernance de la politique climatique nationale avec les parties prenantes. Le 5 juin 2018, l'avant-projet stratégique a été présenté et discuté avec les parties prenantes. Celui-ci doit servir de base à l'élaboration de la stratégie à long terme qui sera élaborée conformément à l'accord de Paris et à l'article 15 du règlement (UE) 2018/1999 du 11 décembre 2018 sur la gouvernance de l'Union de l'énergie et de l'action pour le climat. Les conclusions importantes qui ont découlé des ateliers susmentionnés ont, dans la mesure du possible, d'ailleurs été prises en compte dans le présent plan national en matière d'énergie et de climat.

Consultations publiques

Après l'adoption du projet de plan national final en matière d'énergie et de climat par le Conseil du gouvernement, celui-ci a été soumis au public et à toutes les parties prenantes dans le cadre d'une dernière consultation publique. Les pays voisins ont également participé.

[Cette partie sera complétée une fois la consultation publique terminée.]

Processus itératif avec la Commission européenne

Le Luxembourg a présenté son projet de plan national intégré en matière d'énergie et de climat 2021-2030 à la Commission européenne le 18 février 2019. Le projet a été évalué par la Commission conformément au règlement (UE) 2018/1999. Le 18 juin 2019, la Commission a soumis neuf recommandations fondées sur l'évaluation susmentionnée au Luxembourg. Lors de l'élaboration du plan national intégré en matière d'énergie et de climat, le Luxembourg a tenu compte de ces recommandations et les a intégrées dans la mesure du possible.

1.4. Coopération régionale dans la préparation du plan

Forum pentalatéral de l'Énergie

Le Luxembourg fait partie intégrante des marchés de l'énergie pour l'électricité et le gaz en Europe occidentale. Par conséquent, à l'instar des autres pays membres, il bénéficie de conditions d'efficience, de sécurité d'approvisionnement et de durabilité de l'approvisionnement énergétique nettement plus avantageuses.

Le Forum pentalatéral de l'Énergie constitue un élément clé de la coopération régionale dans le contexte de la politique énergétique et climatique. Sous la présidence luxembourgeoise, le chapitre commun suivant a été adopté lors d'une conférence en juin 2019 :

Introduction

Le Forum pentalatéral de l'Énergie est une coopération régionale volontaire, depuis 2005, entre la Belgique, la France, l'Allemagne, le Luxembourg, les Pays-Bas et, depuis 2011, l'Autriche, représentant plus d'un tiers de la population de l'UE et couvrant plus de 40 % de la production d'électricité dans l'UE. En 2011, la Suisse a rejoint le forum en tant qu'observateur permanent et contribue activement au travail technique et au processus décisionnel. En étroite collaboration avec la Commission européenne (sur invitation), le Forum pentalatéral de l'Énergie améliore la collaboration entre toutes les parties prenantes afin de créer un marché régional de l'électricité en guise d'étape intermédiaire vers un marché européen commun de l'électricité.

La coopération est dirigée par les Ministres en charge de la politique énergétique qui se rencontrent régulièrement. Le suivi des activités est assuré par les coordinateurs Penta et par le Comité Penta PNEC sous la direction des Directeurs généraux respectifs des pays participant au Forum pentalatéral. Le programme de travail est mis en œuvre par des Gestionnaires de Réseau de Transport (GRT) d'électricité, des ministères, des autorités réglementaires nationales (ARN), la Commission européenne et les opérateurs du marché qui se rencontrent régulièrement au sein de 3 Groupes de soutien.

Le principal succès enregistré au cours des 15 dernières années est l'évolution des pays Penta qui sont passés d'une perspective politique purement nationale sur les marchés de l'énergie à l'adoption d'une approche régionale. Les étapes régionales concrètes sont mises en place dans différentes dimensions qui restent pertinentes aujourd'hui :

Marché intérieur de l'électricité/intégration des marchés :

Le Groupe de Soutien Penta 1 (GS1) se concentre sur le couplage des marchés de l'électricité dans la région. Le GS1 a encouragé le couplage de marché fondé sur les flux (FBMC) des marchés à un jour comme objectif et, en mai 2015, le FBMC a été officiellement lancé dans la région Penta, le premier dans son genre au sein de l'Union européenne. Depuis lors, le FBMC n'a cessé de s'améliorer pour augmenter encore ses gains de prospérité et sert à présent de base pour un FBMC totalement établi au niveau de l'UE pour les marchés à un jour.

En outre, afin d'augmenter la capacité de transport disponible pour le commerce transfrontalier sur le marché intrajournalier, le GS1 a encouragé un processus de calcul coordonné de la capacité intrajournalière après un couplage de marché fondé sur les flux à un jour pour toutes les frontières de la région et qui a été mis en œuvre en mars 2016 en guise de première étape du couplage des marchés intrajournaliers européens.

Le Groupe de Soutien a été un témoin privilégié de l'évolution radicale du paysage de l'électricité et de la gouvernance des marchés de l'électricité. Alors qu'en 2005, les opérateurs électriques travaillaient encore séparément, le groupe a, au fil des années, activement encouragé la coopération entre les parties prenantes, coopération qui a, par exemple, contribué au regroupement régional de GRT dans leurs associations, à la fusion de groupements énergétiques ou GRT ainsi qu'à l'émergence de nouveaux acteurs régionaux (TSCNet, Coreso, ancien CASC-CWE, SSC).

En vue des nouveaux plans de mise en œuvre qui doivent être préparés conformément au Clean Energy Package, les pays Penta coordonneront étroitement leurs activités et exploreront les possibilités d'actions communes.

Marché intérieur de l'électricité/flexibilité :

Le Groupe de Soutien 3 (GS 3) se concentre sur les questions de flexibilité dans la région. Jusqu'à présent, le travail au sein du GS3 s'est concentré sur la mise en équilibre, le marché intrajournalier et le rôle de la maîtrise de la demande qui sont les trois principaux domaines de coopération régionale pour améliorer la flexibilité de nos marchés de l'électricité. Différents documents de référence techniques ont été fournis et résument les principaux obstacles à une utilisation accrue de la flexibilité dans la région Penta. La participation au GS3 a été ouverte à des participants traditionnels (ARN/GRT) ainsi qu'à d'autres parties prenantes comme les Gestionnaires de réseaux

de distribution (GRD), les grands organismes de défense des consommateurs et les producteurs d'énergies renouvelables.

En ce qui concerne la mise en équilibre, des évaluations d'approches actuelles et un échange de bonnes pratiques ont eu lieu au sein du Forum pentalatéral. Par ailleurs, Penta joue un rôle essentiel dans le processus de mise en œuvre des lignes directrices de l'Union européenne sur l'équilibrage du système électrique. En ce qui concerne la maîtrise de la demande, un groupe d'experts distinct a travaillé sur un rapport décrivant la situation réelle dans la région Penta en mettant l'accent sur les règles et responsabilités des nouveaux acteurs du marché dans chaque pays de la région. En ce qui concerne la future coopération des pays Penta sur l'hydrogène, un atelier a été organisé en vue de définir les éventuels thèmes de coopération sur cette question.

Sécurité d'approvisionnement :

Le Groupe de Soutien 2 (GS 2) traite des questions de sécurité d'approvisionnement dans la région. Un mémorandum d'accord sur la coopération en matière de sécurité d'approvisionnement a été conclu entre les pays Penta et signé en juin 2017. Sur cette base et à la lumière du nouveau Règlement UE sur la préparation aux risques, un exercice de crise (« PENTEX 2018 ») a été organisé en 2018 afin de parvenir à une meilleure compréhension mutuelle des préoccupations nationales, afin d'identifier les principales situations de crise potentielles (transfrontalières) pour la région et afin d'évaluer différentes mesures visant à atténuer les effets d'une crise.

La 1ère évaluation régionale de l'adéquation de la production (EAP) réalisée par les GRT du Forum pentalatéral de l'Énergie et publiée en mars 2015 a marqué une étape importante. La méthodologie de l'évaluation reposait sur une approche probabiliste et chronologique avec une résolution horaire pour les années 2015/2016 et 2020/2021 qui représentait une amélioration significative par rapport aux approches déterministes existantes. Par ailleurs, les GRT Penta ont utilisé un ensemble régional commun de données reposant sur les mêmes scénarios et hypothèses, comme un modèle régional de charge thermosensible et des données hydrologiques probabilistes harmonisées.

Les gouvernements des pays Penta sont convaincus que ces dimensions restent pertinentes. Outre une poursuite dans les domaines susmentionnés, les pays Penta utiliseront le Forum pentalatéral de l'Énergie au cours des prochaines années afin de travailler sur les priorités suivantes :

DECARBONATION DU SECTEUR DE L'ELECTRICITE

Vision commune d'une électricité décarbonée dans les pays Penta en 2050 :

Les pays Penta échangeront leurs visions d'un système électrique décarboné en 2050 (avec des étapes intermédiaires en 2030 et 2040) dans le cadre d'un système énergétique hautement efficace et reposant essentiellement sur des énergies renouvelables, une élimination progressive de l'électricité produite par les énergies fossiles et une utilisation finale efficace de l'électricité. Dans un premier temps, une comparaison des scénarios nationaux sur ce que pourrait être le système électrique en 2050 sera établie ainsi que l'identification des aspects communs et divergents des différents scénarios et la façon dont la sécurité d'approvisionnement serait garantie dans ces scénarios. Ceci permettra une compréhension commune des attentes et des défis pour créer un futur système électrique.

North Seas Energy Cooperation

Le Luxembourg fait partie de la région élargie des mers du Nord, qui recèle un important potentiel en énergies renouvelables. La Commission européenne a estimé que l'éolien offshore de la mer du Nord peut couvrir jusqu'à 12 % de la consommation d'électricité dans l'UE d'ici 2030.

La production d'énergie éolienne et les projets d'infrastructure de réseau peuvent avoir des effets transfrontaliers sur les prix de l'énergie, la sécurité d'approvisionnement et l'environnement, y compris la disponibilité de l'espace marin ainsi que le rythme d'innovation. C'est pourquoi le Luxembourg et les pays de la mer du Nord peuvent tirer de grands avantages de la coopération.

La North Seas Energy Cooperation (NSEC) est une initiative de coopération régionale volontaire, bottom-up et axée sur le marché, fondée en 2016, qui vise à créer des synergies et à éviter les incompatibilités entre les politiques nationales et à partager des connaissances sur les bonnes pratiques internationales et à favoriser des stratégies communes, dans la mesure du possible et dans des conditions profitables. L'objectif est de coordonner et de faciliter le déploiement rentable des énergies renouvelables offshore, en particulier de l'énergie éolienne, afin de garantir un approvisionnement en énergie durable, sûr et abordable au Luxembourg et dans les pays de la mer du Nord grâce à un déploiement accru et mieux coordonné de l'énergie éolienne en mer, ainsi que par de potentiels projets communs ou des clusters de projets. Le NSEC se concentre sur une approche progressive en vue d'une intégration plus poussée et d'une efficacité accrue des marchés de gros de l'électricité, tout en contribuant à réduire les émissions de gaz à effet de serre, les écarts de prix de gros moyens et à renforcer la sécurité d'approvisionnement dans la région.

La North Seas Energy Cooperation compte 10 pays avec la participation de la Commission européenne : Belgique, Pays-Bas, Luxembourg, France, Allemagne, Royaume-Uni, Irlande, Norvège, Suède et Danemark.

Coopération régionale

En ce qui concerne la préparation de ce plan, le Luxembourg a fait appel à la NSEC, au sein de laquelle des experts des groupes de soutien ont partagé des informations et des expériences sur des aspects spécifiques, par exemple sur les obstacles et les bonnes pratiques du développement national de l'énergie éolienne et en particulier sur le regroupement de trajectoires nationales en matière d'énergies renouvelables pour l'énergie éolienne jusqu'en 2030 et l'intégration des marchés.

Les groupes de soutien dans le cadre de la coopération se concentrent sur les thèmes suivants :

Groupe de soutien 1 : Planification de l'espace maritime et évaluation de l'impact environnemental

Groupe de soutien 2 : Développement et réglementation des réseaux offshore et autres infrastructures offshore

Groupe de soutien 3 : Cadre de soutien et financement des projets éoliens offshore

Groupe de soutien 4 : Normes et règles techniques dans le secteur éolien offshore

Planification de l'espace maritime et évaluation de l'impact environnemental

Dans le cadre de la North Seas Energy Cooperation, le Luxembourg participe aux travaux en vue de la création d'une méthodologie commune d'évaluation de l'impact environnemental. Afin d'atteindre nos objectifs en matière d'énergie et de climat au sein de l'UE, il importe de mieux comprendre les éventuelles limites écologiques du développement à grande échelle de projets éoliens en Mer du Nord. Des efforts restent à faire en matière de planification de l'espace maritime et d'évaluation de l'impact environnemental pour pouvoir utiliser le potentiel de la Mer du Nord. Afin d'améliorer les connaissances et de soutenir le déploiement de projets éoliens en Mer du Nord, le Luxembourg et les pays de la Mer du Nord, continueront à collaborer étroitement dans le domaine de la planification de l'espace maritime, de la recherche environnementale, de l'évaluation des effets cumulatifs des parcs éoliens entre les autorités en charge de l'énergie, de la planification de l'espace maritime et de l'environnement.

Réseaux offshore et autres infrastructures offshore

La NSEC fait office de plateforme pour la collaboration sur des concepts de projets éoliens potentiels communs ainsi que pour une infrastructure électrique coordonnée, y compris l'infrastructure de transport.

Le Luxembourg collabore avec les autres pays de la Coopération énergétique des Mers du Nord sur les possibilités de projets de coopération concrets. Outre les projets éoliens offshore communs qui seraient connectés à plusieurs États membres et soutenus par ceux-ci, cela inclut les travaux sur d'éventuelles solutions « hybrides » qui utiliseraient un câble de connexion au réseau pour évacuer l'éolien offshore, ainsi que la capacité d'interconnexion entre pays, et sur les adaptations de marché correspondantes.

Les pays membres du NSEC contribuent donc au développement de possibilités de coopération dans le cadre de projets hybrides et sur l'identification et la résolution des éventuels obstacles juridiques, réglementaires et commerciaux. En coordonnant les activités sur une interconnexion accrue entre les pays de la NSEC, une quantité croissante de productions excédentaires d'énergie pourrait traverser les frontières afin de répondre à la demande sur un marché intérieur de l'énergie performant.

La NSEC a dressé une liste de zones et de projets potentiels dans la région, où des projets communs pourraient être très bénéfiques. Il s'agit notamment de : (1) le parc éolien IJmuiden Ver au Royaume-Uni, (2) CGS IJmuiden Ver - Norfolk, (3) COBRA Cable, (4) le parc éolien offshore connecté à NL et (5) et le North Seas Wind Power Hub. La NSEC travaille au développement de concepts concrets pour la mise en œuvre de projets sélectionnés parmi la liste ci-dessus.

La NSEC continuera à travailler sur les plans d'action pour les projets hybrides spécifiques qui peuvent également être poursuivis au niveau national et régional. De plus, la coopération continuera à travailler en tant que forum afin de se pencher sur la façon de traiter les incertitudes liées au traitement réglementaire de projets hybrides au niveau national et de l'UE et pour débattre des possibilités de résoudre ces problèmes.

Cadre de soutien et financement des projets éoliens offshore

En ce qui concerne les mesures, le Luxembourg profite de la NSEC de plusieurs façons. Le travail au sein de la NSEC offre une plateforme d'échange de bonnes pratiques en matière de conception de régimes de soutien et pour le développement et l'élaboration de nouveaux concepts répondant aux nouveaux défis concernant le soutien à l'éolien offshore ainsi que pour le développement d'éventuelles options pour les futurs projets éoliens offshore communs.

Les pays membres du NSEC travaillent au sein de la NSEC pour coordonner le calendrier des offres, échanger les meilleures pratiques en matière de conception de systèmes d'aide éolienne en mer et identifier, si possible, des principes communs ainsi que des options possibles pour l'alignement des aides.

En ce qui concerne le calendrier des offres, le Luxembourg partage régulièrement des informations sur son calendrier d'appels d'offres national avec les autres pays de la NSEC dans le but d'identifier les chevauchements possibles et de permettre la meilleure fluidité possible d'appels d'offres dans la région des Mers du Nord afin de garantir que les processus d'appel d'offres optimisent la concurrence et soient le plus rentables possible pour les consommateurs. Le Luxembourg est prêt à prendre en compte, entre autres critères et dans la mesure du possible, cet aperçu des calendriers d'appels d'offres dans sa planification future des appels d'offres afin d'éviter les chevauchements inutiles et de fournir une réserve de capacité stable aux parties prenantes impliquées sans cycles d'arrêt et de reprise.

Les pays membres du NSEC partagent et examinent dans la NSEC la trajectoire renouvelable offshore estimée, des informations sur ses plans de déploiement offshore et les meilleures pratiques en matière de conception d'appels d'offres éoliens offshore.

Lors de la réunion ministérielle d'Esbjerg le 20 juin 2019, les pays de la Mer du Nord et le Luxembourg ont convenu de travailler ensemble afin d'atteindre une capacité éolienne offshore installée totale indicative des États membres de la NSEC d'au moins 70 GW d'ici 2030 sur base de la planification nationale.

Afin de refléter la dynamique du déploiement éolien offshore dans la région, cette capacité totale prévue d'au moins 70 GW pour 2030 peut se traduire par une trajectoire globale avec des étapes indicatives pour la région d'environ 25 GW en 2020 et 54 GW en 2025.

Dans la NSEC, le Luxembourg contribue également aux travaux d'analyse et de développement d'options permettant de mobiliser davantage de capitaux pour des projets communs, par exemple par le biais de fonds européens tels qu'*European Fund for Strategic Investments* (EFSI) et *Connecting Europe Facility* (CEF), ainsi que d'investisseurs institutionnels. Ces projets communs pourraient être des projets transfrontaliers d'énergies renouvelables, conformément à la proposition du CEF.

Harmonisation des règles, des règlements et des normes techniques

La North Seas Energy Cooperation procède à l'alignement des normes et exigences techniques susceptibles de contribuer à réduire davantage les coûts du déploiement éolien offshore. L'objectif consiste à aligner les règles, la réglementation et les normes techniques dans cinq domaines identifiés. Il s'agit notamment de : (1) Aviation, balisage et éclairage, (2) Santé et sécurité, (3) Certification des exigences réglementaires, (4) Aménagement du parc et étude du site et (5) Approches de recherche. La NSEC se penche sur le développement de propositions et de recommandations pour la mise en œuvre en étroite collaboration avec l'industrie. L'objectif de ces recommandations est de réduire les coûts tout en étant réalisables. La coopération poursuivra ses travaux d'alignement des normes et des exigences techniques ainsi que d'échange de bonnes pratiques afin de réduire les réglementations et coûts inutiles pour l'industrie.

Union européenne

Au niveau européen, le Luxembourg continuera également à promouvoir des objectifs ambitieux ainsi que leur mise en œuvre. Les objectifs poursuivis sont notamment les suivants :

1) Dans une loi européenne sur le climat, l'UE s'engage à atteindre l'objectif d'émissions de gaz à effet de serre « net zero » à l'horizon 2050 au plus tard et présente une feuille de route concrète (*roadmap*) à cet effet.

2) Dans une première étape intermédiaire importante, l'UE s'engage de manière contraignante à réduire de 55 % les gaz à effet de serre dans l'UE d'ici 2030.

3) D'ici l'été 2020, la Commission européenne devrait présenter un plan concret quant à la transposition des différents objectifs de l'UE en matière de réduction des gaz à effet de serre et d'énergie, ainsi que l'adaptation des mesures européennes existantes (système d'échange de certificats de quotas d'émission de CO₂ de l'UE pour l'industrie et les centrales électriques, partage de l'effort (PRE), utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie (UTCATF), directive de l'UE relative à l'efficacité énergétique, directive de l'UE relative aux énergies renouvelables ou réglementation des émissions de carbone des voitures, des véhicules utilitaires légers et des camions).

La Commission européenne prévoit également des mesures supplémentaires :

- Introduction d'une taxe carbone aux frontières (border tax adjustment) afin d'empêcher la concurrence déloyale due à des importations dont la fabrication n'est pas respectueuse du climat

- Plus que des véhicules sans carburants fossiles (électrique, hydrogène) à partir de 2031 afin d'accélérer l'interdiction des moteurs à carburants fossiles pour les voitures et camionnettes
- Introduction de normes européennes pour les camions, les navires et les avions neufs

4) L'UE présente un cadre financier pour le soutien proactif de la transition climatique et énergétique à l'aide du budget de l'UE (émissions de GES dans le secteur industriel : production d'acier, de ciment ou de verre « zéro carbone », programme de rénovation de logements de l'UE de grande envergure, soutien à la construction en Mer du Nord d'un parc éolien offshore de 400 GW, expansion de l'infrastructure pour un secteur de transport à zéro ou à faibles émissions et transition vers une agriculture et une utilisation des terres respectueuses du climat). Les progrès sont mesurés à l'aide d'un système fiable et transparent et d'une méthodologie de vérification, de traçabilité et de suivi des dépenses et de leur impact sur l'action climatique et la transition énergétique.

La Banque européenne d'investissement est en train de devenir une banque climatique qui n'apporte plus de soutien financier aux combustibles fossiles. Il est également important de ne plus gaspiller aucune ressource commune dans le développement ou le maintien de l'énergie nucléaire en Europe.

5) Avant l'été 2020, l'UE devrait présenter une nouvelle loi visant à garantir que toutes les batteries vendues dans l'UE (montées dans des voitures, des bus, mais aussi d'autres appareils électroniques) sont 100 % recyclées et fabriquées à partir de matériaux correspondant à des normes élevées en matière d'environnement et de droits de l'homme.

6) L'UE devrait non seulement taxer les grandes compagnies Internet, mais aussi les contraindre à respecter des normes élevées d'efficacité énergétique (*immersion cooling*) et à utiliser 100 % d'énergies produites à partir de sources renouvelables.

7) Grâce à des projets de recherche de grande envergure (*Zero carbon steel, cement, glass, green batteries program*, avions/bateaux hybrides électriques), l'UE devrait jeter les bases industrielles d'une transition énergétique radicale et empêcher le dumping dû aux importations à travers des clauses climatiques contraignantes dans les accords commerciaux.

2. Objectifs nationaux et consignes

Lors du trilogue de juin 2018, les États membres de l'UE, le Parlement européen et la Commission européenne sont parvenus à un accord politique sur le système cible à l'horizon 2030, avec des objectifs européens contraignants tels que la réduction de 40 % des gaz à effet de serre (GES), une part d'énergies

renouvelables de 32 % dans la consommation énergétique finale et de 32,5 % d'efficacité énergétique, avec une clause de révision pour une augmentation en 2023. Le règlement (UE) 2018/1999 sur le système de gouvernance de l'Union de l'énergie et de l'action pour le climat exige des États membres qu'ils soumettent un plan national en matière d'énergie et de climat à la Commission européenne, qui comprend une présentation détaillée des objectifs nationaux en vue de l'atténuation des gaz à effet de serre, des objectifs en matière d'énergies renouvelables et d'efficacité énergétique, ainsi que des mesures prévues à cet effet. Ledit plan définit les objectifs du Luxembourg dans le cadre du système cible susmentionné. De plus, les trajectoires globales présentées par les États membres devront impérativement remplir les objectifs minimums européens.

Pour le Luxembourg, le règlement (UE) 2018/842 relatif aux réductions annuelles contraignantes des émissions de gaz à effet de serre par les États membres de 2021 à 2030 représente déjà un objectif minimum d'absorptions de GES contraignant. L'absorption de GES prévue par ce règlement est de 40 % d'ici 2030 par rapport aux émissions de GES du Luxembourg en 2005. En termes d'énergies renouvelables, la directive (UE) 2018/2001 relative à la promotion de l'utilisation de l'énergie produite à partir de sources renouvelables établit une formule de référence, grâce à laquelle le Luxembourg voit son objectif augmenté d'environ 12 % dans ce domaine, correspondant à un objectif à l'horizon 2030 d'environ 23 %. Cet objectif peut être atteint à la fois en utilisant les ressources nationales, en important des biocarburants ou en encourageant l'électromobilité dans le secteur des transports, mais aussi en ayant recours aux mécanismes de coopération. Dans le domaine de l'efficacité énergétique, le partage de l'effort de l'UE ainsi que l'objectif européen en matière d'efficacité énergétique donnent lieu à une trajectoire cible de 35 à 40 %, définie par rapport à la tendance de référence de l'UE pour le Luxembourg pour 2030, publiée en 2007 (EU PRIMES 2007)³.

Les objectifs du Luxembourg par rapport aux dimensions à prendre en considération sont décrits ci-dessous. Il convient de mentionner d'emblée que toutes les exigences minimales décrites ci-dessus, que ce soit dans le domaine de la réduction des émissions de GES ou en termes de contribution en énergies renouvelables ou à l'efficacité énergétique, sont clairement satisfaites. Pour le Luxembourg, il est important d'avancer ensemble avec ses partenaires européens sur une voie ambitieuse.

³ European Commission DG for Energy and Transport (2008). European energy and transport -TRENDS TO 2030 — UPDATE 2007. <https://ec.europa.eu/energy/en/data-analysis/energy-modelling>

2.1. Dimension « décarbonisation »

2.1.1. Émissions et absorptions des émissions de gaz à effet de serre

Afin d'atteindre l'objectif énoncé à l'article 2.1.a de l'accord de Paris, au niveau national, le Luxembourg souhaite **réduire les émissions de GES de tous les secteurs hors système d'échange de quotas d'émission de 55 % d'ici 2030 par rapport à l'année 2005 servant de base**. En effet, le rapport spécial du GIEC sur les conséquences d'un réchauffement planétaire de 1,5 °C par rapport au niveau préindustriel démontre que seule une réduction de moitié d'ici 2030 (par rapport au niveau actuel) des émissions mondiales de gaz à effet de serre, suivie de la neutralité climatique en 2050, permettra de limiter le réchauffement global à 1,5 °C.

L'objectif national de réduction des émissions de GES est donc plus ambitieux que la contribution contraignante du Luxembourg à l'objectif de l'UE en vertu du règlement (UE) 2018/842 relatif aux réductions annuelles contraignantes des émissions de gaz à effet de serre par les États membres de 2021 à 2030. L'objectif d'atténuation des émissions de GES pour les secteurs hors système d'échange de quotas d'émission prévu par ledit règlement est de 40 % d'ici 2030 par rapport à 2005. Les budgets « carbone » annuels sont calculés sur base d'une trajectoire de baisse linéaire entre les émissions de GES moyennes réelles de 2016 à 2018 et l'objectif de points à atteindre à l'horizon 2030.

Le règlement (UE) 2018/841 relatif à la prise en compte des émissions et des absorptions de gaz à effet de serre résultant de l'utilisation des terres, du changement d'affectation des terres et de la foresterie dans le cadre d'action en matière de climat et d'énergie à l'horizon 2030 attribue à chaque État membre de l'UE un objectif pour le secteur LULUCF⁴. Les « débits » résultant de toutes les catégories comptables de terres cumulées (en vertu de l'article 2 du règlement (UE) 2018/841) ne peuvent pas excéder les « crédits » au terme des deux périodes de cinq ans de 2021 à 2025 et de 2026 à 2030 (« no net debit rule »).

2.1.2. Énergies renouvelables

Le Luxembourg s'est fixé comme objectif d'augmenter la **part des énergies renouvelables** de 11 % en 2020 à **25 % à l'horizon 2030**.

Selon les scénarios récemment établis, le déploiement national des énergies renouvelables d'ici 2030 devrait se situer autour de 19,6 %, par rapport à la consommation finale brute d'énergie, à savoir la somme des besoins énergétiques sectoriels en électricité, en chauffage et en carburants dans le secteur du

⁴ LULUCF : Land Use, Land Use Change and Forestry

transport. À côté des politiques ambitieuses en matière d'énergies renouvelables, ces scénarios montrent tous une augmentation significative de l'efficacité énergétique (cf. point 2.2) et donc une réduction de la demande en énergie, augmentant ainsi la part des énergies renouvelables en termes de consommation. Toutefois, en vertu de l'objectif de l'UE (augmentation de la part des EnR à 32 % au niveau de l'UE d'ici 2030), une contribution nationale de 25 % semble raisonnable et appropriée. Afin de couvrir la pénurie correspondante, il est donc recommandé de recourir à la coopération avec les autres États membres de l'UE par le biais des mécanismes de coopération déjà en place en 2020. La coopération avec d'autres États membres ainsi que les transferts statistiques seront développés davantage et comprendront des projets concrets (p. ex. de grands systèmes photovoltaïques dans le sud de l'Europe ou des parcs éoliens offshore).

Les points suivants présentent l'ensemble des objectifs sur le plan sectoriel et technologique. Les chapitres suivants traitent des mesures et de l'analyse d'impact. Les résultats et les valeurs représentés se rapportent à l'objectif de 25 %.

Tableau 1 : Part sectorielle des énergies renouvelables au Luxembourg d'ici 2040 selon le scénario cible avec un seuil de 25 % (en 2030).

Part sectorielle EnR		<u>2017</u>	<u>2020</u>	<u>2025</u>	<u>2030</u>	<u>2035</u>	<u>2040</u>
Part EnR, secteur électricité	%	8,1%	11,9%	23,5%	33,6%	38,8%	45,4%
Part EnR, secteur chauffage	%	8,1%	13,7%	19,9%	30,5%	35,8%	47,1%
Part EnR, secteur transports	%	6,4%	11,3%	18,4%	25,6%	40,4%	54,3%
Taux d'addition biocarburants	%	5,6%	7,5%	8,8%	10,0%	14,4%	18,7%
Part EnR totale - Production /							
consommation nationale	%	6,4%	9,4%	13,9%	19,6%	24,8%	31,9%
Part EnR totale - coopération EnR							
incluse	%	6,4%	11,8%	17,6%	25,0%	31,0%	39,3%

Source : Illustrations propres, 2019

Dans le domaine de la production d'énergie au Luxembourg, les énergies renouvelables représentent aujourd'hui une contribution significative, bien que relativement limitée. Toutefois, cela devrait et pourrait changer considérablement dans les années à venir et permettrait de poursuivre de manière concrète sur la tendance amorcée il y a quelques années. Les énergies renouvelables telles que l'énergie éolienne et solaire photovoltaïque, mais aussi la biomasse – les principales technologies dans le domaine de la

production d'électricité au Luxembourg – se sont déjà développées ces dernières années. En l'espace d'une décennie, leur part a doublé, tant dans le secteur de l'électricité, passant de 3,3 % en 2007 à 8,1 % en 2017, que dans celui du chauffage (de 4,4 % en 2007 à 8,1 % en 2017). Dans le secteur du transport, cette augmentation fut encore plus marquante. La part EnR est passée de 2,2 % en 2007 à 6,4 % en 2017.

Tableau 2 : Énergie produite à partir de sources renouvelables à l'aide de technologies au Luxembourg d'ici 2040 selon le scénario cible avec un seuil de 25 % (en 2030).

Production d'énergie, Détails technologique		<u>2017</u>	<u>2020</u>	<u>2025</u>	<u>2030</u>	<u>2035</u>	<u>2040</u>
Secteur électricité							
Biogaz*	GWh	72	56	70	93	96	97
Biomasse**	GWh	101	192	228	271	268	338
Énergie hydraulique	GWh	104	93	97	100	104	107
Photovoltaïque	GWh	108	197	786	1 112	1 257	1 442
Énergie éolienne	GWh	185	211	382	674	956	1 166
Électricité totale issue des EnR	GWh	570	748	1 563	2 251	2 680	3 150
Secteur chauffage							
Biomasse et biogaz, couplé au réseau	GWh	302	589	625	676	669	728
Biomasse, décentralisé	GWh	672	883	1 084	1 263	1 083	1 083
Systèmes solaires thermiques	GWh	25	58	115	190	236	290
Pompes à chaleur	GWh	52	95	207	422	507	507
Chaleur totale issue des EnR	GWh	1 052	1 626	2 030	2 551	2 495	2 609
Secteur transports							
Biocarburants, total	GWh	1 282	1 632	1 563	1 485	1 738	1 749
Énergie totale issue des EnR (national)	GWh	2 904	4 006	5 156	6 287	6 914	7 508
Coopération EnR							
Volumes d'énergie Coopération EnR	GWh	0	1 000	1 374	1 748	1 748	1 748

* systèmes centralisés (injection dans un réseau de chauffage)

** systèmes décentralisés (pas d'injection dans un réseau de chauffage, tous les secteurs)

L'analyse de la décennie à venir a été réalisée dans le cadre d'une étude sous-jacente (cf. Resch et al. 2019), sur base d'une série d'évolutions possibles et des scénarios énergétiques correspondants. Le scénario cible présenté dans le présent plan vise les 25 % à l'horizon 2030. En outre, si l'on tient compte du statu quo (2017) et de l'évolution des références, qui équivaut à poursuivre les politiques existantes, l'augmentation devient d'autant plus visible. En effet, comme l'illustrent les données reprises dans la section 4 du présent rapport, la part des EnR dans la consommation finale brute d'énergie, c'est-à-dire la totalité des besoins sectoriels en électricité, en chaleur et en carburant dans le secteur du transport, passerait donc de 6,4 % en 2017 à 12,9 %, à condition de poursuivre les politiques existantes (évolution des références). D'après le scénario cible présenté ici, des actions supplémentaires en matière d'énergies renouvelables ainsi qu'en termes d'efficacité énergétique permettraient une augmentation à 19,6 % en 2030.

Le Tableau 1 fournit des détails concernant la décomposition sectorielle du bilan global ; le Tableau 2 **fournit des détails concernant la possible scission technologique sous-jacente**. Par conséquent, la plus forte croissance d'énergies renouvelables est attendue dans le secteur de l'électricité. Une part d'environ 33 % semble possible pour 2030, notamment grâce à des projets déjà mis en œuvre (par exemple dans le domaine des éoliennes, des systèmes photovoltaïques et de la cogénération de biomasse). D'ici 2040, la part des EnR dans la consommation d'électricité brute atteindrait ensuite les 45,4 %. La deuxième place dans la ruée vers la transition revient au secteur du chauffage. Une croissance significative est à prévoir, comparée à aujourd'hui, en accord avec la production d'électricité (cogénération biomasse), mais aussi à un niveau décentralisé, par exemple pour les pompes à chaleur, les panneaux solaires thermiques pour chauffer l'eau ou les systèmes modernes de chauffage à la biomasse. La part des EnR dans le secteur du chauffage passerait ainsi de 8,1 % (2017) à 30,5 % d'ici 2030 et à 47,1 % d'ici 2040. L'augmentation considérable de la part des énergies renouvelables après 2030 sera surtout à attribuer à l'augmentation significative de l'efficacité énergétique, et donc à la réduction de la consommation d'énergie dans le secteur du chauffage. En outre, une augmentation massive de l'utilisation des énergies renouvelables est également attendue dans le secteur du transport. Celle-ci sera sans doute due aux ajouts systématiques de biocarburants (de deuxième génération). D'ailleurs, il est fort à parier que d'ici 2030 le mélange de biocarburants ne contiendra plus qu'un maximum de 5 % de carburants de première génération⁵, calculé

⁵ Concrètement, d'après le scénario cible et le scénario de référence, la part des biocarburants de première génération pourrait être ramenée à 2,5 % en 2030, calculée par rapport au besoin en carburant du transport routier.

par rapport à la consommation totale de carburant du transport routier. L'électromobilité sera elle aussi développée de manière conséquente. De manière générale, cela se traduira par une augmentation significative de la part des EnR dans le secteur du transport à 25,6 % d'ici 2030 et à 54,3 % en 2040 respectivement (selon la méthode de calcul définie dans la directive (UE) 2018/2001). Les volumes d'énergies renouvelables requis, qui, à l'avenir, seront couverts par la coopération EnR avec d'autres pays, dans la mesure où cela s'avère nécessaire pour atteindre l'objectif d'énergies renouvelables de 11 %⁶ en 2020 et de 25 % en 2030, sont également repris dans le Tableau 2. Dans le présent scénario cible, ces chiffres s'élèvent à 1 TWh en 2020 et à 1,75 TWh en 2030 (et au-delà).

⁶ Dans le scénario cible, les volumes de coopération EnR fictifs (1 TWh) dépassent l'objectif minimum national (11 %) en 2020 ; compte tenu de la coopération EnR, la part des EnR dans la consommation d'énergie finale brute atteindra les 12 %.

2.2. Dimension « efficacité énergétique »

Afin de se conformer à l'objectif d'atténuation des émissions de GES mentionné au chapitre 2.1.1., le Luxembourg souhaite réduire la consommation finale d'énergie de 40 % et 44 % d'ici 2030 par rapport à la référence EU PRIMES de 2007.

Afin d'atteindre l'objectif de 44 % présenté ci-dessous, on distingue notamment les domaines suivants, en fonction de l'intensification fictive des instruments politiques existants et de l'introduction de nouveaux instruments :

- Niveau d'ambition dans le parc immobilier, tant pour les nouvelles constructions que pour la rénovation énergétique des bâtiments, taux de rénovation énergétique et profondeur de rénovation des rénovations prévues
- Efficacité énergétique dans le secteur industriel et les PME
- Adressage du trafic de transit et frontalier
- Développement de l'électromobilité dans le parc automobile

Les valeurs cibles centrales du scénario cible, par rapport au seuil de 44 %, sont illustrées dans le Tableau 3.

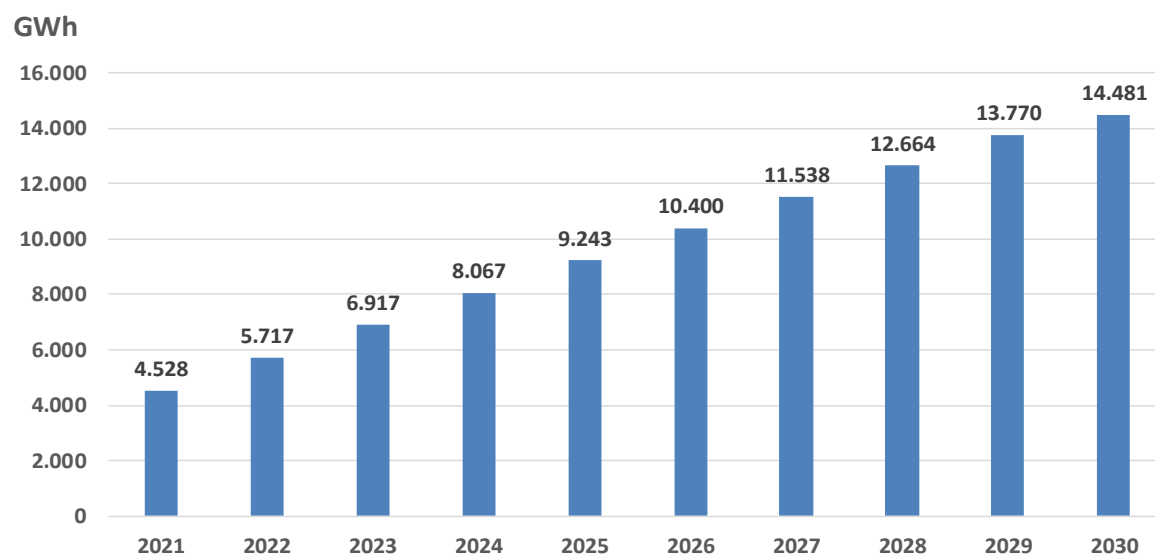
La somme des économies d'énergie finales annuelles de tous les secteurs (ménages, commerces/services, industrie et transports) par rapport à la demande en énergie finale correspondante du scénario de référence pour la période de 2021 à 2030 est illustrée dans le Illustration 1. En 2030, les économies d'énergie finales de tous les secteurs, réalisées grâce aux mesures mises en œuvre s'élèvent à environ 14,5 TWh, permettant ainsi d'atteindre une consommation finale d'énergie de 35 568 GWh par rapport à la consommation finale d'énergie du scénario de référence qui est de 50,5 TWh. La consommation finale d'énergie de 35 568 GWh en 2030 (cf. Tableau 3) équivaut à une baisse de 44 % de la consommation finale d'énergie selon PRIMES UE 2007.

Tableau 3 : Valeurs cibles du scénario cible en matière d'efficacité énergétique par rapport au seuil de 44 %

Scénario cible	44% d'efficacité (EEF44)
Objectif d'efficacité 2030 (par rapport aux PRIMES UE en 2030)	-44 %
Consommation finale d'énergie [GWh]	35 568
Total	-30 %
Ménages	-40 %
Tertiaire	-24 %
Industrie	-17 %
Transport routier	-38 %
Carburants transport routier (sans électricité pour l'électromobilité)	-41 %
Taux de rénovation énergétique 2020 - 2030 ⁷	2.7%
Profondeur de rénovation (réduction moyenne de la demande en chaleur après rénovation complète)	72 %
Électromobilité : Part des voitures électriques / véhicules de type plug-in hybride dans le parc automobile d'ici 2030 (habitant)	49 %

Source : propres calculs 2019

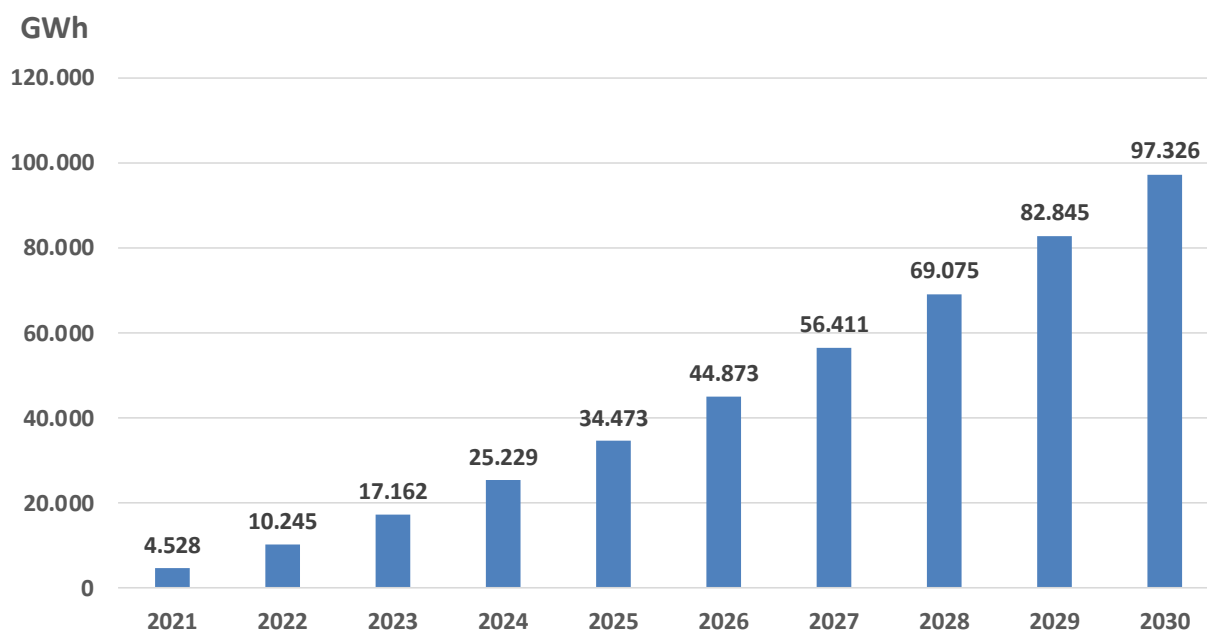
⁷ Par rapport aux rénovations supplémentaires du scénario de référence. Le taux de rénovation correspond au nombre de bâtiments rénovés chaque année par rapport au parc immobilier existant (bâtiments construits avant 1991).



Source : *propres calculs 2019*

Illustration 1 : Économies d'énergie finales annuelles en GWh des ménages, du secteur commercial et des services, du secteur industriel et du transport au Luxembourg (par rapport à un objectif d'efficacité énergétique de 44 %)

À condition de mettre en œuvre les mesures d'efficacité énergétique prévues, les économies d'énergie finales cumulées entre 2021 et 2030 de tous les secteurs (ménages, commerces/services, industrie et transports) s'élèveront à 97,3 TWh (cf. Illustration 2).

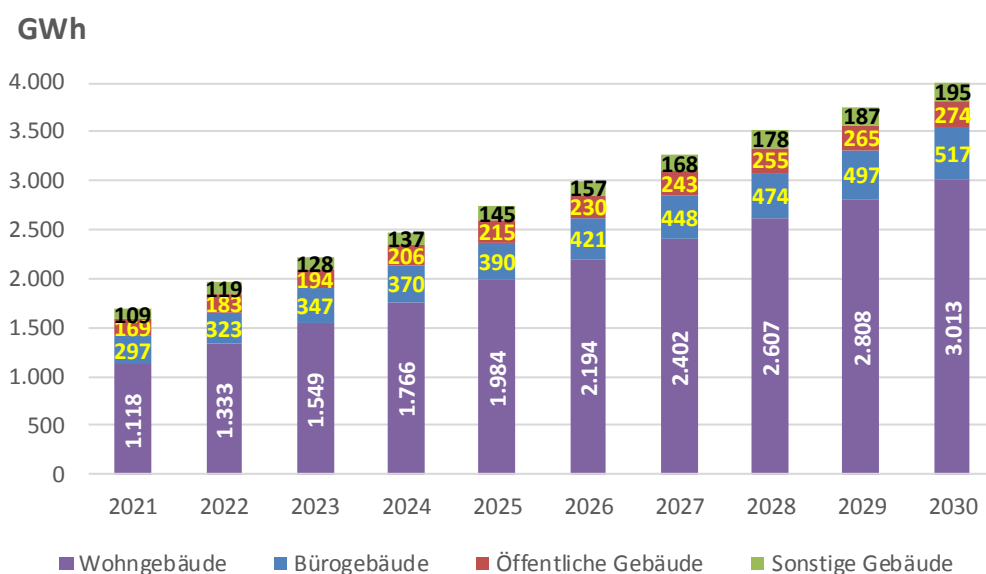


Source : propres calculs 2019

Illustration 2 : Économies d'énergie finales cumulées entre 2021 et 2030 en GWh des ménages, du secteur commercial et des services, du secteur industriel et du transport au Luxembourg (par rapport à un objectif d'efficacité énergétique de 44 %)

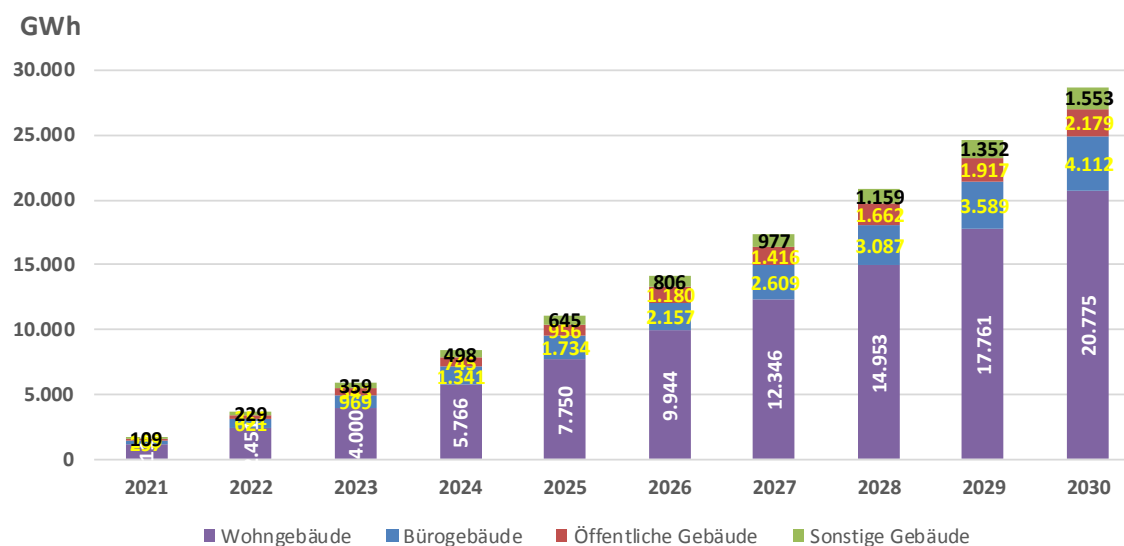
La somme des économies d'énergie finales annuelles des bâtiments résidentiels et non résidentiels au Luxembourg par rapport à la consommation finale d'énergie correspondante du scénario de référence pour la période de 2021 à 2030 est représentée par l'illustration 3. En 2030, les économies d'énergie finales réalisées grâce aux mesures prévues pour les bâtiments résidentiels et non résidentiels s'élèveront à environ 4 TWh (cf. Illustration 3).

Les rénovations cumulées en termes d'efficacité énergétique des bâtiments résidentiels et non résidentiels au Luxembourg pour la période de 2021 à 2030 contribuent aux économies d'énergie finales de tous les secteurs avec près de 28,6 TWh (cf. Illustration 4). Les économies d'énergie finales les plus importantes sont réalisées grâce à la rénovation d'habitations privées, suivie de la rénovation d'immeubles de bureaux et de bâtiments publics et de la rénovation d'autres bâtiments (cf. Illustration 4). En effet, malgré l'importance de la place financière, le pays compte beaucoup plus de surface de logement que d'immeubles de bureaux.



Source : propres calculs 2019

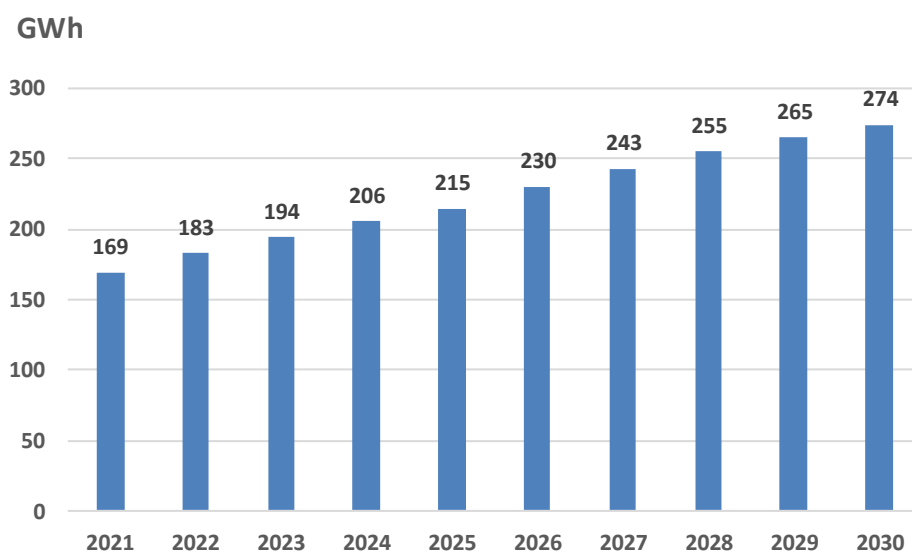
Illustration 3 : Économies d'énergie finales annuelles en GWh incombant à la rénovation de l'ensemble des bâtiments résidentiels et non résidentiels au Luxembourg (par rapport à un objectif d'efficacité énergétique de 44 %)



Source : propres calculs 2019

Illustration 4 : Économies d'énergie finales cumulées entre 2021 et 2030 en GWh grâce à la rénovation de l'ensemble des bâtiments résidentiels et non résidentiels au Luxembourg (par rapport à un objectif d'efficacité énergétique de 44 %)

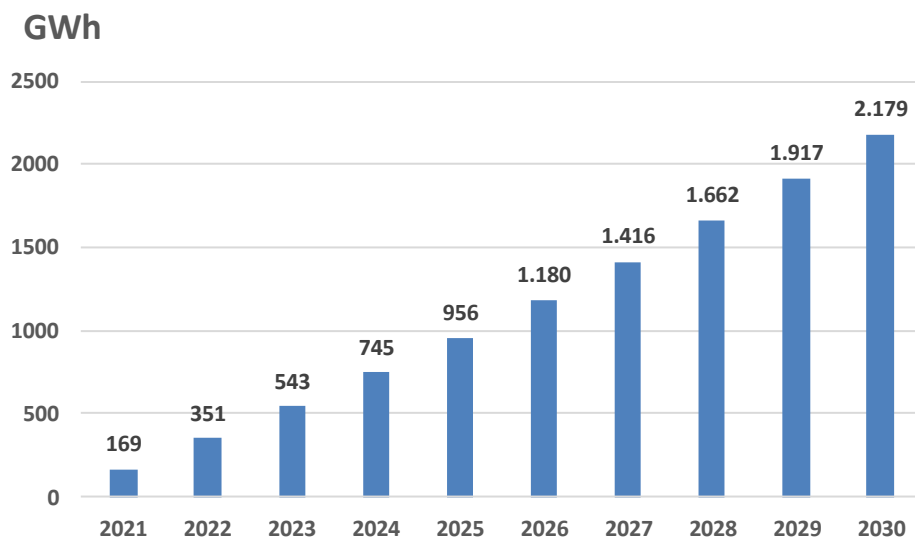
L'illustration 5 reprend une nouvelle fois l'évolution des économies d'énergie finales réalisées grâce à la rénovation des bâtiments publics au Luxembourg d'ici 2030. Le secteur public servira de modèle et initiera le développement d'un grand marché de l'efficacité énergétique au Luxembourg. Les économies d'énergie finales annuelles augmenteront progressivement au cours de cette période, passant de 169 GWh (2021) à 274 GWh (2030) ; équivalant à une augmentation des économies d'énergie finales annuelles d'un total de 105 GWh. La rénovation des bâtiments publics représentera une contribution d'environ 8 % à l'économie d'énergie globale réalisée grâce à des rénovations de bâtiment en matière d'efficacité énergétique.



Source : propres calculs 2019

Illustration 5 : Économies d'énergie finales annuelles en GWh incombant à la rénovation de bâtiments publics au Luxembourg (par rapport à un objectif d'efficacité énergétique de 44 %)

L'illustration 6 reprend une nouvelle fois l'évolution des économies d'énergie finales cumulées réalisées grâce à la rénovation des bâtiments publics au Luxembourg d'ici 2030. Les économies d'énergie finales cumulées grâce à la rénovation de bâtiments publics augmenteront progressivement au cours de cette période de près de 169 GWh (2021) à près de 2,2 TWh (2030) ; ce qui équivaut à une augmentation des économies d'énergie finales cumulées d'approximativement 2 TWh.



Source : *propres calculs 2019*

Illustration 6 : Économies d'énergie finales cumulées entre 2021 et 2030 en GWh grâce à la rénovation de bâtiments publics au Luxembourg (par rapport à un objectif d'efficacité énergétique de 44 %)

En raison de l'économie dynamique et de la croissance démographique du pays, les nouvelles constructions, tant résidentielles que non résidentielles, sont plus importantes que dans d'autres pays de l'UE. Par conséquent, en 2017, le Luxembourg a instauré une norme énergétique pour les nouvelles constructions correspondant aux exigences du standard de la maison passive.

L'association de l'efficacité des bâtiments (toit, murs, fenêtres, caves) et de l'abandon progressif des systèmes de chauffage à énergie fossile signera le succès de la stratégie de rénovation des bâtiments. Celle-ci comprend également un programme de primes pour le remplacement du mazout de chauffage et prévoit la mise en place de réseaux de chauffage à basse température, alimentés à partir de la chaleur résiduelle provenant du secteur industriel, ainsi que de sources d'énergies renouvelables (géothermie profonde, pompes à chaleur, bois durable). La stratégie nationale de rénovation énergétique des bâtiments sera élaborée en collaboration avec tous les acteurs concernés. Ceux-ci discuteront notamment des aspects sociaux, mais aussi des aspects de protection des monuments et des « maisons multi-appartements » en vue de mettre en œuvre les mesures spécifiques appropriées.

Étant donnée la dynamique de développement du marché du logement caractéristique du Luxembourg, guidée par une forte croissance démographique et des hausses de prix constantes, la part des nouvelles constructions résultantes de la démolition de bâtiments existants n'est pas négligeable, d'autant plus que

ceci contribue à réduire progressivement le nombre de bâtiments existants non rénovés et à améliorer de manière significative l'efficacité énergétique.

D'autres objectifs nationaux à long terme pour le développement ultérieur de l'efficacité énergétique au Luxembourg sont repris dans le Quatrième plan d'action national d'efficacité énergétique du Luxembourg (NEAP 2017). Pour 2020, le Luxembourg s'est fixé un objectif d'efficacité énergétique de 49 292 GWh (NEAP 2017) en vertu de l'article 3, paragraphe 1 de la réglementation sur la performance énergétique. Des mesures sont absolument nécessaires dans tous les secteurs afin d'atteindre cet objectif d'efficacité énergétique.

2.3. Dimension « sécurité énergétique »

Étant donné que le Luxembourg ne dispose ni de propres grandes centrales électriques ni d'installations de production et de stockage de gaz, le pays dépend fortement des importations d'énergie. En vertu de la loi modifiée du 1er août 2007 relative à l'organisation du marché de l'électricité et relative à l'organisation du marché du gaz naturel, il incombe aux entreprises actives sur le marché et réglementées par l'Institut Luxembourgeois de Régulation (ILR) de garantir la sécurité d'approvisionnement. Le gouvernement assure le suivi de la sécurité d'approvisionnement.

Étant donné que le Luxembourg dépend des importations d'énergie, le marché intérieur européen de l'électricité et du gaz se doit d'être pleinement opérationnel. Le pays souhaite donc accélérer l'achèvement du marché intérieur de l'électricité et du gaz avec une concurrence transfrontalière intensive entre les fournisseurs et augmenter rapidement la flexibilité électrique des consommateurs. Le Luxembourg est également favorable à un renforcement de la coopération régionale dans le domaine de la sécurité d'approvisionnement en électricité et en gaz. En raison de leurs obligations légales, les fournisseurs de réseau électrique et de gaz attachent une grande importance au bon état de leur infrastructure, voulant celle-ci à la pointe de la technologie. La capacité disponible des réseaux doit répondre aux exigences croissantes du développement économique et démographique du pays. L'installation généralisée de compteurs intelligents pour tous les consommateurs permettra aux fournisseurs de réseau de contrôler leurs réseaux de manière encore plus intelligente et sécurisée.

L'expansion des énergies renouvelables nécessaires à la réalisation des objectifs permettra au Luxembourg de réduire considérablement sa dépendance vis-à-vis des importations d'électricité. Toutefois, en raison de l'énorme demande en électricité du secteur industriel, les sources d'énergie nationales ne suffiront pas à couvrir l'approvisionnement énergétique du Luxembourg à l'avenir. Dans le domaine de la flexibilité de la charge, le Luxembourg vise à augmenter considérablement la part des consommateurs participant activement au marché de l'électricité (notamment à l'aide d'une plateforme de données énergétiques).

Les normes d'isolation thermique plus strictes pour les futurs nouveaux bâtiments ainsi que la stratégie de rénovation élaborée pour le parc immobilier permettront de faire baisser la demande de gaz naturel.

Le Luxembourg ne possède pas de réserves de pétrole et doit donc importer 100 % de sa consommation de pétrole. Il n'y a d'ailleurs pas non plus de raffineries sur le territoire national. Par conséquent, le pays importe uniquement des produits pétroliers, et non du pétrole brut. Ces importations proviennent en grande majorité de la Belgique, puis de l'Allemagne, de la France et des Pays-Bas. Dans l'intérêt de la sécurité de l'approvisionnement, il sera également important à l'avenir de pouvoir continuer à diversifier les pays d'origine ainsi que les chemins d'approvisionnement. Étant donné que l'approvisionnement en

carburant de l'aéroport de Luxembourg est directement assuré par un réseau d'oléoducs souterrain (CEPS), la diversification des voies d'approvisionnement concerne principalement les produits pétroliers tels que le diesel, l'essence et le mazout de chauffage. En effet, la majeure partie des importations se fait par la route, alors qu'environ un cinquième seulement se fait par transport ferroviaire. La part restante des importations se fait par transport fluvial intérieur sur la Moselle vers le seul port du Luxembourg à Merttert.

En tant que membre de l'Union européenne et de l'Agence internationale de l'énergie (AIE), le Luxembourg est tenu de disposer d'une réserve de pétrole correspondant à une moyenne de 90 jours d'importations de l'année précédente. Les importateurs de produits pétroliers sont d'ailleurs soumis à l'obligation légale nationale de stockage de huit jours sur le territoire national, de 37 jours sur le territoire régional en dehors du Luxembourg et des quantités restantes dans le reste de l'UE.

2.4. Dimension « marché intérieur de l'énergie »

2.4.1. Interconnexion électrique

Le Luxembourg dépend presque entièrement d'importations pour couvrir ses besoins en électricité. Par conséquent, le pays requiert un niveau d'interconnexion élevé, pas vraiment comparable aux niveaux d'interconnexion des autres pays de l'UE. Les capacités d'interconnexion du Luxembourg dépassent déjà de loin les objectifs pour 2030 fixés par la décision du Conseil d'octobre 2014. Le niveau d'interconnexion (N-0) équivaut actuellement à environ 270 %, calculé par rapport à la charge maximale annuelle. Les projets d'expansion du réseau prévus permettront d'augmenter ce niveau à environ 400 % en 2030, offrant ainsi des réserves suffisantes pour faire face aux futures augmentations de consommation dans tous les domaines.

2.4.2. Infrastructure de transport de l'énergie

Dans le secteur gazier, l'infrastructure actuelle du réseau de transport est considérée comme suffisante, d'autant plus que le démantèlement de l'ancienne centrale turbine gaz-vapeur (TGV) TwinErg a considérablement fait baisser la consommation de gaz en période de pointe. Aucune expansion supplémentaire des raccordements transfrontaliers n'est nécessaire. Parallèlement, le marché commun du gaz avec la Belgique, existant depuis 2015, sera davantage approfondi.

Dans le secteur de l'électricité, outre le fait que le réseau public Creos soit situé dans la même zone de réglage que le réseau allemand Amprion, le Luxembourg fait l'objet d'une meilleure intégration dans le réseau européen d'interconnexion grâce la mise en service d'un transformateur-déphaseur et l'établissement d'une connexion permanente entre les lignes des réseaux de transport luxembourgeois et belges. Entretemps, la phase d'essai technique du transformateur-déphaseur a déjà été réalisée. Actuellement, le transformateur-déphaseur est utilisé pour optimiser les flux de charge au Luxembourg et dans la région. Le Luxembourg compte bien renforcer davantage son intégration à moyen terme. Le déploiement des interconnexions existantes est en effet nécessaire, étant donnée la hausse attendue de la demande d'électricité et de la charge de pointe en raison de la croissance démographique prévue, la diversification des activités économiques ainsi que la croissance économique générale. Par conséquent, le gestionnaire de réseau de transport Creos prévoit la pose d'une ligne de couplage existante 220 kV vers l'Allemagne sur des câbles haute température d'ici 2020, ainsi que la mise à niveau/le renforcement de la ligne 220 kV vers l'Allemagne à moyen et long terme. Il n'est cependant pas encore prévu de raccorder le réseau électrique public luxembourgeois au réseau électrique français.

2.4.3. Intégration du marché

Du point de vue luxembourgeois, l'achèvement du marché intérieur de l'énergie est particulièrement important pour le secteur de l'électricité. Le Luxembourg soutient les efforts de la Commission européenne en vue de développer une nouvelle conception du marché européen pour les marchés de l'électricité. Cette conception du marché de l'électricité au sein des États membres se doit avant tout d'être cohérente. Les approches nationales spécifiques pèsent sur les consommateurs d'électricité, négligent l'impact sur les autres États membres et, dans le pire des cas, compromettent la sécurité d'approvisionnement.

Une fois le marché intérieur de l'électricité achevé, les frontières nationales ne devraient plus jouer de rôle important pour les acteurs du marché. Le gouvernement luxembourgeois, l'ILR et le gestionnaire de réseau de transport Creos participent activement au développement du marché intérieur de l'électricité dans les organismes et institutions européens.

La coopération dans le cadre du Forum pentalatéral de l'Énergie (PLEF), qui comprend la Belgique, les Pays-Bas, la France, l'Allemagne, l'Autriche et la Suisse, est particulièrement importante. Cette région étroitement liée sur le plan technique et économique joue depuis des années un rôle de pionnier dans la convergence des marchés européens de l'électricité. Au sein du PLEF, la forte intégration des marchés de l'électricité allemand et luxembourgeois dans l'espace de marché transfrontalier se distingue une fois de plus. Le Luxembourg souhaite maintenir cet espace de marché commun et approfondir davantage la coopération.

Il examinera si la conclusion d'accords bilatéraux avec d'autres États membres en matière de solidarité mutuelle en cas de crises énergétiques peut améliorer la sécurité d'approvisionnement au Luxembourg.

En comparaison avec le reste de l'Europe, les prix de l'électricité et du gaz au Luxembourg sont bien inférieurs à la moyenne. Toutefois, la proportion de consommateurs qui changent de fournisseur est relativement faible. Dans ce contexte, il est important de maintenir la comparabilité et la transparence. La comparaison active des tarifs d'un fournisseur avec ceux de ses concurrents ainsi que, le cas échéant, le changement de fournisseur peuvent permettre aux consommateurs de réduire considérablement leurs factures d'énergie. Il est donc important de pouvoir comparer les prix en toute transparence.

Afin d'améliorer l'intégration des marchés des consommateurs actifs, que ce soit à travers une production décentralisée ou une participation à des marchés flexibles à définir, le Luxembourg remplacera 95 % des compteurs d'électricité par des compteurs intelligents d'ici 2020.

Afin d'améliorer l'intégration des marchés des énergies renouvelables, le Luxembourg a converti une partie de son régime d'aides en une prime de marché glissante. De plus, des appels d'offres transfrontaliers communs dans le secteur « Énergies renouvelables » sont en cours de planification avec d'autres pays européens.

Afin de minimiser le risque de problème d'approvisionnement dans le secteur du gaz naturel, ainsi que d'augmenter la sécurité d'approvisionnement et d'intégrer les marchés en général, en coopération avec le gestionnaire de réseau belge Fluxys, Creos a réuni les deux marchés gaziers nationaux en un marché transfrontalier. Grâce à cette fusion des marchés, la capacité non interruptible disponible à la frontière belgo-luxembourgeoise a également été considérablement augmentée à son maximum. Ceci permet d'augmenter considérablement la capacité non interruptible, même sans expansion des lignes, et d'assurer la sécurité d'approvisionnement du Luxembourg à long terme.

2.4.4. Précarité énergétique

Le Luxembourg mène une politique de grande envergure pour lutter contre la pauvreté générale (salaire minimum, REVIS, ...). Le pays dispose d'ailleurs d'un certain nombre de mesures visant à fournir une aide ciblée aux personnes touchées par la précarité énergétique.

En vertu des lois modifiées du 1er août 2007 relatives à l'organisation du marché de l'électricité et à l'organisation du marché du gaz naturel, un client résidentiel se trouvant dans l'incapacité de payer ses factures d'électricité ou de gaz peut obtenir une aide sociale auprès de l'office social compétent.

La loi du 18 décembre 2009 organisant l'aide sociale prévoit, pour sa part, que, lors de l'application des procédures prévues par les lois susmentionnées sur l'organisation du marché de l'électricité et du gaz naturel, l'office social compétent doit procéder à un examen pour déterminer, si le client résidentiel est, oui ou non, en mesure de payer ses factures d'énergie et s'il a droit à une aide sociale.

Une attention particulière doit être accordée à la lutte contre la précarité énergétique dans le secteur du logement, puisque la hausse des prix du logement au Luxembourg représente aujourd'hui un défi social

majeur. Les couches de population à faible revenu ont souvent juste les moyens de louer des logements mal entretenus à faible performance énergétique dans des bâtiments anciens. Par conséquent, le gouvernement encourage tout spécialement la création de logements abordables. Dans le secteur du logement, les mesures d'efficacité énergétique seront conçues de manière à améliorer le bilan énergétique national et les conditions de vie des couches de population à faible revenu.

Dans le cadre de la stratégie nationale de rénovation à long terme, le gouvernement développera également des régimes d'aides innovants, en collaboration avec tous les acteurs concernés. Ceux-ci inciteront à la rénovation d'anciens bâtiments d'habitation, d'une part, et fourniront des logements aux ménages à faible revenu, d'autre part.

Il convient également de souligner que l'allocation de vie chère déjà existante permet aussi de lutter contre la précarité énergétique. De plus, les ménages à faible revenu peuvent bénéficier de l'aide au logement de l'État en cas d'augmentation du loyer. Notons aussi que la législation actuelle interdit la déconnexion du réseau des ménages dans l'incapacité de payer leurs factures d'électricité ou de gaz.

Les efforts d'investissement fournis pour le développement des infrastructures et l'introduction de la gratuité des transports publics à partir du 1er mars 2020 relèvent non seulement de la politique des transports, mais aussi clairement du social.

2.5. Dimension « recherche, innovation et compétitivité »

Le Luxembourg est un pays dynamique en termes de recherche, de développement et de technologies industriels. Afin d'assurer la transition vers une économie et une société à faibles émissions, des efforts considérables ont été faits en vue de soutenir l'évolution technologique, la recherche et le développement de nouvelles technologies ainsi que les innovations sociales. Le développement d'activités de recherche et d'innovation est crucial pour la compétitivité d'un pays. Par conséquent, le gouvernement luxembourgeois investit d'importantes ressources financières et organisationnelles dans ces activités.

Une politique énergétique et climatique cohérente, associée à la transformation de la place financière luxembourgeoise vers la « finance verte » et au paysage émergent des universités et de la recherche, font du Luxembourg un lieu idéal pour les « technologies vertes » (*Green Tech*) et les « solutions climatiques » (*Climate Solutions*). Dans les mois à venir, le gouvernement luxembourgeois élaborera une stratégie concrète à cette fin, réunissant tous les acteurs concernés et s'inscrivant dans la stratégie « Let's make it happen ».

Le Conseil européen a adopté l'élaboration de la stratégie *Europe 2020* en juin 2010, confirmant ainsi les cinq objectifs communs de l'UE : promouvoir l'emploi pour la population active, améliorer le taux d'investissement dans l'innovation, la recherche et le développement, atteindre les objectifs en matière de changement climatique et d'énergie, améliorer le niveau de formation et promouvoir l'intégration sociale, en particulier en luttant contre la pauvreté. Chaque État membre a aligné ses objectifs nationaux pour 2020 aux objectifs clés de l'UE et a fixé un ensemble de mesures dans son Programme national de réforme (PNR). Le PNR est une contribution clé des États membres à la stratégie Europe 2020. Le dernier PNR luxembourgeois⁸, datant d'avril 2019, expose la manière d'atteindre les objectifs. La mise en œuvre d'une politique de recherche efficace pour les secteurs public et privé constitue une priorité pour le gouvernement luxembourgeois. Pour 2020, le Luxembourg s'est fixé une marge de 2,3 % à 2,6 % du PIB comme objectif national en matière d'intensité de la recherche. Les principales mesures visant à atteindre cet objectif national sont énoncées dans le PNR. Au Luxembourg, le développement des fonds publics pour la recherche et l'innovation, tant pour le secteur public que privé, n'a cessé de croître, passant de 23,6 millions d'euros en 2000 (0,13 % du PIB) à 368,5 millions en 2018 (0,65 % du PIB).

Le soutien public à la recherche et au développement est axé sur l'innovation dans toutes les entreprises. Jusqu'à présent, la recherche et le développement se concentraient essentiellement sur les secteurs de la

⁸ <https://odc.gouvernement.lu/fr/publications/rapport-etude-analyse/programme-national-de-reforme/2019-pnr-luxembourg-2020.html>

sidérurgie, de l'aviation et de l'automobile. Ces dernières années, cependant, le gouvernement a fait des efforts considérables pour se concentrer davantage sur les technologies de l'information et de la communication, la logistique, les technologies de santé, les matériaux, l'énergie et les technologies pour les énergies propres (*cleantech*). Les écotecnologies sont l'une des priorités de la stratégie nationale de diversification économique. Ces dernières années, le Luxembourg a développé ses activités dans les domaines de la construction durable, de la mobilité durable et de l'économie circulaire. Les initiatives dans ces domaines sont conformes aux politiques de l'UE et aux diverses directives relatives à l'efficacité énergétique dans les bâtiments, aux systèmes de transport intelligents ou aux exigences en matière d'écoconception.

En raison de l'industrie sidérurgique, le Luxembourg peut se prévaloir d'une longue tradition dans la recherche dans le domaine des matériaux. Aujourd'hui, celle-ci axe notamment ses recherches sur le développement de matériaux de construction durables. En effet, le Luxembourg compte entretemps trois équipes de recherche dans le domaine des matériaux photovoltaïques, qui concentrent leurs efforts sur le développement de modules photovoltaïques à couche mince optimisés en fonction des ressources.

Le Luxembourg dispose également de clusters d'innovation dédiés aux domaines de recherche susmentionnés. Les acteurs de la recherche publique, dont l'Université du Luxembourg, y jouent un rôle clé. Il en va de même pour Luxinnovation, l'agence nationale luxembourgeoise pour la promotion de l'innovation et de la recherche, qui offre, quant à elle, des conseils personnalisés et des services de soutien aux parties prenantes et au gouvernement dans les domaines de la recherche et de l'innovation (accès à des moyens de financement, recherche de partenaires, création d'entreprises, etc.) et joue donc un rôle important au sein des réseaux européens dans ce domaine.

Afin de renforcer la compétitivité du pays, le Luxembourg a pu créer ces dernières années le cadre juridique libéral, moderne, flexible, stimulant et innovant nécessaire au développement de nouvelles activités à travers une politique économique active.

En termes de compétitivité, les comparaisons internationales se basent de plus en plus sur des valeurs d'indices composites, qui regroupent plusieurs informations dans une seule valeur numérique, et ne donnent donc qu'une image globale approximative de la compétitivité territoriale. Dans son Bilan

Compétitivité annuel⁹, l'Observatoire de la Compétitivité (ODC) suit et analyse toute une série de *benchmarks* et de classements internationaux. L'ODC suit notamment les rapports annuels du *Forum économique mondial* (WEF), de l'*International Institute for Management Development* (IMD), de la *Heritage Foundation* et de la Commission européenne. En vertu du bilan, le Luxembourg se classe dans le top 10 du classement européen pour la grande majorité des benchmarks analysés.

Outre les benchmarks internationaux, depuis 2004, l'ODC a également mis en place un « tableau de bord » national de la compétitivité, permettant de mesurer et d'évaluer la position compétitive du Luxembourg, dont les résultats sont publiés dans le Bilan compétitivité et discutés avec les partenaires sociaux et des experts. Depuis 2017, l'ODC a développé un nouveau « tableau de bord »¹⁰ national modernisé et restructuré, susceptible d'évoluer au fil du temps et de s'adapter si nécessaire. Cet instrument flexible couvre les dimensions de compétitivité, de bien-être et de durabilité tout en assurant un certain équilibre entre les aspects économiques, sociaux et environnementaux. Ce benchmark luxembourgeois analyse 68 indicateurs différents. Cet instrument permet de regrouper les performances des différents pays dans les indicateurs des trois aspects « Économie », « Social » et « Environnement », ainsi que les avantages et les inconvénients qui en résultent. Dans le classement général, le Luxembourg se place dans le groupe des pays à « performance élevée » à la 9^{ème} position. Le résultat du tableau de bord national confirme l'analyse des benchmarks internationaux au niveau de l'UE.

En ce qui concerne l'innovation, chaque année la Commission européenne publie une évaluation comparative des résultats des États membres de l'UE en matière d'innovation dans laquelle elle compare ces résultats à ceux de la concurrence internationale. Ce « Tableau de bord européen de l'innovation » (*European Innovation Scoreboard, EIS*) permet d'identifier les points forts et les points faibles des systèmes nationaux de recherche et d'innovation et d'aider les pays à évaluer dans quels domaines il y a lieu de concentrer leurs efforts. D'après l'édition 2018 du Conseil européen de l'innovation (CEI), les performances en matière d'innovation des États membres de l'UE ne cessent de s'améliorer, les progrès s'accroissent et les perspectives sont très prometteuses. Depuis 2010, la performance moyenne de l'Union européenne en matière d'innovation a augmenté de 5,8 % et devrait encore connaître une hausse de 6 % au cours des deux prochaines années. Le classement 2018 est mené par la Suède (score moyen de 0,710 sur 1), suivie

⁹ https://odc.gouvernement.lu/fr/actualites.gouvernement%2Bfr%2Bactualites%2Btoutes_actualites%2Bcommuniqu%C3%A9s%2B2018%2B11-novembre%2B13-bilan-comp%C3%A9titivit%C3%A9-2018.html

¹⁰ <https://odc.gouvernement.lu/fr/statistiques/tableau-bord-comp%C3%A9titivit%C3%A9.html>

par le Danemark (0,668) et la Finlande (0,649). Avec un indice de 0,611, le Luxembourg se classe en 6^e position, ce qui fait figurer le pays dans le groupe des champions de l'innovation (*Innovation leaders*).

3. Politiques et mesures

3.1. Dimension « décarbonisation »

3.1.1. Émissions et absorptions des émissions de gaz à effet de serre

3.1.1.i. Politiques et mesures visant à réaliser l'objectif spécifique fixé dans le règlement (UE) 2018/842 tel que visé au point 2.1.1., et politiques et mesures visant à assurer la conformité avec le règlement (UE) 2018/841, en couvrant l'ensemble des principaux secteurs émetteurs et secteurs participant au renforcement des absorptions, avec, en perspective, la vision et l'objectif sur le long terme d'un passage à une économie sobre en carbone et d'un équilibre entre les émissions et les absorptions conformément à l'accord de Paris

Introduction d'une loi-cadre sur le climat

Afin de conférer une base légale à la politique climatique conformément à l'accord de Paris sur le climat, le gouvernement a présenté un projet de loi sur le climat à l'automne 2019 en vertu de l'accord de coalition. Ce projet de loi vise à renforcer le cadre de la politique climatique nationale afin de mener une action coordonnée et intégrée avec toutes les parties prenantes, à tous les niveaux et dans tous les secteurs, et permettre une meilleure cohérence lors de la mise en œuvre. Le projet se divise en trois parties principales.

La première partie établit un **cadre institutionnel** pour la politique climatique luxembourgeoise et fixe les principes et les objectifs ainsi que la structure de gouvernance de celle-ci.

Le projet de loi énonce les quatre **principes** suivants : le principe de justice climatique ; le principe de progression, selon lequel la politique climatique est en perpétuelle amélioration ; le principe de réduction intégrée de la pollution, selon lequel la politique climatique ne peut se faire au détriment de la biodiversité, de la qualité de l'air, de l'eau ou d'autres composantes de l'environnement, et enfin le principe d'intégrité, selon lequel l'objectif de la politique climatique est de garantir un climat sûr et sain.

Outre les objectifs climatiques nationaux prévus par l'accord de Paris sur le climat, le projet présente également des **objectifs climatiques sectoriels**. Ainsi, la responsabilité est partagée entre les différents secteurs. Lorsqu'un secteur dépasse son taux d'émissions annuelles admissibles, le Conseil du gouvernement est saisi en vue d'élaborer un plan d'action accéléré pour atteindre les objectifs climatiques.

Le projet de loi instaure également **trois organes** liés à la structure de gouvernance. Tout d'abord, un comité interministériel sera mis en place pour coordonner la politique climatique. En vertu de l'article 11 du règlement (UE) 2018/1999, qui oblige les États membres à mettre en place un dialogue multiniveaux sur le climat et l'énergie, une plateforme pour l'action climatique sera créée, d'une part. D'autre part, un organe

indépendant sera également mis en place et se chargera des aspects scientifiques, éthiques et sociaux de la politique climatique et des défis qui en découlent.

En vertu du règlement (UE) 2018/1999, une **procédure** sera définie pour l'adoption et la mise à jour du plan national intégré en matière d'énergie et de climat, de la stratégie à long terme pour l'atténuation des émissions de gaz à effet de serre et de la stratégie d'adaptation au changement climatique.

La deuxième partie du projet de loi concerne la consolidation légale du Fonds pour le climat et l'énergie et son adaptation aux défis actuels¹¹.

La troisième partie concerne la mise en œuvre de la directive (UE) 2018/410 du Parlement européen et du Conseil du 14 mars 2018 modifiant la directive 2003/87/CE en vue de soutenir les réductions rentables d'émissions et de promouvoir les investissements à faibles émissions de CO₂ et de la décision (UE) 2015/1814.

Politique climatique, budgétaire et sociale

Les mesures contenues dans le plan national intégré en matière d'énergie et de climat seront budgétisées conformément à la trajectoire budgétaire et aux règles du pacte de stabilité et de croissance. En raison de leurs effets secondaires positifs (qualité de l'air, création d'emplois), les mesures nationales sont au premier plan. La protection du climat est une tâche urgente qui concerne toute l'humanité. Par conséquent, nos engagements nationaux et internationaux en matière de protection du climat constituent également une priorité sur le plan budgétaire et financier. Des investissements importants seront réalisés dans l'intérêt des générations futures.

Les mesures ayant un impact direct sur les finances publiques feront l'objet d'une budgétisation pluriannuelle, à l'instar de toutes les dépenses en capital. Le comité interministériel agissant dans le cadre de la loi sur le climat sera chargé d'évaluer régulièrement l'efficacité des mesures appliquées, tout en respectant les différentes compétences ministérielles. Ces mesures feront donc l'objet d'une évaluation qualitative de leur impact sur le budget national en termes de recettes et de dépenses, ainsi que de leur efficacité par rapport aux objectifs nationaux dans le domaine de l'atténuation des émissions de gaz à effet de serre, de l'amélioration de l'efficacité énergétique et du développement des énergies renouvelables. Les effets secondaires positifs (qualité de l'air, création d'emplois) seront également pris en compte. Il est

¹¹ Cf. chapitre Mesures de financement ci-dessous pour plus de détails à ce sujet.

donc tout à fait possible que les mesures soient priorisées en fonction de leur efficacité et que les mesures concernées soient remplacées ou complétées par des mesures plus efficaces, le cas échéant.

La crise climatique est aussi une crise sociale : les personnes socialement défavorisées sont beaucoup plus touchées par la crise climatique que les classes sociales les plus élevées. L'écart entre les personnes les plus riches et les plus pauvres existe tant sur le plan géographique (fossé Nord-Sud) qu'au sein des sociétés.

Le gouvernement a bien conscience qu'il entraîne la population dans sa lutte contre le changement climatique. Le plan en matière d'énergie et de climat trouvera donc uniquement l'aval de la population par le biais d'une compensation équitable pour les couches socialement plus faibles de notre société. Par conséquent, les mesures du plan climat seront examinées quant à leur justice sociale et une compensation sera accordée aux citoyens concernés, le cas échéant. Ce principe important est également conforme à la proposition de la loi sur le climat et constitue un élément phare de la politique climatique du gouvernement.

Les mesures contenues dans le plan national intégré en matière d'énergie et de climat, qui ont déjà été adoptées et incorporées dans une loi ou une réglementation grand-ducale, seront prises en compte dans le projet de budget pour 2020 et dans la planification pluriannuelle.

Il va sans dire que les nouvelles mesures contenues dans le plan national intégré en matière d'énergie et de climat n'ont pas encore été incorporées dans le projet de budget pour 2020, étant donné que cette loi a été déposée au Parlement le 14 octobre 2019.

Sachant que la mise en œuvre dudit plan engendre des dépenses, il serait judicieux de tenir compte des éventuelles recettes pouvant résulter d'une tarification du carbone.

Les mesures fiscales présentées dans le plan seront analysées en détail avant leur adoption définitive dans le cadre des négociations relatives à la réforme fiscale.

Prix minimal du carbone – Introduction du principe du « Pollueur-Payeur »

En plus du système d'échange de quotas d'émission de l'Union européenne instauré il y a plus de 10 ans pour l'industrie, la tarification du carbone joue, elle aussi, déjà un rôle important dans de nombreux États membres de l'UE et constitue un outil rentable en termes d'atténuation des émissions de gaz à effet de serre.

En ce sens, la future réforme fiscale permettra au Luxembourg d'introduire un prix minimal du carbone, qui sera adapté en permanence aux objectifs de l'accord de Paris. Le prix de départ sera fixé en fonction de la valeur moyenne de la tarification du carbone dans nos pays voisins. Par conséquent, pour l'année 2021, le prix du carbone sera d'environ 20 euros par tonne de carbone. Pour le diesel, cela représente, par exemple, environ 5 ct par litre. Une augmentation respective de 5 euros par tonne est prévue pour 2022 et 2023. Cela équivaut à environ 1,5 ct par litre de diesel. Les nouvelles modalités d'exécution en vue d'un prix du carbone dynamique seront élaborées dans le cadre des préparatifs de la future réforme fiscale. On examinera donc également la possibilité d'une différenciation du prix du carbone.

Une utilisation ciblée des recettes permettra de garantir la mise en œuvre socialement responsable du prix du carbone. Sur base des données actuelles, ces recettes devraient s'élever à environ 150 millions d'euros. Celles-ci seront donc réparties « d'une manière équilibrée » entre des mesures concrètes de lutte contre le changement climatique et des mesures fiscales (p. ex. crédit d'impôt) et sociales en vue d'un allègement des charges sociales ciblé pour les ménages à faible revenu dans un souci d'équité sociale.

Mesures de promotion de l'action pour le climat

Une politique climatique réussie exige des mesures efficaces pour réduire les émissions. Bien que chacun ait sa part de responsabilités, une politique climatique efficace se doit d'indiquer l'orientation politique à suivre, d'établir les conditions-cadres nécessaires et donc d'offrir des alternatives concrètes à tous les acteurs concernés. De meilleurs **régimes d'aides** permettront ainsi de créer des mécanismes d'incitation plus efficaces, tels que décrit en détail au chapitre 3.1.1.iii :

- Le régime **PRIME House** offre des aides à l'investissement pour la rénovation énergétique et durable des bâtiments résidentiels ainsi que des conseils appropriés et qualifiés en matière d'énergie pour la construction de bâtiments résidentiels durables et l'utilisation d'énergies renouvelables (systèmes solaires photovoltaïques, systèmes solaires thermiques, systèmes à pompes à chaleur, systèmes à granulés de bois et chaudières à copeaux de bois)
- Des **prêts à faible taux d'intérêt ou exempt d'intérêts**, destinés aux ménages à faible revenu, viendront s'ajouter au régime PRIME House pour encourager la rénovation énergétique et durable des bâtiments résidentiels (banque climatique).
- Le régime de primes « **Clever fueren** » encourage l'achat de véhicules électriques, de motos électriques et de vélos via des subventions directes.

- Les régimes d'aides visant à améliorer la protection et la **gestion durable des écosystèmes forestiers** assurent un approvisionnement en bois durable, une amélioration de l'état de conservation des forêts et une adaptation de nos forêts au changement climatique. De cette façon, l'État, la société et les propriétaires forestiers veillent ensemble à ce que le Luxembourg conserve des forêts stables, saines, résistantes au climat et riches en espèces.
- Les ministères compétents poursuivront le travail avec les instruments existants pour l'industrie et les PME et les développeront davantage. L'**Accord volontaire** ainsi que l'**obligation d'efficacité énergétique** (EEO) seront développés et constitueront toujours des bases importantes pour les futurs efforts en matière d'efficacité énergétique.
- De nouveaux outils tels qu'un **instrument de « de-risking »** (diminution des risques) et une **plateforme de transparence pour les audits** seront créés pour soutenir les efforts en matière d'efficacité énergétique des PME. Ces outils permettront à la fois de surmonter les obstacles financiers et de mieux analyser et identifier les mesures d'efficacité énergétique.
- Les ministères compétents élaboreront des **programmes de protection du climat** (stratégie méthane, check-up climatique, ...) pour le secteur agricole.

Mesures sociales

Le changement climatique et les effets des énergies fossiles sur la santé touchent particulièrement les couches de population à faible revenu. L'action pour le climat contribue donc aussi de manière concrète à plus de justice sociale. Il faut cependant aussi intégrer les mesures de lutte contre le changement climatique sur le plan social afin de prévenir la précarité énergétique.

Le Luxembourg mène une politique de grande envergure pour lutter contre la pauvreté générale (salaire minimum, REVIS, ...). Le pays dispose d'ailleurs d'un certain nombre de mesures visant à fournir une aide ciblée aux personnes touchées par la précarité énergétique. En vertu des lois modifiées du 1er août 2007 relatives à l'organisation du marché de l'électricité et à l'organisation du marché du gaz naturel, un client résidentiel se trouvant dans l'incapacité de payer ses factures d'électricité ou de gaz peut obtenir une aide sociale auprès de l'office social compétent.

La loi du 18 décembre 2009 organisant l'aide sociale prévoit, pour sa part, que, lors de l'application des procédures prévues par les lois susmentionnées sur l'organisation du marché de l'électricité et du gaz naturel, l'office social compétent doit procéder à un examen pour déterminer, si le client résidentiel est, oui ou non, en mesure de payer ses factures d'énergie et s'il a droit à une aide sociale.

Une attention particulière doit être accordée à la lutte contre la précarité énergétique dans le secteur du logement, puisque la hausse des prix du logement au Luxembourg représente aujourd’hui un défi social majeur. Les couches de population à faible revenu ont souvent juste les moyens de louer des logements mal entretenus à faible performance énergétique dans des bâtiments anciens. Par conséquent, le gouvernement encourage tout spécialement la création de logements abordables. Dans le secteur du logement, les mesures d’efficacité énergétique seront conçues de manière à améliorer le bilan énergétique national et les conditions de vie des couches de population à faible revenu.

Dans le cadre de la stratégie nationale de rénovation à long terme, qui sera élaborée l’an prochain, le gouvernement luxembourgeois développera également des régimes d’aides innovants, en collaboration avec tous les acteurs concernés. Ceux-ci inciteront à la rénovation d’anciens bâtiments d’habitation, d’une part, et fourniront des logements aux ménages à faible revenu, d’autre part.

Il convient également de souligner que l’allocation de vie chère déjà existante permet aussi de lutter contre la précarité énergétique. De plus, les ménages à faible revenu peuvent bénéficier de l’aide au logement de l’État en cas d’augmentation du loyer. Notons aussi que la législation actuelle interdit la déconnexion du réseau des ménages dans l’incapacité de payer leurs factures d’électricité ou de gaz.

Les efforts d’investissement fournis pour le développement des infrastructures et l’introduction de la gratuité des transports publics à partir du 1er mars 2020 relèvent non seulement de la politique des transports, mais aussi clairement du social.

Renforcement du droit européen et des normes de l’UE

L’amélioration des normes et règlements de l’UE permettra au Luxembourg d’atteindre plus facilement ses objectifs en matière de climat et d’énergie. Par conséquent, le gouvernement s’engage à élaborer un cadre ambitieux de politique climatique et énergétique au niveau européen. Outre le système d’échange de quotas d’émission de l’UE, cette dernière a également mis en place d’autres instruments importants pour la protection du climat, tels que le règlement sur le partage de l’effort à fournir par les États membres de l’UE pour réduire les émissions, le règlement sur les émissions résultant de l’utilisation des terres, du changement d’affectation des terres et de la foresterie, ainsi que la directive sur l’énergie produite à partir de sources renouvelables, la directive sur l’efficacité énergétique et la directive sur la performance énergétique des bâtiments. D’autres instruments ont notamment été développés pour répondre aux

exigences d'écoconception pour les appareils et pour contrôler les émissions de carbone des voitures, des véhicules utilitaires légers et des camions. Le Luxembourg soutiendra l'interdiction européenne de vendre des véhicules à moteur à combustion interne, prévue pour 2030.

Le rôle précurseur de l'État

Le gouvernement compte renforcer son rôle de pionnier dans les domaines de l'utilisation des énergies renouvelables et de l'amélioration de l'efficacité énergétique. Sa stratégie consiste à s'appuyer sur les régimes d'aides déjà en place ainsi que leurs résultats, mais aussi à prendre ou à développer de nouvelles initiatives.

Bâtiments publics ultra-efficaces

Le gouvernement est en train d'élaborer une stratégie en vue de « bâtiments publics durables et à faible consommation d'énergie » pour les nouvelles constructions et la rénovation de bâtiments existants afin d'améliorer la durabilité, l'efficacité énergétique et l'utilisation des énergies renouvelables dans les bâtiments publics. Celle-ci intègre les principes de l'économie circulaire et les aspects sanitaires pertinents. Elle prévoit notamment l'introduction d'une obligation à intégrer les systèmes photovoltaïques sur les toits des bâtiments publics, tant pour les nouvelles constructions que pour les rénovations. Ceci se traduira également par une amélioration de l'offre photovoltaïque existante de l'Administration des bâtiments publics. L'objectif est d'équiper tous les bâtiments publics adéquats de systèmes photovoltaïques d'ici 2025.

Les bâtiments appartenant à l'État doivent devenir les plus efficaces au sein de l'UE. Afin de mieux évaluer et d'améliorer la performance environnementale des bâtiments publics existants, l'utilisation du système de management environnemental et d'audit EMAS (Environment Management and Audit Scheme) doit devenir obligatoire pour la gestion des bâtiments. Ceci permettra de minimiser l'impact environnemental des bâtiments et d'améliorer sans cesse leurs performances. Les institutions de l'UE basées au Luxembourg peuvent servir de modèle dans ce cas.

De plus, le gouvernement luxembourgeois développe actuellement des projets de logements de plus grande envergure avec les acteurs publics et communaux compétents (SNHBM, Fonds du Logement, Fonds Kirchberg, Fonds Belval, Agora, l'agence Développement Nordstad). La planification s'oriente vers les objectifs zéro carbone (zero-CO₂), zéro déchets (zero-waste), sans

voiture (car free), favorisant l'insertion sociale. Grâce à ces projets, la croissance démographique prévue dans ces zones n'aura qu'une moindre incidence sur le climat.

Luxembourg LED 2025 Initiative

Le gouvernement prévoit de charger ses administrations de remplacer l'ensemble de l'éclairage existant des routes, des places publiques, des bâtiments, des gares et des monuments par des éclairages LED à faible consommation d'énergie.

Flottes automobiles

Outre la politique sur les bâtiments publics, la politique de gestion du parc automobile de l'État doit également faire l'objet d'une révision quant à l'achat et l'utilisation des véhicules de fonction et en vue d'un management plus efficace. D'autre part, le nombre de véhicules électriques présents dans le parc automobile se verra régulièrement augmenté.

Achats durables

Les administrations de l'État tiendront davantage compte des critères de durabilité lors de leurs achats. La révision de la Loi du 8 avril 2018 sur les marchés publics crée un cadre permettant de favoriser la prise en compte d'autres critères que le prix lors de l'attribution du marché. Par conséquent, les critères écologiques (life cycle) ainsi que les critères sociaux joueront un rôle de plus en plus important lors de cette attribution. La normalisation des critères d'appel d'offres pour différents groupes de produits permettra de renforcer l'effet de levier exercé par les marchés publics. Dans ce contexte, la numérisation sera également promue afin de renoncer le plus possible au papier sur le long terme.

Écoles respectueuses du climat

Les écoles et leurs infrastructures doivent faire l'objet d'une attention particulière, étant donné que les jeunes souhaitent contribuer à et intégrer l'action pour le climat à leur quotidien. Les échanges « ClimateXchange », organisés au printemps 2019, ont rassemblé un certain nombre d'idées pour réduire l'empreinte écologique des écoles. Lors de la planification ou lors de transformations plus importantes, il faudra non seulement veiller à utiliser davantage les énergies renouvelables (électricité et chaleur), mais également à intégrer des concepts de mobilité durable et de transport durable ainsi que des éléments permettant de réduire la consommation d'eau. De plus, il est souvent possible et même judicieux d'impliquer les élèves dans la mise en œuvre de leurs propres idées. Des panneaux solaires ont par exemple déjà été installés avec les élèves sur les toits des écoles. Afin de sensibiliser davantage les générations futures par rapport au

développement durable, les thèmes de l'efficacité énergétique, des énergies renouvelables, du changement climatique et de la durabilité doivent être intégrés aux cours.

Développement du pacte climat avec les communes Pacte climat 2.0

En vue de l'orientation et de la conception de la politique communale en matière de climat et d'énergie, le Luxembourg dispose d'un instrument efficace et juridiquement ancré pour soutenir l'action climatique dans les communes, à savoir le pacte climat (cf. chapitre 1.2 - Aperçu de la situation politique actuelle) (« Loi modifiée du 13 septembre 2012 portant création d'un pacte climat avec les communes »). En vertu de l'accord de coalition 2018-2023 et de la large acceptation des communes, le pacte climat actuel, qui expirera en 2020, se poursuivra sous le nom de Pacte climat 2.0 et sera développé davantage. Afin d'atteindre les objectifs climatiques, trois domaines spécifiques du pacte climat seront développés de manière ciblée au cours de la phase 2021-2030 : la consolidation de l'approche de quantification, de meilleures conditions-cadres pour les communes et un plus grand soutien aux communes dans leur travail d'ordre civique. Des indicateurs quantitatifs plus pertinents pour les collectivités locales seront intégrés d'une part, se basant sur les mesures du pacte climat en vue d'atteindre les objectifs du plan national intégré en matière d'énergie et de climat. Ces indicateurs devront également avoir plus de poids lors de l'évaluation globale. En effet, des outils de suivi et de communication doivent être développés afin d'améliorer le cadre de travail des communes. En ce sens, les communes bénéficieront d'un meilleur soutien dans leur travail civique. Le pacte climat 2.0 se verra ainsi davantage consolider en tant qu'instrument central pour la mise en œuvre de la politique énergétique et climatique nationale au niveau communal.

Mobilité

Près des deux tiers des émissions climatiques du Luxembourg hors échange de droits d'émission proviennent des ventes de carburant. Deux chiffres ressortent particulièrement de cette situation atypique. Environ 70 % des émissions climatiques provenant des ventes de carburant sont attribuables aux véhicules automobiles immatriculés à l'étranger et les camions représentent près de 60 % des émissions climatiques provenant des ventes de carburant. L'augmentation du nombre de camions à combustibles fossiles est un problème qui relève non seulement de la politique climatique et de santé, mais aussi du secteur des transports pour les pays de transit comme le Luxembourg. Les politiques fiscales et les droits d'accises ont

une véritable incidence sur les ventes de diesel et d'essence. Ceci est expliqué au chapitre intitulé « Mesures fiscales ».

Le Luxembourg continuera de soutenir les réglementations nationales et européennes visant à réduire le transport par camion (p. ex. l'eurovignette) et à faciliter le passage du transport de marchandises vers des véhicules alternatifs et les chemins de fer. Les initiatives visant à optimiser le secteur de la logistique (Lean+Green) seront davantage développées à l'avenir. L'aménagement intégré du territoire, la réduction de la circulation et le développement constant de la mobilité douce et des transports publics permettront de réduire la circulation automobile individuelle. Les voitures restantes passeront de l'ère « fossile » d'aujourd'hui (diesel et essence) aux alternatives respectueuses du climat (électromobilité, hydrogène). Cette transition rapide contribuera de manière significative à la réalisation des objectifs climatiques et énergétiques luxembourgeois et européens. Les mesures relatives à l'électromobilité sont expliquées au chapitre 3.1.3.iii.

Le secteur des transports joue donc un rôle particulier dans la décarbonisation de la société et de l'économie luxembourgeoises. L'amélioration ou l'optimisation de la mobilité requiert cependant l'introduction de nombreuses mesures différentes.

Dans le cadre de la **planification de la mobilité nationale** à long terme, le 23 mai 2018, le gouvernement a adopté la stratégie de mobilité durable « **MoDu 2.0** ». Celle-ci se fonde sur les principes de base de la stratégie « MoDu » de 2012, à savoir la multimodalité et l'amélioration des transports publics, ainsi que la mobilité active. L'objectif stratégique pour 2025 est d'améliorer la circulation aux heures de pointe, compte tenu d'une augmentation de 20 % de personnes à transporter par rapport à 2017. La répartition modale souhaitée sur les trajets professionnels devrait être de 46 % de conducteurs, 19 % de passagers, 22 % de transports publics, 9 % de piétons et 4 % de cyclistes. En outre, le gouvernement fixera de nouveaux objectifs pour l'horizon 2035 dans la mise à jour de sa stratégie pour une mobilité durable MoDu 2.0 au cours de la présente période législative.

Le « MoDu 2.0 » prévoit notamment les points suivants :

- La mise en évidence des progrès réalisés depuis 2017
- La présentation des caractéristiques actuelles
- La définition d'objectifs fixés à l'horizon 2025
- L'intégration des progrès technologiques récents

- La cohérence des nouvelles stratégies mondiales et nationales (p. ex. l'accord de Paris sur le climat, *Third Industrial Revolution*, ...)
- L'élaboration d'une stratégie pour créer une « boîte à outils » de la mobilité
- Le contact direct avec les quatre acteurs suivants :
 - Les citoyens
 - Les communes
 - Les employeurs et établissements scolaires
 - L'État

Dans le contexte de projets de mobilité, une analyse coûts-avantages à long terme sera effectuée et permettra d'intégrer davantage les aspects climatiques. L'outil **MOBIMPACT** sera également utilisé au cours de la planification. Les futurs projets de construction de routes adopteront également une approche plus multimodale. Les transports publics et le covoiturage seront par exemple privilégiés pour les nouveaux projets de construction de routes.

Au niveau des entreprises, un **plan ou une stratégie de mobilité** sera élaboré pour les nouvelles constructions résidentielles. Elle vise également à renforcer la sensibilisation pour une utilisation accrue des transports publics et du covoiturage au sein des entreprises et zones d'activités existantes. D'ailleurs, les liaisons avec les zones d'activités seront améliorées lors de la réorganisation du réseau RGTR.

Des aides techniques et financières seront mises à disposition des communes afin d'appliquer des mesures concrètes visant à réduire le **bilan carbone**. À l'avenir, les nouveaux plans de mobilité pour les zones d'activités et les nouveaux concepts de mobilité communaux devront répondre à des critères prédéfinis et seront accompagnés d'un soutien technique et financier. Les nouvelles procédures et les nouveaux critères privilégieront les initiatives permettant de réduire l'empreinte carbone dans le secteur des transports (selon le modèle autrichien « Klimaaktiv Mobil »). Les aspects suivants pourraient par exemple être intégrés dans les plans et concepts de mobilité :

- Suppression des parkings relais des centres urbains (coopération transnationale)
- Amélioration des correspondances entre transports publics et privés
- Véhicules de fonction électriques

Une **stratégie nationale de stationnement** basée sur une conception, une tarification et une utilisation sensée de l'espace de stationnement sera élaborée et utilisée comme instrument de gestion de la

circulation (réduction de la circulation aux heures de pointe et de la circulation due à la recherche de places de stationnement), mais aussi de contrôle comportemental grâce à la disponibilité des places de stationnement.

Un cadre réglementaire et de nouvelles incitations vont favoriser le développement des services dans le contexte de « **Mobility-as-a-service** ». La numérisation en cours permettra également d'encourager les solutions innovantes pour les moyens de transport. En outre, les offres existantes (p. ex. le projet de covoiturage CoPilote) seront renforcées ou redynamisées. Le développement d'une application de mobilité globale devrait également être encouragé.

Afin de promouvoir le covoiturage, le portail « CoPilote » et la coopération ciblée avec les employeurs se poursuivront. Des avantages supplémentaires, notamment sur les autoroutes, seront attribués aux personnes optant pour le covoiturage, afin d'augmenter le nombre de passagers par véhicule.

Pour ce qui est des entreprises, les employés qui optent pour un moyen de transport autre que la voiture ne devraient plus être pénalisés. Un avantage fiscal « budget mobilité » équivalant à celui des véhicules de fonction sera introduit et offrira ainsi une alternative au véhicule de fonction. Les mesures suivantes pourraient s'intégrer au ou compléter le budget mobilité :

- Autopartage (*carsharing*) de véhicules électriques
- Soutien financier ou administratif pour la création de systèmes de covoiturage au sein d'entreprises ou de zones d'activités
- Soutien à la construction de stationnements sécurisés pour vélos dans les zones d'activités
- Aide financière aux entreprises pour l'installation de bornes de recharge
- Disponibilité de voitures en leasing à zéro émissions de carbone

Le cadre réglementaire d'un tel budget mobilité sera également adapté afin de faciliter la transition vers de nouveaux moyens de transport au sein des entreprises. Ainsi, l'impôt sur les véhicules de fonction sera adapté de manière à favoriser l'utilisation de véhicules à faibles et à zéro émissions de carbone.

Réduction de la circulation

En vue de **réduire la circulation**, un cadre réglementaire sera élaboré afin promouvoir le télétravail et créer ainsi des conditions de travail modernes et flexibles. Par conséquent, le traitement fiscal pour le télétravail des frontaliers sera adapté et les lois actuelles sur le travail et la santé seront modifiées. À l'instar des débats en cours avec la Belgique, des négociations ont également lieu avec la France et l'Allemagne afin de trouver un traitement fiscal approprié en faveur du télétravail pour

les frontaliers. Outre la promotion du télétravail, des espaces de *CoWorking* seront également créés dans la zone frontalière afin de réduire les déplacements transfrontaliers. Une telle structure verra le jour début 2019 à Esch-Belval, d'autres structures seront aménagées de préférence le long des axes autoroutiers A1, A3 et A6, ainsi que sur la nationale N31 à Rodange.

Développement cohérent des transports publics

En vue de **promouvoir les transports publics**, ceux-ci deviendront gratuits le 1er mars 2020 sur l'ensemble du territoire du Grand-Duché de Luxembourg. En outre, d'importants travaux et projets d'infrastructure seront poursuivis et mis en œuvre. Selon le gouvernement, des investissements constants et cohérents sont nécessaires pour rendre les transports publics plus attractifs. L'offre, la ponctualité et la qualité du service jouent un rôle crucial lorsqu'il s'agit de modifier les habitudes des citoyens pour qu'ils optent pour les transports publics au lieu de la voiture privée. Les investissements dans les chemins de fer prévus entre 2018 et 2023 s'élèvent à 2 212 000.000 EUR. En 2019, la CFL a signé le plus gros contrat d'approvisionnement de l'histoire des chemins de fer pour un montant de 400 millions d'euros. Le matériel en question sera livré entre 2020 et 2023. Les investissements dans le tram s'élèvent à 390 millions d'euros entre 2018 et 2023.

Concernant le **tram**, la construction de la ligne existante se poursuivra comme prévu et de nouvelles lignes de tram seront créées en tenant compte de l'analyse coûts-avantages, de la cohérence par rapport aux réseaux de transport multimodal, de la faisabilité, etc. En outre, le projet de tram express entre Luxembourg-Ville et Esch-sur-Alzette sera davantage promu et devra être intégré à tous les autres projets de construction de routes le long de cette ligne.

Afin d'améliorer le **trafic ferroviaire**, les lignes doubles ou quadruples existantes seront augmentées et les gares existantes (surtout Luxembourg-Ville et Ettelbruck) seront agrandies, voire modernisées. Par ailleurs, l'introduction de compartiments de repos en 1ère classe, le WiFi gratuit et une plus grande capacité sur les lignes de train amélioreront le confort des usagers. Outre ces travaux d'infrastructure, la communication et les informations destinées aux usagers, concernant les perturbations sur le réseau ferroviaire ainsi que les retards ou les annulations de trains, seront également améliorées. La communication et la coordination seront notamment améliorées pour les usagers en cas d'annulations. Une coordination plus adaptée entre le réseau ferroviaire et le réseau d'autobus améliorera le confort des usagers et permettra d'assurer les correspondances, même en cas de retard.

Le réseau d'autobus fera lui aussi l'objet d'investissements, afin de l'élargir et de le perfectionner en permanence. La réorganisation du réseau RGTR qui a déjà commencé se poursuivra de manière

cohérente en vue de prioriser et d'optimiser les lignes de bus régionales. Ceci implique notamment d'optimiser le réseau de bus les week-ends et les jours fériés et d'augmenter la fréquence sur les lignes le soir. D'ailleurs, les liaisons avec les zones d'activités seront améliorées lors de la réorganisation du réseau RGTR. À cela viendront s'ajouter des améliorations en termes d'infrastructures, telles que la création de voies réservées aux autobus sur les autoroutes ou de voies de bus express sur les axes principaux. En vue d'un meilleur confort pour les usagers, l'objectif est d'harmoniser les arrêts de bus en termes de correspondances avec d'autres lignes de bus ou de train, mais aussi d'offrir un équipement minimum (sièges, panneau d'affichage, etc.).

En milieu rural en particulier, de plus en plus de systèmes de bus à la demande avec minibus permettront d'éviter les courses à vide en dehors des heures de pointe et des week-ends sans diminuer la capacité pendant les heures de pointe.

En plus des différents projets sur le réseau ferroviaire et sur le réseau d'autobus, le nombre et la capacité des parkings relais, en particulier dans les zones frontalières, seront augmentés. Il est prévu de les relier directement aux transports publics, notamment à travers les mesures susmentionnées.

Dans le cadre de la décarbonisation du secteur des bus, les bus RGTR classiques seront remplacés par des bus électriques. L'objectif est d'analyser la faisabilité sur les lignes de bus et de s'appuyer sur l'expérience du fournisseur de service de transport urbain.

Une grande partie des émissions de CO₂ pourront également être réduites grâce à la promotion généralisée de l'**électromobilité** et à une plus vaste utilisation de **biocarburants**. Les mesures correspondantes exactes sont expliquées au point 3.1.3.iii.

Responsabilité du transport aérien et maritime

Afin de réduire les émissions de GES du **transport aérien**, le gouvernement luxembourgeois soutient la tarification du carbone au niveau européen. À cet égard, le Luxembourg, la Belgique et les Pays-Bas ont présenté ensemble une proposition relative à une **taxe européenne sur le kérosène**. Le Luxembourg redoublera également d'efforts pour promouvoir des mesures de compensation du carbone, par exemple le fait de pouvoir déduire fiscalement les paiements aux organisations accréditées par l'État (p. ex. myclimate.org).

Les émissions de GES doivent aussi disparaître de l'infrastructure de l'aéroport international de Luxembourg. Par conséquent, l'exploitant de l'aéroport a signé une déclaration du « Airports Council International Europe » (ACI Europe) s'engageant à remplir l'objectif d'émissions nettes

nulles d'ici 2050. De plus, des avions hybrides électriques seront mis à l'essai et un nouveau régime fiscal sera mis en place. Des taxes d'atterrissage tenant compte des facteurs environnementaux seront introduites et la taxe « passagers » sera portée à un niveau comparable à celui des aéroports voisins.

Le gouvernement luxembourgeois s'appuie également sur une solution à l'échelle européenne pour accroître la durabilité du transport maritime, et a donc soumis ou soutenu une proposition à l'UE. Une meilleure efficacité énergétique et la réduction de l'intensité du carbone engendré par le transport maritime réduiraient d'ailleurs la pollution atmosphérique des navires, notamment les oxydes d'azote et de soufre (NO_x et SO_x) et les particules fines (PM), et auraient un impact positif sur la santé publique et la qualité de vie des citoyens européens.

Le gouvernement luxembourgeois s'emploie à adopter le plus rapidement possible des mesures contraignantes et efficaces dans le but de transposer l'objectif de l'Organisation maritime internationale (OMI), adopté dans le cadre de sa première stratégie de 2018 visant à réduire les émissions de gaz à effet de serre des navires, qui prévoit une réduction de 40 % des émissions de carbone du transport maritime de l'UE d'ici 2030 par rapport à 2008. En ce sens, l'ensemble des émissions de gaz à effet de serre du transport maritime international doivent désormais être prises en compte dans l'engagement de l'UE à réduire ses émissions conformément à l'accord de Paris, et les progrès en termes de réduction, par rapport aux objectifs climatiques et environnementaux et aux obligations internationales connexes, seront évalués et communiqués chaque année par la Commission. Le gouvernement attend avec impatience les mesures annoncées par la prochaine Commission pour le secteur.

La taxation des navires battant pavillon luxembourgeois (taxe d'immatriculation) sera revue en vertu du concept de « Green Shipping ».

Secteur du bâtiment

Mesures de construction et de rénovation durable des bâtiments

Le secteur du bâtiment (bâtiments résidentiels et fonctionnels) est actuellement responsable d'environ 12 % des émissions de GES nationales. Ce secteur important requiert un certain nombre de normes, notamment concernant les nouvelles constructions, mais aussi de régimes d'aides

ciblés pour la modernisation énergétique du parc immobilier existant. Le Luxembourg est un pionnier mondial en termes de normes énergétiques pour les nouveaux bâtiments résidentiels. En effet, en 2017, il est le premier pays à introduire les nouvelles normes énergétiques « Nearly Zero Energy » adoptées en 2012 (sans attendre 2021 comme le permet la directive de l'UE). Grâce à cette politique audacieuse, les besoins en énergie des bâtiments résidentiels ont diminué malgré l'augmentation de la population et des nouvelles constructions. Il s'agit maintenant de transposer cette réussite aux nouveaux bâtiments fonctionnels. Comme dans tous les pays de l'UE, il reste encore beaucoup d'efforts à fournir en matière de rénovation énergétique au Luxembourg. Le Luxembourg rénove beaucoup, mais n'intègre pas suffisamment les mesures d'efficacité énergétique.

Les chapitres 3.1.2. et 3.2 présentent les stratégies et les mesures relatives à l'utilisation des énergies renouvelables et à l'amélioration de l'efficacité énergétique dans le secteur de la construction. Les mesures de financement sont énoncées au chapitre 3.1.1 iii. Le secteur du bâtiment dispose notamment du régime d'aides PRIME House pour les bâtiments résidentiels.

Formes d'habitation alternatives

L'État entend poursuivre une politique consciente pour promouvoir des concepts d'habitation innovants, tels que l'habitation pour personnes âgées (habitation intergénérationnelle), l'habitation sans voiture, les communautés d'habitation ou l'habitation modulaire. Des campagnes d'information appropriées, des subventions et des projets pilotes seront menés à cet effet. Les conditions-cadres légales doivent être revues et adaptées afin que ces formes d'habitation puissent s'imposer et créer ainsi des logements abordables et de haute qualité :

- Une refonte complète de la Loi sur les coopératives (Loi modifiée du 25 février 1979 concernant l'aide au logement) et l'adaptation du cadre juridique permettront de légitimer les coopératives immobilières et d'offrir des logements moins chers aux citoyens
- De plus, les termes « logements sociaux » et « logements à loyer modéré » devront être définis sur le plan juridique.

Pacte logement 2.0.

Le Pacte Logement de 2008 (*Loi du 22 octobre 2018 portant sur la promotion de l'habitat et la création d'un pacte logement avec les communes*), qui fournit notamment des ressources financières supplémentaires aux communes pour la construction de nouveaux logements et d'infrastructures publiques, expirera en décembre 2020. Compte tenu de la forte demande de logements abordables au Luxembourg, le gouvernement a décidé de poursuivre et de retravailler le *Pacte Logement*. Ce pacte entre l'État et les communes sera réédité sous le nom de ***Pacte logement 2.0*** et se basera sur toute une série de mesures différentes pour aider les communes à atteindre leurs objectifs importants dans le domaine du logement et à améliorer la qualité de vie des habitants. L'augmentation de l'offre en matière de logements, la mobilisation des terrains à bâtir ainsi que l'amélioration de la qualité des logements et de l'efficacité énergétique, tant pour les nouveaux projets de construction qu'au niveau du parc immobilier existant, sont au cœur des préoccupations. Le nouveau *Pacte Logement* comprendra des objectifs à l'horizon 2030 et présentera une structure plus diversifiée. Dans ce cadre, une cellule de conseils aux communes sera instaurée par le ministère du Logement, ainsi qu'un poste de conseiller de l'habitat professionnel, et diverses mesures se concentrant à la fois sur la quantité et la qualité du logement seront prises. L'ensemble des mesures visant à atteindre les objectifs a été élaboré en coopération avec les communes. Le *Pacte Logement 2.0* vise à améliorer l'offre en matière de conseils aux communes pour la réalisation de projets de lotissement afin de renforcer leur position d'acteur sur le marché du logement. Il reviendra notamment à cette cellule de soutenir l'action communale en matière d'acquisition et de viabilisation de terrains, de la création de logements (en régie propre ou en collaboration avec l'initiative privée), de la mise en vente ou en location de terrains/logements et de la gestion du patrimoine locatif. Par conséquent, un conseiller de l'habitat professionnel (« Wunnengsbauberoder ») sera à disposition des communes afin de les assister. De manière plus générale, des synergies seront identifiées et valorisées entre le pacte climat et le pacte nature. Le ministère du Logement disposera également davantage de moyens pour accompagner les communes lors de la création de lotissements.

L'aménagement du territoire au cœur de l'action pour le climat

Cadastre thermique et solaire

La planification des investissements énergétiques jouera un rôle de plus en plus important dans l'ère du changement climatique. Par conséquent, les départements de l'énergie et de l'urbanisme du ministère de l'Énergie et de l'Aménagement du territoire travaillent ensemble à la création de

deux cadastres importants. Un cadastre thermique, d'une part, permettant d'établir dans quelles parties du pays, des blocs de maisons et même des quartiers entiers, actuellement alimentés par du gaz naturel ou du mazout de chauffage, peuvent être basculés sur des réseaux thermiques alimentés par des énergies renouvelables ou par la chaleur d'évacuation d'installations industrielles ou de centres de données. D'autre part, un cadastre solaire national visant à simplifier la planification de grands et petits systèmes photovoltaïques.

Eco-Quartier made in Luxembourg

Le gouvernement luxembourgeois développe actuellement des projets de logements de plus grande envergure avec les acteurs publics et communaux compétents (SNHBM, Fonds du Logement, Fonds Kirchberg, Fonds Belval, Agora, l'agence Développement Nordstad). La planification s'oriente vers les objectifs zéro carbone (zero-CO₂), zéro déchets (zero-waste), sans voiture (car free), favorisant l'insertion sociale. Grâce à ces projets, la croissance démographique prévue dans ces zones n'aura qu'une moindre incidence sur le climat.

Meilleure cohésion entre domicile, lieu de travail et loisirs

La meilleure énergie est celle que l'on économise, et qui ne doit donc pas être produite. La meilleure mobilité est celle qui n'a même pas lieu. En vertu d'une meilleure planification du pays et de ses villes dans un environnement économique dynamique, le gouvernement élabore actuellement un *programme directeur de l'aménagement du territoire* à l'horizon 2035, sous les auspices du ministère de l'Énergie et de l'Aménagement du territoire. Ce programme comprend des propositions relatives aux zones où construire davantage de logements au Luxembourg à l'avenir (p. ex., à proximité de gares existantes ou des nouvelles gares), aux nouvelles infrastructures de transport nécessaires et aux zones taboues essentielles à la préservation de la biodiversité. Le programme directeur 2035 comprendra également des propositions concrètes pour une meilleure collaboration avec nos régions frontalières. Afin de donner une dimension plus fondamentale à la discussion autour de l'élaboration du programme directeur 2035, un atelier d'idées intitulé Luxembourg 2050 sera organisé sur base du concours d'idées du *Grand Genève*.

Économie

Les 22 plus gros émetteurs de carbone du secteur industriel sont soumis au système d'échange de quotas d'émission de l'UE. En 2018, 50 % de la consommation d'électricité et 44 % de la consommation de gaz

naturel étaient à attribuer au secteur industriel. En y ajoutant le secteur des services, ces parts s'élèvent respectivement à environ 62 % et 83 %. Le système d'échange de quotas d'émission de l'UE n'est cependant pas suffisant. Davantage d'efforts doivent être fournis en matière de meilleures technologies disponibles, d'efficacité énergétique et d'énergies renouvelables. Ceux-ci permettront de réduire le coût de l'énergie et de maintenir ainsi la situation concurrentielle.

Le secteur industriel jouera un rôle important dans la réalisation des objectifs d'efficacité énergétique ; représentant près de la moitié de la consommation totale d'électricité du Luxembourg (50%), ce secteur offre encore beaucoup de potentiel d'économie d'énergie. Par conséquent, le gouvernement introduira des mesures supplémentaires (p. ex., instrument de « de-risking », plateforme de transparence pour les audits, poursuite des EEO) dans le but de permettre aux acteurs de l'industrie d'investir plus facilement, eux-mêmes ou via des tiers, dans l'efficacité énergétique. Le gouvernement participera également de manière proactive aux projets de recherche de l'UE pour la production d'acier, de ciment et de verre « zéro carbone » (zero-carbon steel, zero-carbon cement, zero-carbon glass, etc.).

L'accord de coalition 2018-2023 du Luxembourg prévoit la création d'un **instrument d'accompagnement intégré pour les PME**, qui viendra compléter l'Accord volontaire et l'instrument de « de-risking » (diminution des risques) (décrit au point 3.2.1.i) et fournira un cadre de soutien aux entreprises concernées quant à leur politique énergétique et climatique.

Green Jobs et Climate Solutions made in Luxembourg

De nombreuses études démontrent d'ailleurs que l'action pour le climat est à l'origine d'une augmentation du nombre d'emplois nets. Cela vaut surtout pour les pays qui ne génèrent que peu d'emplois dans les mines de charbon, les champs de gaz naturel et le forage pétrolier.

Au Luxembourg, il est urgent d'investir dans des systèmes photovoltaïques, dans l'éolien, dans les bornes de recharge électriques ; de prendre des mesures d'efficacité énergétique dans le secteur de l'industrie et des PME ; de mettre en place des réseaux thermiques et l'économie circulaire, et de procéder à la rénovation énergétique des bâtiments existants. Le gouvernement en est conscient et a donc pris des initiatives appropriées en matière de formation de base et de formation continue.

Le Luxembourg compte également devenir une « start-up nation » dans le domaine de la protection du climat. Grâce à son rôle de pionnier dans les technologies clés (bâtiments zéro émission, électromobilité,

photovoltaïque), au déploiement de la recherche et de l'innovation en matière d'énergie, mais surtout aux vastes compétences autour de la « finance verte », le pays est en mesure de soutenir les entreprises existantes du domaine de la protection du climat et d'attirer de nouvelles entreprises d'Europe et du monde entier.

Rôle important de l'économie circulaire dans la lutte contre le changement climatique

Au-delà du cadre des autres mesures décrites, l'économie circulaire peut également contribuer à réduire les émissions de GES. En effet, d'après une étude de 2018, les émissions européennes imputables à l'industrie lourde pourraient être réduites de près de la moitié d'ici 2050 en mettant en place une économie circulaire cohérente.

En vertu de l'étude sur l'économie circulaire (2014) et du processus Rifkin, il est d'autant plus important aujourd'hui de définir l'économie circulaire luxembourgeoise de sorte que tous les acteurs de tous les secteurs confondus aient la même compréhension de la situation. Cette définition permettra également de saisir et de suivre de la meilleure manière possible les aspects sociaux associés à la transition vers une économie circulaire. Cette transition s'accompagne cependant inévitablement d'un changement social ; les concepts économiques tels que le développement d'initiatives de « sharing » et de coopératives ou l'expansion de l'offre de services sont susceptibles de relever ce défi. La promotion de l'aspect régional constitue un autre point important dans le contexte de l'évolution vers une économie circulaire.

La gestion des ressources, régie en grande partie par la législation sur les déchets, constitue un aspect central de l'économie circulaire. Seule la promotion active d'une utilisation en cascade pourra permettre le passage d'une économie linéaire à une économie circulaire. Le déploiement d'une utilisation en cascade est uniquement possible, si les bonnes décisions sont prises au moment de la conception et incluent l'utilisation ultérieure ou la réutilisation des ressources. L'actuel plan national de gestion des déchets et des ressources (2018) fixe déjà des objectifs en termes de réduction, de recyclage et de différentes fractions de déchets. D'ici 2022, le taux de recyclage pour les emballages devrait par exemple atteindre les 70 %. Un remaniement du cadre légal de la gestion des déchets devrait fournir l'impulsion nécessaire. D'autres aspects stratégiques seront définis dans le contexte d'une stratégie « Null Offall Lëtzebuerg » (zéro déchets) ou d'une économie circulaire. L'élaboration de la stratégie « Null Offall Lëtzebuerg » a déjà débuté et s'est accompagnée d'enquêtes publiques. Cette stratégie vise à mener la gestion actuelle des déchets vers une économie privilégiant de plus en plus la gestion des ressources.

À côté de ces mesures structurelles, les entreprises doivent également bénéficier du soutien approprié lors de cette transition. Dans ce contexte, une analyse des flux de matières va permettre d'identifier les flux pour lesquels il est possible de créer une valeur ajoutée circulaire et régionale. L'environnement économique sera également adapté en permanence, afin de promouvoir des modèles d'entreprise circulaires.

Le secteur de la construction bénéficiera également de l'encadrement approprié, afin de promouvoir davantage la construction durable et l'économie circulaire. À cet égard, des critères nationaux pour une construction durable et circulaire seront définis et développés en collaboration avec les différents acteurs du secteur dans le but de créer une base de données compatible avec la méthodologie de travail BIM. Les mesures légales et réglementaires applicables nécessaires à la mise en œuvre de la construction durable au Luxembourg seront également analysées. Les efforts seront poursuivis pour favoriser la construction de bois. Ce matériau de construction possède un potentiel énorme, notamment grâce à ses possibilités d'utilisation en cascade, au facteur régional et à son moindre impact climatique.

De plus, les modes de vie durables, l'esprit écologique et l'économie circulaire seront encouragés au sein des quartiers, par exemple, à travers la promotion de projets d'économie du partage (*Sharing economy*) et d'agriculture urbaine (*Urban farming*).

L'objectif étant de dynamiser la valeur ajoutée circulaire dans les zones commerciales et industrielles. Dans ce contexte, l'utilisation efficace de l'énergie, p. ex. l'utilisation de la chaleur résiduelle, l'installation de panneaux solaires sur les toits ou encore la réduction des besoins de mobilité sont des facteurs importants ayant un effet direct sur les émissions de GES.

Gestion des déchets et des eaux urbaines

Toutes les mesures relatives au **secteur des déchets** se trouvent dans le plan national de gestion des déchets. D'autres mesures seront introduites grâce au nouveau règlement sur la gestion des déchets. Afin de limiter les émissions de gaz à effet de serre, il faut avant tout adopter des mesures visant à réduire la production de déchets. D'ici 2022, le gaspillage alimentaire devra notamment être réduit de 50 %.

Concernant le domaine de la **gestion des eaux urbaines**, le Luxembourg sera de plus en plus confronté au problème des boues d'épuration. La taille des stations d'épuration et la quantité de boues d'épuration produites augmentent en raison de la croissance démographique et économique. Afin de proposer des solutions durables pour la remise en circulation des boues (récupération d'énergie, récupération de

phosphore, etc.) ou l'élimination des boues, le programme du gouvernement prévoit la mise en œuvre d'une stratégie nationale. Une étude fournira des premiers résultats d'ici fin 2020. La stratégie d'adaptation au changement climatique du Luxembourg (2018-2023) présentera également des recommandations permettant d'intégrer les aspects du changement climatique à la conception des systèmes d'évacuation des eaux usées. Par conséquent, le recyclage des eaux usées et l'utilisation efficace des eaux grises (p. ex. utilisation thermique) feront l'objet d'une attention particulière.

Processus industriels et gaz fluorés

Les mesures d'atténuation se rapportant aux **processus industriels** doivent se conformer aux exigences du SEQE de l'UE. Cependant, les mesures d'atténuation élaborées dans le cadre du Plan national de maintenance de la qualité de l'air en vertu de la directive européenne 2016/2284 pourraient contribuer à réduire les émissions de gaz à effet de serre, en particulier liées à l'utilisation de certains produits tels que des solvants. Les mesures en matière d'efficacité énergétique peuvent, elles aussi, contribuer à réduire les émissions issues des processus industriels.

Les mesures d'atténuation relatives aux **gaz fluorés** se trouvent dans le règlement européen 517/2014 sur les gaz à effet de serre fluorés. Celui-ci va de la mise sur le marché et du suivi de l'utilisation de différents gaz fluorés, à la réduction de la quantité d'hydrocarbure fluoré mis sur le marché en imposant des quotas et en créant un registre.

Agriculture et forêts

L'agriculture et la sylviculture sont à la fois des acteurs et des victimes du changement climatique. D'une part, ils influencent directement les concentrations de gaz à effet de serre dans l'atmosphère en libérant des gaz à effet de serre ou en stockant du carbone. D'autre part, le changement climatique affecte les conditions de production agricole et forestière.

En s'adaptant au changement climatique de manière prospective, l'agriculture et la sylviculture luxembourgeoises seront en mesure d'assurer, voire d'accroître leur production et leurs services publics à long terme.

Le rapport spécial du GIEC sur le changement climatique et les terres émergées met en évidence les incidences du changement climatique sur les écosystèmes terrestres naturels, la dégradation des sols et la

sécurité alimentaire que l'on peut observer dans le monde entier. Certains phénomènes climatiques et météorologiques extrêmes affectant la surface du sol sont de plus en plus fréquents et intenses. Le rapport fait état de la vulnérabilité des écosystèmes et des ressources terrestres, ainsi que de la sécurité alimentaire en raison du changement climatique. Le changement climatique va sans doute accroître les défis existants en matière de terres émergées, engendrant ainsi des risques élevés pour les moyens de subsistance/ressources naturelles et le bien-être de la population.

Toutes les possibilités d'atténuation évaluées dans le rapport, visant à maintenir le réchauffement à 1,5 °C ou bien en dessous de 2 °C, exigent des mesures d'atténuation terrestres et un usage différent des terres, afin d'éliminer le carbone de l'atmosphère. Le rapport montre également que de nombreuses mesures d'atténuation terrestres n'excluent pas l'utilisation des terres (telles que les pratiques agricoles durables et l'agroforesterie) et constituent une véritable valeur ajoutée. Ainsi, le changement des habitudes alimentaires, la réduction du gaspillage alimentaire et de la perte de denrées alimentaires peuvent par exemple faire baisser la pression qui pèse sur le pays, tout en contribuant à la lutte contre la pauvreté et en améliorant la santé et l'hygiène de vie.

Agriculture

En vertu du rapport spécial IPCC susmentionné, un premier ensemble de mesures engendrant une atténuation des émissions de GES dans l'agriculture a été identifié. Ces mesures ont en effet pour but d'encourager les agriculteurs à utiliser moins d'engrais contenant de l'azote, voire pas du tout d'engrais contenant de l'azote, dans certains cas. Elles comprennent également des mesures agro-environnementales, définies dans le cadre de la politique agricole commune (PAC) de l'UE, qui incluent des programmes pour **réduire la fertilisation azotée sur les terres arables et les surfaces en herbe**, mais aussi pour renoncer à la fertilisation des bandes fleuries et des fourrières par exemple.

Un deuxième ensemble de mesures se rapporte à l'épandage des effluents d'élevage organiques et d'engrais minéraux azotés. Celles-ci seront mises en œuvre dans le cadre des mesures agro-environnementales et de la directive du PEN et visent à **promouvoir un épandage de lisier utilisant une technologie respectueuse de l'environnement, à interdire les déflecteurs à partir de 2025 et les nouvelles fosses à lisier (pour biogaz) ouvertes**, ainsi qu'à **encourager le recouvrement des fosses**

ouvertes existantes. Toutes ces mesures engendreront également une atténuation des émissions de GES.

En vertu d'une économie circulaire, le **biogaz** sera davantage privilégié **comme source d'énergie**. Par conséquent, on utilisera avant tout des effluents d'élevage organiques d'origine animale dans les installations de biogaz (cf. point 3.1.2.i.) de manière à réduire aussi les émissions de méthane. L'accord de coalition prévoit d'ailleurs la création d'une **stratégie permettant de réduire les émissions de méthane**.

Une partie des mesures agro-environnementales, de celles du plan d'action pour la biodiversité agricole, ainsi que de celles élaborées dans le cadre de la Loi relative à la protection de l'eau, engendreront non seulement une extensification des cultures, notamment dans les zones sensibles, mais favoriseront aussi le pâturage des vaches laitières. De plus, d'après l'accord de coalition, **l'agriculture biologique représentera au moins 20 % des terres agricoles d'ici 2025** (et 100 % d'ici 2050) et contribuera ainsi à l'extensification des cultures. Les mesures relatives à la création d'espaces verts et la prime pour la préservation des sites/paysages contribueront, elles aussi, à réduire les émissions de GES. D'une manière générale, **l'agriculture restera liée au sol**.

Des **services de conseils plus efficaces** ainsi que la diversification des modules de conseil proposés, favorisant une production végétale et animale respectueuse du climat et résiliente, écologique et économique, contribueront également à la réduction des émissions de GES. Par conséquent, chaque grand projet d'investissement dans l'agriculture, financé par l'État, sera dorénavant soumis à une analyse économique, sociale, environnementale et énergétique. De plus, une fiche d'impact « développement durable » pour les exploitations agricoles sera introduite. Il est également important de développer les connaissances en matière de changement climatique et d'agriculture et de promouvoir l'innovation par le biais de projets de recherche pertinents pour l'agriculture luxembourgeoise.

La **réduction du gaspillage alimentaire** contribue de façon significative à diminuer les émissions de carbone. La campagne « Antigaspi » doit être poursuivie et intensifiée pour réduire les déchets tout au long de la chaîne alimentaire.

À côté des forêts, le secteur agricole représente également un puits de carbone qui extrait le CO₂ de l'atmosphère et est donc essentiel à la réalisation des objectifs de l'accord de Paris. Dans ce contexte, il convient de mentionner l'interdiction en vigueur de labourer les prairies permanentes dans les zones sensibles et la promotion du labour de conservation et des cultures de couverture.

L'obligation de diversifier les cultures imposée dans le cadre des mesures agro-environnementales et du verdissement contribuera également à alimenter les puits de carbone. L'agroforesterie aurait ici un impact positif.

Forêts

Toutes les mesures pertinentes concernant les forêts figurent dans le plan comptable forestier national (règlement (UE) 2018/841). Elles visent notamment la préservation des surfaces boisées existantes, la gestion durable des forêts et la désignation de forêts semi-naturelles. Ces mesures déjà existantes ont donné lieu à une valeur de référence pour les forêts servant de base aux règles de comptabilisation du secteur forestier. Ces mesures existantes seront maintenues, afin de ne pas comptabiliser d'émissions liées aux forêts.

De nouvelles primes d'encouragement seront introduites en vue d'une gestion forestière plus proche de la nature et plus résiliente au changement climatique. Des mesures pour le boisement et l'augmentation du volume de bois dans les forêts permettront d'accroître les puits de carbone. De plus, l'utilisation accrue de produits du bois dans la construction ainsi qu'une meilleure utilisation en cascade du bois vont permettre de stocker davantage de carbone.

Mesures fiscales

Au Luxembourg, les taxes sur l'énergie et les écotaxes sont faibles par rapport à l'Europe ou à ses pays voisins. Cela pose certains défis en matière de politique climatique et énergétique. Le gouvernement en est conscient, et par conséquent, l'accord de coalition prévoit l'élaboration et la mise en œuvre d'une politique fiscale prévisible et cohérente, qui permettra de faire face aux réalités et aux défis en matière de politique familiale, sociale, économique et environnementale.

Dans le cadre de la réforme fiscale prévue dans ce contexte, la fiscalité de l'énergie et des ressources, y compris le prix minimal du carbone, sera révisée et inclura le traitement des privilèges fiscaux non durables et néfastes pour le climat. Les conclusions et recommandations issues de l'étude en cours concernant les effets des subventions nocives pour l'environnement¹² seront également prises en compte.

¹² Plus d'explications sur l'Étude « Auswirkungen von Subventionen und Steuervergünstigungen auf die nachhaltige Entwicklung – Umweltschädliche Subventionen in Luxemburg » au chapitre 3.1.3.iv.

La fiscalité, relative à la consommation d'énergie et l'utilisation de ressources, doit être **socialement responsable**. Par conséquent, d'après l'accord de coalition, les recettes générées par une augmentation des taxes sur l'énergie permettront de financer les efforts sociaux nécessaires à une transition écologique réussie, en veillant à ce qu'ils soient socialement responsables.

Taxation du carburant

Le gouvernement sait que le Luxembourg atteindra uniquement ses objectifs en matière de climat et d'énergie à l'aide de mesures accrues concernant les ventes générales de carburant, et plus particulièrement les exportations de carburant par camion. D'après l'accord de Paris sur le changement climatique et la législation-cadre détaillée de l'UE, les émissions de carbone sont comptabilisées dans le pays de vente du carburant. Les prix du diesel et de l'essence sont bas au Luxembourg par rapport aux pays voisins. Afin de réduire les exportations de carburant, il est donc essentiel de diminuer progressivement les écarts de prix avec les pays voisins. Dans ce contexte, il faudra également veiller à réduire la dépendance des finances publiques des recettes provenant de la vente de carburant et à ne pas encourager davantage le transport poids lourds à carburant fossile en envoyant les mauvais signaux. Les recettes incompatibles avec les objectifs de l'accord de Paris seront supprimées.

L'accord de coalition prévoit l'adaptation de la taxation des produits pétroliers, en particulier des carburants, en vertu des objectifs de l'accord de Paris. Les accises sur le diesel (+2 centimes d'euros le litre) et sur l'essence (+1 centime d'euro le litre) ont augmenté une première fois le 1er mai 2019.

Un comité interministériel (Finances, Environnement, Énergie, Économie) suit et analyse l'évolution des ventes de carburant et l'impact des mesures prises par le gouvernement. En vue de la réalisation des objectifs climatiques, le comité définira des mesures visant à réduire continuellement l'incidence des ventes de carburant sur le bilan GES du Luxembourg, conformément à l'accord de coalition, et proposera régulièrement des mesures d'adaptation au gouvernement. En cas d'augmentation future, des mesures seront prises pour réduire la préférence injustifiée pour le diesel par rapport à l'essence.

À côté des mesures fiscales, il existe d'autres instruments pouvant contribuer à diminuer les exportations de carburant. Ainsi, il convient par exemple d'ancrer les aspects pertinents pour le climat dans les concessions des aires de service des autoroutes, de renforcer en même temps les contrôles policiers de camions aux sorties d'autoroute et d'encourager une plus grande

coopération avec les communes afin d'empêcher le trafic de transit dû au carburant dans nos localités.

Taxation des véhicules

Bien que la taxe sur les véhicules automoteurs de catégorie M1, immatriculés après le 1er janvier 2001, se calcule en fonction des émissions carbone (selon le certificat de conformité CE) et du type de carburant, son effet incitatif est actuellement plutôt limité.

Compte tenu du principe du pollueur-payeur, la taxe automobile fera l'objet d'une révision. La nouvelle taxe automobile ne s'appliquera qu'aux véhicules immatriculés à une date restant encore à déterminer.

La réglementation actuelle en matière de taxation des véhicules de fonction (40% de tous les véhicules neufs vendus au Luxembourg) offre des avantages tant pour les employeurs que pour les employés, les incitant ainsi à acheter, respectivement utiliser, ce genre de véhicules. Depuis le 1er janvier 2017, l'avantage en nature de l'employé est calculé en fonction des émissions de carbone par km, l'incitant ainsi à opter pour des véhicules à plus faibles émissions.

L'accord de coalition prévoit également une nouvelle révision de l'avantage en nature des véhicules de fonction, afin de promouvoir l'électromobilité. De plus, les employés qui optent pour un moyen de transport autre que la voiture ne devraient plus être pénalisés. On envisage d'introduire un avantage fiscal « budget mobilité » équivalant à celui des véhicules de fonction. Cela permettra aux employés d'accéder plus facilement aux services de mobilité des transports publics, à la mobilité active ou aux services de covoiturage (*carsharing*).

Taxation du mazout de chauffage et du gaz naturel

La taxation du mazout de chauffage sera progressivement augmentée, en tenant compte du prix minimal du carbone et dans le cadre de la réforme fiscale susmentionnée, afin de favoriser le passage aux systèmes de chauffage alimentés par des énergies renouvelables ou du moins plus respectueux du climat. Un régime d'aides attractif en cas de remplacement d'anciennes chaudières à mazout permettra de rendre cette mesure acceptable sur le plan social. Dans ce contexte, les ministères compétents analyseront l'impact d'une augmentation du prix du mazout de chauffage, en tenant compte de l'allocation de vie chère, et adapteront cette prime le cas échéant et dans la mesure des possibilités techniques.

Autres mesures fiscales

Afin de promouvoir l'économie circulaire et de lutter contre la consommation excessive de ressources, le gouvernement examinera l'application du taux super-réduit de **3 % sur les réparations éligibles** en vertu du droit européen.

De plus, le gouvernement cherchera des moyens d'introduire des incitatifs fiscaux pour les personnes physiques qui **investissent dans le développement durable, l'action pour le climat et la transition énergétique**. Les avantages de ces investissements seront proportionnels au revenu imposable et aux risques pris par la personne imposable concernée.

3.1.1.ii. Éventuelle coopération régionale dans ce domaine

Dans le cadre du Forum pentalatéral de l'Énergie (DE, FR, BE, NE, LU, AU, CH), les domaines suivants constitueront une priorité pour le Luxembourg :

- Vision commune d'un système énergétique décarboné pour l'Europe de l'Ouest d'ici 2050
- Début de la coopération transfrontalière dans le domaine des énergies renouvelables
- Intégration de solutions et de services d'électromobilité sans restrictions régionales
- Analyse des options de tarification du carbone et les incidences sur les prix de l'électricité au-delà des frontières

Ces domaines sont expliqués en détail au chapitre 1.4.

3.1.1.iii. Sans porter préjudice à l'applicabilité des règles relatives aux aides de l'État, mesures de financement, éventuel soutien de l'Union inclus, et utilisation des fonds de l'Union dans ce domaine au niveau national

Fonds pour le climat et l'énergie

Le Fonds pour le climat et l'énergie (Loi modifiée du 23 décembre 2004 1) établissant un système d'échange de quotas d'émission de gaz à effet de serre; 2) créant un fonds de financement des mécanismes de Kyoto) finance d'une part des projets étatiques et paraétatiques dans les domaines de l'action pour le climat, de l'efficacité énergétique et des énergies renouvelables au niveau national et assure, d'autre part, le financement climatique international. Trois sources alimentent ce fonds :

- la part de la taxe sur les carburants (3,5 €/l pour le diesel et 2,5 €/l pour l'essence, depuis l'augmentation des accises du 1er mai 2019 (voir chapitre 3.1.1.i))
- 40 % des recettes de la taxe automobile ; et
- les recettes nationales provenant de ventes aux enchères dans le système d'échange de quotas d'émission de l'UE.

La future loi sur le climat (voir chapitre 3.1.1.i – Introduction d'une loi climat) redonnera une dimension légale au Fonds pour le climat et l'énergie et l'adaptera aux réalités actuelles en vertu de l'accord de Paris. Aussi bien les recettes que les dépenses devront être adaptées. Le Fonds pour le climat et l'énergie financera par exemple le pacte climat pour les communes.

Fonds pour la protection de l'environnement

Le Fonds pour la protection de l'environnement (Loi modifiée du 31 mai 1999 portant institution d'un fonds pour la protection de l'environnement) permet de soutenir les projets communaux dans les domaines de l'action pour le climat, de l'efficacité énergétique et des énergies renouvelables, mais aussi des déchets et de la préservation de la nature. Il subventionne notamment les concepts énergétiques communaux, les rénovations énergétiques des bâtiments communaux, les nouvelles constructions à faible consommation d'énergie, la production de chaleur et d'électricité à partir de sources d'énergies renouvelables (systèmes photovoltaïques, installations utilisant l'énergie solaire thermique, systèmes à pompes à chaleur, installations de chauffage à biomasse et modules de cogénération), les réseaux de chaleur communaux basés sur les énergies renouvelables et la chaleur résiduelle ou encore le passage de l'éclairage public à la technologie LED. Les types de projets éligibles et les critères d'éligibilité sous-jacents sont régulièrement mis à jour et adaptés au développement technique et économique ainsi qu'aux objectifs climatiques et énergétiques.

Subventions étatiques PRIME House pour les bâtiments résidentiels

Le régime d'aides PRIME House (Loi du 23 décembre 2016 instituant un régime d'aides pour la promotion de la durabilité, de l'utilisation rationnelle de l'énergie et des énergies renouvelables dans le domaine du logement) offre des aides à l'investissement pour la rénovation énergétique et durable des bâtiments résidentiels ainsi que les conseils appropriés et qualifiés en matière d'énergie pour la construction de bâtiments résidentiels durables et l'utilisation d'énergies renouvelables (systèmes solaires

photovoltaïques, systèmes solaires thermiques, systèmes à pompes à chaleur, systèmes à granulés de bois et chaudières à copeaux de bois). Le régime d'aides a été prolongé et réformé à plusieurs reprises depuis 2001. Le régime actuel s'applique jusqu'en fin 2020.

Les aspects suivants sont au centre des préoccupations quant à l'évolution et l'amélioration du régime :

- Révision des montants octroyés et adaptation si nécessaire
- Intégration de critères de durabilité supplémentaires, notamment pour promouvoir l'économie circulaire
- Introduction de critères visant à réduire les risques pour la santé dans les bâtiments résidentiels
- Élaboration de critères d'éligibilité pour l'efficacité énergétique dans les bâtiments classés, en accord avec les régimes d'aides existants du Service des sites et monuments nationaux
- Simplification administrative, par exemple à travers une procédure de demande en ligne ou une assurance qualité optimisée (rapport amélioration de la qualité vs contrôles renforcés)

Un groupe de travail interministériel a été chargé du suivi et du développement continu du régime d'aides.

Outre le développement des subventions PRIME House, les critères du certificat luxembourgeois de durabilité pour les bâtiments résidentiels LENOZ (« Lëtzebuurger Nohaltegkeets Zertifizéierung ») seront également revus :

- Le certificat revêtira un caractère plus général
- Certains critères LENOZ deviendront progressivement obligatoires et seront peu à peu éliminés du régime PRIME House

Prêt climatique pour les bâtiments résidentiels

À côté du régime d'aides PRIME House, des prêts à faible taux d'intérêt, visant à soutenir les ménages à faible revenu, ou même à taux zéro (Loi du 23 décembre 2016 relative à un régime d'aides à des prêts climatiques) encourageront la rénovation énergétique et durable des bâtiments résidentiels. Les exigences techniques de ces prêts seront conformes aux critères de la PRIME House.

Les conditions ainsi que la procédure de demande seront revues et simplifiées, de manière à ce que plus de propriétaires puissent bénéficier d'un prêt climatique à l'avenir.

Subventions « Clever fueren » pour les véhicules électriques

En vue de promouvoir davantage l'électromobilité, les incitations fiscales pour les véhicules électriques en vigueur jusque fin 2018 ont été remplacées par des subventions directes (Règlement grand-ducal du 7 mars 2019 portant introduction d'une aide financière pour la promotion des véhicules routiers à zéro ou à faibles émissions de CO₂) au 1^{er} janvier 2019. Le régime « Clever fueren » subventionne des voitures, des camionnettes, des motos et des vélos. Sont éligibles les véhicules 100% électriques, les véhicules du type plug-in hybride, dont les émissions de CO₂ sont inférieures ou égales à 50 g/km, et les véhicules à pile à combustible à hydrogène.

Le régime d'aides se poursuit en 2020. Cependant, les véhicules du type plug-in hybride ne bénéficieront plus de cette prime d'encouragement partir de 2021.

Régime d'aides et incitations fiscales pour les entreprises

En vertu du règlement (UE) n° 651/2014 de la Commission du 17 juin 2014 déclarant certaines catégories d'aides compatibles avec le marché intérieur en application des articles 107 et 108 du traité sur le fonctionnement de l'Union européenne, le gouvernement luxembourgeois peut octroyer des aides directes à l'investissement dans le domaine des écotechnologies et de l'innovation pour les entreprises (PME et grandes entreprises). Le ministère de l'Économie est chargé de l'octroi des aides avec le soutien de l'agence nationale de l'innovation Luxinnovation (Loi du 15 décembre 2017 relative à un régime d'aides à la protection de l'environnement ; Loi du 17 mai 2017 ayant pour objet 1) le renouvellement des régimes d'aides à la recherche, au développement et à l'innovation; 2) les missions de l'Agence nationale pour la promotion de l'innovation et de la recherche ; et modifiant la loi modifiée du 5 juin 2009 relative à la promotion de la recherche, du développement et de l'innovation).

Les PME peuvent également demander un financement via un régime d'aides gouvernemental spécial.

Afin de soutenir les efforts des entreprises et d'accélérer la transition énergétique, les aspects suivants sont au centre des préoccupations :

- Promotion accrue des régimes d'aides en informant mieux les entreprises
- Communication simple et transparente sur les avantages mesurables des régimes d'aides
- Simplification des conditions d'éligibilité, en vertu du droit national et européen
- Accélération de la simplification administrative, notamment à travers une digitalisation généralisée

- Davantage de ressources pour le régime d'aides en faveur des PME
- Gains d'efficacité grâce à l'association des aides en faveur des PME et des grandes entreprises

Les régimes d'aides existants seront examinés.

3.1.2. Énergies renouvelables

Le gouvernement luxembourgeois souhaite renforcer la dynamique des énergies renouvelables avec un objectif de 25 % à l'horizon 2030 et soutenir davantage le développement par des aides à l'investissement et des subventions aux particuliers et aux entreprises. L'énergie éolienne, l'une des trois technologies clés pour le Luxembourg (éolien, solaire, biomasse), a dépassé les attentes du NREAP 2009 et sera donc encouragée en conséquence. Un nouveau départ sera donné dans le domaine du photovoltaïque (dont le développement est actuellement presque au point mort) en vue d'une utilisation massive. En ce qui concerne la biomasse, l'accent sera mis sur l'utilisation en cascade ou l'utilisation multiple (rondins de bois pour les scieries de l'industrie du meuble et de la construction, le vieux bois et les déchets de bois pour les entreprises de plaques de serrage, bois de déblais et de rabattage pour les systèmes de cogénération) et les critères de durabilité (utilisation du bois en provenance de la grande région Saar-Lor-Lux) seront améliorés. De plus, de nouvelles pistes telles que celle de la géothermie seront davantage explorées et encouragées. L'objectif du Luxembourg est de devenir un acteur proactif de la transition énergétique qui touche l'ensemble de la population. Outre l'expansion nationale, le gouvernement participera également activement au développement des énergies renouvelables en Europe grâce aux instruments prévus par la nouvelle directive 2018/2001 relative à la promotion de l'utilisation de l'énergie produite à partir de sources renouvelables. Les points suivants seront mis en œuvre :

- De **nouvelles incitations**, telles que des tarifs d'injection plus élevés pour les systèmes photovoltaïques, des appels d'offres réguliers pour les plus grandes installations et l'**élimination des obstacles actuels**, permettront d'accroître les investissements dans les énergies renouvelables.
- De manière générale, le Luxembourg s'investira au **niveau européen** pour développer la production d'énergies renouvelables et ne soutiendra pas de nouveaux projets basés sur les combustibles fossiles ou l'expansion de systèmes de production d'énergie fossile. L'approvisionnement énergétique de l'UE sera 100% renouvelable d'ici 2050 au plus tard.

3.1.2.i. Politiques et mesures visant à fournir la contribution nationale requise pour atteindre l'objectif fixé par l'UE pour 2030 en matière d'énergies renouvelables et à suivre les trajectoires indicatives conformément à l'article 4, point a), paragraphe 2 et, le cas échéant, aux éléments repris au point 2.1.2, y compris les mesures sectorielles et technologiques

Énergie éolienne

À l'heure actuelle, une grande partie de la production d'énergies renouvelables du Luxembourg provient déjà de l'énergie éolienne (puissance installée en 2018 : 123 MW pour 69 éoliennes). Actuellement, une dizaine de projets de parcs éoliens, qui ont déjà partiellement été soumis à l'évaluation environnementale stratégique et à d'autres études d'impact obligatoires, se trouvent en phase de développement et de finalisation pour 2020, et devraient produire de l'électricité pour environ 50 000 ménages de plus par an.

Les tarifs d'injection/prime de marché existants seront maintenus et les obstacles actuels seront éliminés si possible. La possibilité d'une participation financière de la part des communes et des citoyens restera également au cœur de la discussion. Jusqu'à présent, ces arguments ont permis une vaste acceptation des éoliennes au sein de la population et ce n'est qu'un début.

Énergie solaire

En raison de son grand potentiel et de la diversité de son utilisation directe, l'énergie solaire joue un rôle central dans l'offre énergétique du pays et sera développée davantage dans les années à venir. Dans le domaine du photovoltaïque, le Luxembourg se classe actuellement 6ème de l'Union européenne en termes de puissance installée par habitant, avec un total de 6990 systèmes photovoltaïques (2018). L'objectif du gouvernement est de prendre la tête de ce classement d'ici 2030.

Tarifs d'injection

Grâce à la hausse des tarifs d'injection en 2019, le Luxembourg vise une exploitation maximale des toits des bâtiments (et d'autres zones imperméables/non arables) avec des systèmes photovoltaïques. Des tarifs d'injection attractifs pour les petites installations d'une puissance allant jusqu'à 10 kW devraient donner les moyens à tous les ménages d'installer leur propre système, afin de couvrir leur propre consommation plus tard. Les installations coopératives seront toujours financées séparément. Chaque citoyen devrait pouvoir avoir la possibilité de participer à la transition énergétique. Après l'introduction d'une nouvelle catégorie, les installations

photovoltaïques collectives d'une puissance comprise entre 30 et 500 kW seront en mesure de passer un contrat de tarif d'injection. Les communes seront incitées à mettre leurs toits à disposition de coopératives. Actuellement, plus de 100 « coopératives solaires citoyennes » du genre sont déjà en phase de planification.

Appels d'offres

Afin d'accélérer l'expansion du photovoltaïque au Luxembourg, un appel d'offres pour les grandes installations (≥ 500 kW) a été organisé pour la première fois en 2018. Des bâtiments d'une puissance de 15 MW et des terrains industriels/décharges ont remporté l'appel d'offres. Le deuxième appel d'offres, lancé en automne 2019, porte sur une capacité totale de 40 MW et comporte désormais une catégorie spécifique pour les ombrières et autorise également les installations d'une puissance allant de 200 à 500 kW.

Sur base des résultats et analyses de ces deux appels d'offres, un plan d'appel d'offres pluriannuel sera publié en 2020, dans lequel le volume à allouer se verra augmenté d'année en année afin d'atteindre les objectifs en matière de photovoltaïque.

Autoconsommation

Les concepts d'autoconsommation (en rapport avec les systèmes de stockage d'énergie) et de coopératives énergétiques seront davantage intégrés dans le domaine du photovoltaïque. En vertu de la directive 2018/2001, ces deux concepts ont déjà été incorporés dans un amendement (sur le marché de l'électricité) afin de permettre une mise en œuvre rapide des mesures d'accompagnement et de soutien.

Le concept photovoltaïque global (tarifs attractifs pour les petites installations, catégories distinctes pour les coopératives en vue de la participation des citoyens, appels d'offres pour les plus grandes et grandes installations de 200/500 kW) se verra attribuer la catégorie « 30-200 kW », spécifiquement axée sur l'autoconsommation, afin d'attirer les PME et les immeubles de bureaux.

Cadastre solaire

L'accord de coalition (2018-2023) prévoit la création d'un **cadastre solaire national** pour le Luxembourg. Actuellement, un tel instrument n'existe que dans certaines communes, par exemple dans la capitale. Le cadastre solaire apporte une forme d'aide à la prise de décision dans le domaine de l'énergie solaire et permet d'identifier et d'activer les potentiels existants au niveau des installations photovoltaïques privées, des coopératives énergétiques et des appels d'offres publics. De plus, ce cadastre va pouvoir être utilisé par les gestionnaires de réseau et les administrations pour les aider à optimiser l'intégration des systèmes solaires du réseau.

Le cadastre, qui sera terminé d'ici fin 2020, permettra de planifier les projets de manière plus efficace. Il tiendra compte d'informations telles que le type de toit (toit plat, etc.) et les hauteurs des bâtiments de sorte que le citoyen/l'entreprise n'ait qu'à cliquer sur son toit pour obtenir une première évaluation quant à la faisabilité du photovoltaïque. Il servira aussi d'outil de planification et de gestion pour les administrations par rapport aux grands terrains (le long des voies de circulation, des anciennes zones industrielles ou décharges, plus tard éventuellement des terres agricoles libres).

Pompes à chaleur

Grâce à des règlements améliorés en matière d'isolation thermique des bâtiments résidentiels et fonctionnels, les systèmes à pompes à chaleur sont devenus la technologie phare pour les nouveaux bâtiments. Le potentiel réalisable de l'utilisation de géothermie superficielle en combinaison avec des **pompes à chaleur** est estimé à environ 180 GWh/a. Les systèmes à pompes à chaleur sont très polyvalents. Ils permettent d'utiliser des énergies renouvelables et des technologies d'efficacité énergétique et s'avèrent être des systèmes de chauffage particulièrement efficaces dans les bâtiments bien isolés. Le gouvernement a l'intention de continuer à soutenir financièrement cette technologie (voir chapitre 3.1.1.iii) et d'améliorer sa politique d'information (p. ex., carte de restriction mise à jour par le Géoportail).

Géothermie peu profonde

Le potentiel de la **géothermie peu profonde** sera identifié de manière plus systématique et pris en compte de manière plus cohérente dans les zones de projet correspondantes. L'objectif est de réduire les

incertitudes et les risques existants et de promouvoir une utilisation plus vaste de la géothermie dans des zones stratégiques. Il s'agit ici surtout des régions autour de Dudelange et d'Esch-sur-Alzette.

Biomasse

Ces dernières années, la biomasse a principalement été promue dans le domaine des centrales de cogénération. Pour les grandes centrales (> 20MW), la nouvelle directive 2018/2001 prévoit des critères de durabilité pour l'utilisation de la biomasse. Le gouvernement luxembourgeois se base là-dessus pour mettre en place des critères de durabilité plus stricts à l'avenir. Ainsi, il prévoit donc d'étendre les critères de durabilité européens aux petites centrales pour l'utilisation de la biomasse dans les systèmes de production combinée de chaleur et d'électricité (cogénération). Par conséquent, les centrales dont la puissance nominale électrique est supérieure à 10 MW et qui utilisent la biomasse ou le bois de rebut comme source d'énergie devront se conformer à ces critères de durabilité afin de bénéficier du tarif d'injection/de la prime de marché. L'utilisation d'une technologie appropriée devrait, par ailleurs, permettre aux objectifs de la directive 2016/2284 concernant la réduction des émissions nationales de certains polluants atmosphériques de rester réalisables.

Le but est de produire de l'énergie à partir de biomasse provenant exclusivement de la Grande Région. D'une manière générale, une utilisation en cascade du bois sera davantage ancrée. Dans ce contexte, le gouvernement luxembourgeois envisage la création de son propre label de développement durable, qui pourrait être associé au label « Holz vun hei ». En outre, le projet de loi du « code forestier » prévoit également des critères de durabilité plus stricts pour la sylviculture nationale.

Biogaz

Le biogaz a toujours été une source d'énergie pionnière (électricité, chaleur, injection dans le réseau). Afin de mieux promouvoir le biogaz et de mieux tenir compte des aspects non négligeables en matière d'environnement et de protection de l'eau (méthane, émissions de NH₃, nitrates, phosphore), les **conditions-cadres** doivent faire l'objet d'une réforme. Cette réforme comportera également l'adaptation des aides d'État pour mieux exploiter les avantages non énergétiques du secteur. Dans l'optique de l'économie circulaire, le gouvernement privilégie très clairement le recyclage du lisier et du fumier, ainsi que des biodéchets et autres résidus. La stratégie du biogaz s'inscrit donc directement dans la stratégie de réduction des émissions de méthane. Actuellement, au Luxembourg, seuls un peu plus de 10 % du lisier a

priori disponible sont utilisés pour produire de l'énergie (13,6 % en 2018). L'utilisation de matières premières renouvelables est donc plutôt limitée. Le biogaz produit sera surtout injecté dans le réseau de gaz.

Par conséquent, une analyse technique et économique a été commanditée pour déterminer le potentiel du biogaz et la mise en œuvre de tous les facteurs ci-dessus. Étant donnée la rareté des terrains au Luxembourg, les objectifs pour 2030 en matière d'énergies renouvelables et les résultats de l'étude, les ministères compétents (Énergie, Environnement et Agriculture) travailleront en étroite collaboration pour déterminer le rôle futur de l'agriculture dans le domaine de la production d'énergie et, en particulier, les domaines du biogaz et du photovoltaïque.

Le rôle précurseur de l'État

Comme déjà mentionné au point 3.1.1, l'État luxembourgeois est en train d'élaborer une stratégie en vue de « bâtiments publics durables et à faible consommation d'énergie » pour les nouvelles constructions et la rénovation de bâtiments existants afin d'améliorer l'efficacité énergétique et accroître l'utilisation des énergies renouvelables dans les bâtiments publics. Celle-ci prévoit notamment l'introduction d'une obligation à **intégrer les systèmes photovoltaïques** sur les toits des bâtiments publics, tant pour les nouvelles constructions que pour les rénovations. Ceci se traduira également par une amélioration de l'**offre photovoltaïque** existante de l'*Administration des bâtiments publics*. L'objectif est d'équiper tous les bâtiments publics qui s'y prêtent de systèmes photovoltaïques d'ici 2025. En outre, les **écoles et infrastructures scolaires** veilleront, elles aussi, à une meilleure intégration des systèmes photovoltaïques et à une utilisation plus systématique de la chaleur renouvelable, produite notamment grâce à la géothermie peu profonde.

Une caserne « verte »

Il a déjà été décidé que l'infrastructure du Herrenberg fera l'objet de transformations importantes en vue d'un quartier « energy autonomous zero CO₂ ». Les maisons seront rénovées, des panneaux solaires seront installés sur de nombreux toits et le réseau de chauffage passera également aux énergies renouvelables. Une analyse sera également faite afin de déterminer quels véhicules de fonction de l'armée peuvent fonctionner à l'électricité/l'hydrogène. Une gestion intelligente de

l'énergie devrait alors permettre à la caserne de couvrir une grande partie de ses propres besoins en énergie.

Hydrogène

La production d'hydrogène, principalement utilisée dans le secteur de l'industrie, est aujourd'hui largement basée sur les combustibles fossiles, en particulier le gaz et le soi-disant reformage du gaz. Pour que l'hydrogène puisse jouer son rôle dans la décarbonation, l'«hydrogène vert» doit être produit par électrolyse à partir de sources d'énergies renouvelables telles que le photovoltaïque ou l'éolien. L'hydrogène peut être utilisé dans de nombreux domaines tels que l'industrie, le transport ou encore le stockage d'énergie.

La construction d'une station d'hydrogène est prévue. La certification et l'approvisionnement de l'«hydrogène vert» sont des conditions indispensables à la mise en service.

Les comités tels que le Forum pentalatéral de l'Énergie ou Hydrogen Europe sont également de cet avis. Le Luxembourg contribuera au déploiement d'un réseau européen de stations-service à hydrogène. Afin de pouvoir effectuer de longs trajets à l'intérieur de l'Europe, il est judicieux de prévoir celles-ci le long ou sur les autoroutes. Des études à ce sujet sont en cours.

L'hydrogène peut également jouer un rôle important dans la réduction des émissions de carbone dans le secteur industriel, notamment dans la sidérurgie. Des entreprises luxembourgeoises spécialisées dans la construction d'aciéries sont déjà actives dans ce domaine.

D'ici 2030, l'hydrogène peut jouer un rôle crucial dans l'approvisionnement énergétique et le couplage des secteurs électricité, chaleur et transport, en particulier si les pertes d'énergie lors de la fabrication et la conversion sont compensées par électrolyse et si l'efficacité des piles à combustible, développées pour les moyens de transport, est améliorée. Le Luxembourg souhaite collaborer avec d'autres États membres de l'UE dans ce domaine.

Instruments financiers innovants pour les énergies renouvelables

Plusieurs fonds d'investissement investissant dans les énergies renouvelables dans le monde entier ont déjà élu domicile dans la place financière qu'est le Luxembourg. Le gouvernement luxembourgeois envisage actuellement la création d'un « fonds de de-risking » pour les énergies renouvelables. En 2018,

en tant que première place financière au monde, le Luxembourg a élargi son cadre réglementaire sur l'émission de lettres de gage pour créer une forme d'instrument financier garanti à travers des projets « Énergies renouvelables ».

Au niveau européen également, le Luxembourg entend promouvoir un instrument de « de-risking » pour des « renewables power purchase agreements » (PPA, accords sur l'achat d'énergies renouvelables) à long terme, en collaboration avec la BEI. L'objectif est de permettre au secteur industriel et aux PME d'accéder à des contrats d'approvisionnement en électricité verte à meilleur prix. La place financière luxembourgeoise est devenue un pionnier en matière de finance durable au cours de la dernière législature. Le Luxembourg restera très actif dans ce domaine et soutiendra, par exemple, la « Luxembourg-EIB Climate Finance Platform » et l'« International Climate Finance Accelerator Luxembourg » (ICFA). Au niveau international, le Luxembourg participe au GCF (« Green Climate Fund ») de l'ONU et au « Network of Financial Centers for Sustainability ». Le Luxembourg assurera également la promotion des énergies renouvelables à travers la coopération au développement. Le Luxembourg est membre de l'Agence internationale pour les énergies renouvelables (IRENA, International Renewable Energy Agency) et a soumis une demande d'adhésion à l'« International Solar Alliance » (ISA).

Instrument d'accompagnement et mesures de financement pour les entreprises

Afin d'accroître l'investissement des entreprises dans les énergies renouvelables et les mesures d'efficacité énergétique, les incitations financières seront revues et développées. Les stratégies et mesures connexes en vue de la création d'un instrument d'accompagnement et la révision des incitations financières pour les entreprises en matière d'énergies renouvelables figurent au chapitre 3.1.1.i. Économie et 3.1.1.iii. Mesures de financement.

Régime d'aides PRIMe House

Les stratégies et mesures relatives au régime d'aides étatiques PRIMe House et les obligations qui en découlent en matière d'énergies renouvelables se trouvent au chapitre 3.1.1.iii.

3.1.2.ii. Éventuelles mesures spécifiques de coopération régionale et, en option, la production excédentaire d'énergie produite à partir de sources renouvelables, par rapport à la trajectoire indicative mentionnée au point 2.1.2, qui pourrait être transférée à d'autres États membres

Mécanismes de coopération (transferts statistiques, projets communs, etc.)

Le Luxembourg souhaite également contribuer au développement des énergies renouvelables à l'étranger. En vertu de la directive 2009/28/CE et du plan d'action national pour les énergies renouvelables (NREAP), le Luxembourg doit avoir recours à des mécanismes de coopération pour atteindre ses objectifs à l'horizon 2020. Par le passé, le Luxembourg s'est efforcé de trouver et de promouvoir les possibles actions de coopération avec différents pays. En 2017, le Luxembourg fut le premier État membre à signer deux accords de transfert statistique avec la Lituanie et avec l'Estonie. Les deux accords prévoient le transfert de quantités minimales obligatoires et les quantités maximales pouvant être transférées entre 2018 et 2020, témoignage clair d'une volonté de coopération européenne renforcée dans le domaine des énergies renouvelables.

Dans cette optique, le gouvernement luxembourgeois continuera de s'appuyer sur des mécanismes de coopération à l'avenir. La nouvelle directive 2018/2001/UE s'appuie, elle aussi, sur les mécanismes de coopération existants (transferts statistiques, projets communs entre États membres et des régimes d'aide communs) et prévoit également de nouveaux instruments de coopération tels que la plateforme de l'Union pour le développement des énergies renouvelables (Union renewable development platform, URDP) et le mécanisme de financement de l'Union en matière d'énergies renouvelables.

Les transferts statistiques continueront de jouer un certain rôle. La coopération se verra toutefois davantage développée et comprendra des projets concrets. Le cadre concret de celle-ci sont le Benelux et la « North Seas Energy Cooperation », mais aussi le Forum pentalatéral de l'Énergie (Allemagne, France, Benelux, Autriche, Suisse). Le Luxembourg a l'intention de participer à la plateforme de l'Union pour le développement des énergies renouvelables (Union renewable development platform, URDP). Le Luxembourg s'intéresse par ailleurs fortement à la création et au fonctionnement du mécanisme de financement de l'Union en matière d'énergies renouvelables (Union renewable energy financing mechanism), tel que décrit à l'article 33 du règlement européen 2018/1999/UE.

D'ici le 1er janvier 2021, la Commission européenne mettra en place ce mécanisme de financement pour contribuer aux projets les plus rentables dans le domaine des énergies renouvelables dans toute l'Union par le biais d'appels d'offres. Ce mécanisme de financement est destiné à soutenir les pays dans leur effort de déploiement des énergies renouvelables en vertu de l'objectif de l'UE. Il devrait également avoir le

potentiel d'améliorer les conditions d'investissement pour les énergies renouvelables dans l'ensemble de l'UE.

Le Luxembourg a déjà tenté par le passé de lancer un appel d'offres commun dans le domaine des énergies renouvelables avec un autre pays. La complexité du projet a entravé sa mise en œuvre. C'est pourquoi le Luxembourg soutient la mise en œuvre de cet instrument européen et participera activement aux premières étapes de cette mise en œuvre, qui ouvre la voie vers un appel d'offres européen.

3.1.2.iii. Mesures spécifiques pour un éventuel soutien financier, notamment le soutien de l'Union et le recours aux fonds de l'Union, la promotion de l'utilisation d'énergie produite à partir de sources renouvelables dans les secteurs de l'électricité, du chauffage et du refroidissement, et du transport

Les principaux régimes d'aides dans ce domaine sont déjà répertoriés au point 3.1.1.iii. Les régimes d'aides les plus importants sont les suivants :

- Le régime d'aides PRIMe House offre des aides à l'investissement pour l'utilisation d'énergies renouvelables (systèmes solaires photovoltaïques, systèmes solaires thermiques, systèmes à pompes à chaleur, systèmes à granulés de bois et chaudières à copeaux de bois). Le régime d'aides a été prolongé et réformé à plusieurs reprises depuis 2001. Le régime actuel s'applique jusque fin 2020.
- Le Fonds pour la protection de l'environnement permet de soutenir les projets communaux dans les domaines de l'action pour le climat, de l'efficacité énergétique et des énergies renouvelables, mais aussi des déchets et de la préservation de la nature.
- Le régime « Clever fueren » subventionne des voitures, des camionnettes, des motos et des vélos depuis le 1er janvier 2019 à travers des subventions directes.

3.1.2.iv. Mesures spécifiques visant à introduire un ou plusieurs points de contact, à raffermir les procédures administratives, à fournir des informations, à donner accès à des formations et à promouvoir la conclusion d'accords d'achat d'électricité

Les ministères et administrations concernés discutent actuellement encore de la façon dont ce guichet unique pourrait être mis en place.

3.1.2.v. Vérification de la nécessité de construire un nouveau système de chauffage/refroidissement urbain fondé sur les énergies renouvelables

Réseaux de chauffage à basse température

En vertu de l'article 14 de la directive 2012/27/UE relative à l'efficacité énergétique, une étude a été publiée en 2016 pour évaluer le potentiel de la cogénération à haut rendement. Cette étude a évalué le potentiel des réseaux de chaleur et de froid et il s'avère que le potentiel de cogénération se dégage essentiellement du secteur du bâtiment. Il est toutefois encore possible d'améliorer l'infrastructure actuelle. Le gouvernement luxembourgeois compte sur de nombreuses possibilités d'utilisation dans le domaine du chauffage et du refroidissement pour les **réseaux de chauffage à basse température**, notamment en raison de la norme énergétique élevée des bâtiments (depuis 2017 NZEB pour les bâtiments résidentiels). Dans la mesure où cela s'avère pertinent du point de vue économique, à l'avenir, ces réseaux à basse température seront principalement alimentés à partir de sources respectueuses de l'environnement (géothermie profonde, pompes à chaleur, chaleur résiduelle provenant du secteur industriel et des centres de données, systèmes solaires thermiques). Le sud du pays présenterait notamment un potentiel géothermique important. Par conséquent, une analyse est actuellement en cours sur les possibilités d'utilisation de la géothermie profonde dans les réseaux de chaleur en vue d'approvisionner les quartiers résidentiels, les complexes scolaires et sportifs. Dans ce contexte, myenergy, en collaboration avec le Service géologique du Luxembourg et un institut de recherche, lance un projet visant à améliorer la situation actuelle des données, à évaluer plus précisément le potentiel géothermique au Luxembourg et à accompagner les projets de construction prévus sur le plan scientifique.

Cadastre thermique

La création d'un **cadastre thermique** en ligne vise à accroître la transparence sur le marché du chauffage grâce à une évaluation et une présentation intégrées des données pertinentes dans ce contexte. Une attention particulière sera accordée à la représentation de la demande/l'offre en chaleur sur le territoire luxembourgeois, pouvant notamment être utilisée pour l'élaboration, voire le développement de stratégies thermiques au niveau régional et national. Cet outil sera également utilisé par les communes dans le cadre du pacte climat, par exemple lors de la planification énergétique ou de l'équilibrage général. Cet outil représentera également les réseaux de chaleur existants, et ceux-ci feront l'objet d'une évaluation des possibilités de récupération d'énergie (p. ex., séchage des boues d'épuration). Les sources d'énergie

utilisées pour la production de chaleur, ou leur part dans la fourniture de chaleur seront également représentées ultérieurement.

De plus, une analyse « hot spot » permettra d'identifier des zones de rénovation plus grandes ainsi que les possibles synergies sur le plan industriel. Des caractéristiques correspondantes vont permettre de mieux évaluer l'efficacité des projets potentiels, tant pour l'auteur du projet que pour les entreprises. Cela devrait accroître l'efficacité énergétique au niveau des entreprises et des PME, mais aussi des quartiers résidentiels. Ces analyses « hot spot » serviront également à évaluer l'utilisation de la chaleur résiduelle provenant de centres de données « verts » efficaces.

3.1.2.vi. Éventuelles mesures spécifiques pour la promotion de l'utilisation de l'énergie produite à partir de la biomasse, en particulier l'exploitation de nouvelles ressources de biomasse, en tenant compte des aspects suivants :

Les principaux aspects de ce domaine sont déjà répertoriés au point 3.2.1.iii. Les mesures spécifiques sont les suivantes :

- Développement des critères de durabilité pour les centrales dont la puissance nominale électrique est supérieure à 10 MW
- Biomasse exclusivement en provenance de la Grande Région (SAAR-LOR-LUX)
- Utilisation du bois selon le principe de l'utilisation en cascade
- Création d'un propre label de développement durable

3.1.3. Autres éléments de la dimension

3.1.3.i. Le cas échéant, politiques et mesures nationales affectant le secteur SEQE de l'UE et évaluation de la complémentarité et des incidences sur ce secteur

L'Accord volontaire avec le secteur industriel, décrit au point 3.2.i., a été conclu avec des entreprises participant au système d'échange de quotas d'émission de l'UE.

3.1.3.ii. Politiques et mesures visant à atteindre les autres objectifs nationaux, le cas échéant

Finance durable

Solidarité internationale et finances climatiques

En ce qui concerne le financement climatique, l'accord de Paris sur le climat appelle les pays développés à soutenir financièrement les pays en développement dans le but de minimiser les dommages et s'adapter au changement climatique.

Au cours des dernières décennies, le Luxembourg a fourni une aide financière et technique conséquente pour soutenir les activités de lutte contre le changement climatique dans les pays en développement, en privilégiant les pays les moins développés, les petits États insulaires et les pays partenaires de la coopération au développement luxembourgeoise.

Le Luxembourg continuera de soutenir les pays en développement dans la lutte contre le changement climatique. Par conséquent, de 2021 à 2025, un montant total de 200 millions d'euros, ainsi qu'une enveloppe annuelle au moins équivalente à la contribution de l'année 2020 (30 millions d'euros) seront mis à disposition dans ce but. Ce montant total comprend une contribution financière significative au Fonds vert pour le climat (« *Green Climate Fund* ») s'élevant actuellement à 10 millions d'euros par an, ainsi qu'une enveloppe annuelle de 5 millions d'euros pour des projets d'organisations non gouvernementales luxembourgeoises (ONG) en relation avec le climat.

Ces nouveaux moyens financiers sont connus sous le nom de Financement climatique international (FCI) et viennent s'ajouter l'aide publique au développement (APD). Ils sont mis à disposition par le Fonds pour le climat et l'énergie, sous l'autorité du ministre de l'Environnement. Le FCI et l'APD resteront cumulables.

Avant la Conférence de Paris sur le climat (COP21) en 2015, le gouvernement s'était engagé à soutenir les pays en développement dans la lutte contre le changement climatique avec une contribution de 120 millions d'euros de 2014 à 2020.

En 2017, une stratégie a été élaborée pour l'attribution du FCI luxembourgeois, reprenant aussi les critères d'éligibilité. Celle-ci prévoit une répartition provisoire de 40 % pour l'atténuation, 40 % pour l'adaptation et 20 % pour les forêts (REDD+).

Le Conseil de gouvernement a également approuvé l'introduction d'une approche gouvernementale globale dans les pays partenaires prioritaires de la coopération au développement afin d'assurer la cohérence et les synergies entre les mesures de développement et autres domaines, notamment la lutte contre le changement climatique et le développement des relations économiques, culturelles, politiques et sécuritaires. Étant donné que le Cap-Vert est le pays avec lequel nos relations sont les plus diversifiées et les plus développées, cette nouvelle approche s'appliquera au Cap-Vert dans un premier temps.

Sachant que les investissements publics seront à eux seuls insuffisants pour atteindre l'objectif des 100 milliards USD par an en 2020, il est essentiel que les investissements publics créent un effet de levier pour d'autres sources de financement provenant notamment du secteur privé.

Toutefois, des investissements dans de nouvelles formes de financement climatique seront loin d'être suffisants. Des milliards de dollars/d'euros d'investissements à forte intensité de carbone doivent être réinjectés dans des alternatives à faible émission de carbone afin de « rendre les flux financiers compatibles avec un profil d'évolution vers un développement à faible émission de gaz à effet de serre et résilient aux changements climatiques », tel que stipulé dans l'accord de Paris sur le climat.

Aujourd'hui, le Luxembourg agit comme une plateforme internationale importante pour le financement durable qui relie les investisseurs du monde entier. Dans l'accord de coalition, le gouvernement a fait de la finance durable une priorité pour le développement de la place financière. L'objectif est de faire du Luxembourg un centre d'excellence pour le financement durable et de promouvoir les nouveaux partenariats public-privé dans le domaine du financement durable.

Le principe à l'origine du succès luxembourgeois a toujours été la perpétuelle capacité d'évolution et d'innovation. S'appuyant sur l'infrastructure financière, la place financière luxembourgeoise

s'est réorientée et diversifiée. Elle s'est tournée vers les finances vertes et durables et endosse aujourd'hui un rôle de leader européen dans ce domaine.

Ces dernières années, le gouvernement a lancé plusieurs initiatives importantes dans le domaine du financement climatique, en collaboration avec des partenaires du secteur financier :

- La « *LU-EIB Climate Finance Platform* », une initiative commune avec la Banque européenne d'investissement (BEI), a été développée pour mobiliser les investissements dans des projets de lutte contre le changement climatique en y associant une garantie « first loss » (première perte). C'est la première fois que la BEI se lance dans un tel projet avec un État membre. Une telle initiative est cruciale pour réduire les risques (« *de-risking* ») des investissements climatiques et ainsi attirer des investisseurs privés, qui auraient hésité à investir en temps normal.
- L'« *International Climate Finance Accelerator* », une entité publique-privée, offre un soutien financier et opérationnel aux gestionnaires de fonds pour leur permettre de lancer de nouveaux fonds novateurs pour le climat.
- Le « *Forestry and Climate Change Fund* », un fonds d'impact révolutionnaire, vise à prouver qu'une gestion durable des forêts tropicales secondaires et dégradées génère une valeur économique, environnementale et sociale.

Grâce à son importante place financière, le Luxembourg est en mesure de créer un effet de levier et de jouer un rôle important dans le financement durable, malgré sa petite taille géographique. Le Luxembourg agit donc comme un catalyseur pour stimuler l'investissement durable, notamment en assurant le lien entre investisseurs et investissements durables.

Feuille de route de la finance durable

Le Luxembourg a déjà une longue expérience en matière de finance durable, allant de la microfinance aux obligations vertes. « LuxFLAG », une agence de labélisation des produits d'investissement durable, a par exemple été créée en 2006. Par ailleurs, la première obligation verte (BEI) au monde a été cotée à la Bourse de Luxembourg en 2017 et la « Luxembourg Green Exchange (LGX) » a été créée en 2016. Le LGX est la première plateforme au monde exclusivement dédiée aux instruments financiers verts. Actuellement, près de la moitié des obligations vertes cotées dans le monde sont cotées au Luxembourg.

Forts de leurs récents succès dans ce domaine, les ministres compétents ont présenté la feuille de route de la finance durable pour le Luxembourg, la « Luxembourg Sustainable Finance Roadmap (LSFR) », en collaboration avec la « Finance Initiative » du Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE). Celle-ci permettra de consolider davantage le rôle leader de la place financière dans le domaine de la finance durable. En effet, le Luxembourg se classe quatrième dans le classement du Global Green Finance Index.

Cette feuille de route doit servir à faire le point sur les initiatives existantes dans le domaine du financement durable au Luxembourg et à poser les bases d'une stratégie financière durable en vue de la réalisation de l'Agenda 2030 et des objectifs de l'accord de Paris sur le climat et pour consolider le rôle leader de la place financière luxembourgeoise dans le domaine de la finance durable.

Cette feuille de route prévoit d'ailleurs des contributions ambitieuses du Luxembourg au développement durable et aux initiatives climatiques européennes et internationales. Elle indiquera la voie à suivre en termes de futurs opportunités et défis.

Les recommandations formulées dans la feuille de route touchent à plusieurs domaines de la place financière, comme par exemple, le développement de produits financiers de la finance durable, l'élaboration de formations et de programmes d'éducation pour les besoins du secteur financier ou encore la promotion de l'innovation en vue de faciliter le financement d'un développement durable.

Dans ce contexte, le gouvernement soutiendra la création de conditions-cadres favorables visant à accroître davantage la part de marché des produits financiers durables, dans le but de consolider ainsi le rôle de leader de la place financière luxembourgeoise dernière dans le domaine de la finance durable.

Au cours des années à venir, les recommandations de la LSFR devront être complétées par des analyses plus poussées, afin de développer un plan de mesures concrètes et adaptées. Pour atteindre cet objectif, les ministres ont annoncé la mise en place d'une entité publique-privée, la « Luxembourg Sustainable Finance Initiative » (LSFI), regroupant les acteurs pertinents du domaine de la finance durable et co-présidée par les ministres compétents.

L'entité susmentionnée constituera l'enceinte idéale pour élaborer la stratégie nationale de la finance durable pour le Luxembourg, en se basant sur les éléments clés figurant dans la LSFR. Elle

servira en outre de plateforme de discussion concernant l'analyse de la faisabilité et de l'impact des mesures découlant des recommandations de la LSFR.

Égalité des chances et droits de l'Homme

Le Luxembourg s'engage à mettre en œuvre des mesures de lutte contre le changement climatique, qui contribuent à l'égalité des chances, à l'autonomie des femmes et des filles et au respect des droits de l'Homme.

Le Luxembourg reconnaît que le changement climatique a un impact sur le genre et que le renforcement de l'action et du leadership des femmes et des filles contribuera à améliorer l'efficacité de la lutte contre le changement climatique et le niveau d'ambition dans tous les domaines.

Le Programme national de développement durable est le principal instrument de mise en œuvre de l'Agenda 2030 au Luxembourg. Selon l'ODD 5 : « Parvenir à l'égalité des sexes et autonomiser toutes les femmes et les filles », le Luxembourg a fait des objectifs suivant une priorité : 5.1 « Mettre fin à toutes les formes de discrimination à l'égard des femmes », 5.2 « Éliminer toutes les formes de violence faite aux femmes » et 5.5 « Garantir la participation entière et effective des femmes et leur accès en toute égalité aux fonctions de direction à tous les niveaux de décision, dans la vie politique, économique et publique ».

Dans le domaine du financement climatique, le Luxembourg a présenté sa stratégie de financement international pour lutter contre le changement climatique en mai 2017. La stratégie luxembourgeoise repose sur un certain nombre de principes directeurs, notamment celui selon lequel le financement doit répondre à des exigences strictes en matière d'intégrité environnementale, de prestations sociales et d'égalité des sexes.

Au niveau international, les aspects des droits de l'Homme liés au changement climatique, tel que la protection des communautés locales et des peuples autochtones, sont également pris en compte. Le Luxembourg participe activement à la promotion et à la protection des droits de l'Homme en rapport avec le changement climatique de plusieurs façons :

- Création (mai 2015) d'un Comité interministériel des droits de l'Homme chargé d'améliorer la coordination nationale, ainsi que l'étroite coopération avec la société civile, qui fait partie intégrante des travaux du CIDH ;
- Soutien à la plateforme des communautés locales et des peuples autochtones (CCNUCC) ;

- Organisation de tables rondes et d'événements et promotion de l'élaboration de rapports relatifs aux droits de l'Homme dans le contexte du changement climatique en coopération avec le « Center for International Environmental Law » (CIEL) et le Bureau du Haut-Commissaire aux Droits de l'Homme (HCDH).

En outre, le Luxembourg s'est joint à toutes les déclarations et initiatives focalisées sur les droits de l'Homme et l'égalité des sexes en rapport avec le changement climatique au cours des dernières années :

- « Geneva Pledge for Human Rights in Climate Action », COP21
- « Declaration on Gender Equality and Climate Change », COP24
- « For all Coalition », UNEA4
- « Climate Actions that advance Gender equality and Women Empowerment », UNCAS 2019

3.1.3.iii. Politiques et mesures en faveur de la mobilité à faibles émissions de carbone (y compris l'électrification des transports)

Électromobilité

Comme l'explique le chapitre 3.1.1.i, l'**électromobilité** joue un rôle particulièrement important dans la décarbonisation du secteur des transports au Luxembourg. Ainsi, certaines adaptations réglementaires telles que l'intégration de gaines dans les nouvelles constructions pour l'installation ultérieure d'une infrastructure de recharge, le déploiement réglementé d'un réseau de bornes de charge publiques et l'introduction d'une aide financière pour l'achat d'un véhicule électrique serviront de base au gouvernement.

En vue d'un déploiement plus important de l'électromobilité, et afin d'atteindre l'objectif du présent scénario de 49 % de voitures électriques dans le parc automobile d'ici 2030 (cf. chapitre 2.2), le Luxembourg élaborera une feuille de route détaillée.

Dans le cadre de la promotion de l'électromobilité au Luxembourg, la dimension transfrontalière est particulièrement importante pour rendre attractif le passage vers la mobilité électrique de plus de 200 000 frontaliers et de ceux, qui vivent au Luxembourg et qui parcourent de nombreux kilomètres à l'étranger. Le

gouvernement prendra les initiatives appropriées par rapport au Forum pentalatéral (DE, FR, B, NL, LU, AU, CH) et à la Grande Région.

La **mobilité active** contribuera, elle aussi, de manière significative à une mobilité à faible émission. Les mesures précises relatives au MoDu 2.0 sont décrites au point 3.1.1.i.

Green batteries (batteries vertes)

Sur le plan européen, le gouvernement encourage proactivement l'élaboration d'une nouvelle législation sur les « batteries vertes ». Début 2020, la Commission européenne présentera une nouvelle directive européenne, qui permettra de recycler à 100 % le lithium et autres matériaux utilisés dans les batteries pour toutes les batteries de voitures, d'autobus ou autres. Les normes relatives aux procédés industriels nécessaires à la production de batteries seront également dotées de critères stricts. En outre, la Commission européenne travaille actuellement à un accord avec le Canada, le Japon et la Corée du Sud en vue d'une « initiative vers un développement minier durable » (sustainable mining Initiative) permettant de garantir que les matières premières utilisées dans l'UE proviennent de zones d'extraction, où les conditions sont acceptables en termes de santé et de sécurité.

Le budget de l'UE soutient également le développement d'une production européenne de batteries vertes. Les fonds de l'UE ont ainsi déjà permis de créer Northvolt, la première « grande usine de production de batteries vertes » dans le nord de la Suède, dont l'électricité provient de sources d'énergie 100% renouvelables et l'approvisionnement en minéraux répond à des normes environnementales élevées.

Biocarburants

Dans le cadre de la réduction des émissions de carbone des usagers de la route, une **stratégie globale pour l'utilisation de biocarburants durables** sera élaborée. Ici, l'ajout de biocarburants de première génération aux combustibles fossiles joue un rôle plutôt limité en raison de leur empreinte carbone moins positive. Le gouvernement luxembourgeois favorisera l'utilisation de biocarburants de deuxième génération par l'introduction d'une obligation de mélange et par la coopération avec les partenaires du Benelux. Le nouveau programme gouvernemental prévoit de limiter l'utilisation de biocarburants de première

génération à 5 % maximum, afin de promouvoir l'utilisation de biocarburants de deuxième génération considérés comme plus durables.

Normes de l'UE pour les voitures, les camionnettes et les camions

Outre les initiatives et programmes nationaux, la révision du cadre juridique européen existant qui fixe les limites d'émissions de carbone pour les voitures et les véhicules utilitaires légers (compromis final avec des réductions de 37,5 % d'ici 2030 par rapport à 31 % en 2021) et pour les camions (orientation générale avec une réduction de 30 % d'ici 2030 par rapport à 2020) devrait fortement contribuer à une mobilité à faibles émissions. Dans le cadre de cette révision, le Luxembourg tentera de faire interdire les voitures et camionnettes à carburants fossiles dans l'UE à partir de 2030.

3.1.3.iv. Éventuelles politiques et mesures, ainsi que calendriers prévus pour couper progressivement les subventions en matière d'énergie, en particulier les combustibles fossiles

Étude « Effets des subventions nocives pour l'environnement et des allègements fiscaux sur le développement durable » – Subventions nocives pour l'environnement au Luxembourg

Dans son programme de 2018, le gouvernement a exprimé son intention d'analyser les nombreuses subventions directes et indirectes et allègements fiscaux par rapport au développement durable et d'attendre les résultats de l'étude en cours pour les utiliser en vue d'une éventuelle adaptation.

Dans ses plans nationaux (p. ex. le Programme national de développement durable), le Luxembourg s'est fixé des normes et des objectifs favorisant une révision de la politique de subvention en place. Ces réformes des conditions-cadres sont indispensables à l'accomplissement des objectifs en matière de protection du climat, ainsi que d'autres objectifs environnementaux et sociaux.

L'étude se concentre essentiellement sur trois secteurs spécifiques (transports, énergie et agriculture) dont les activités économiques pouvant avoir des impacts néfastes sur l'environnement jouent un rôle particulier.

3.2. Dimension « efficacité énergétique »

Étant donnée l'économie extrêmement dynamique du Luxembourg, une priorité absolue est accordée à l'efficacité énergétique (mise en œuvre du principe de « *energy efficiency first* » ancré dans la législation de l'UE), indispensable à la réalisation des objectifs énergétiques et climatiques. Dans le domaine des nouveaux bâtiments, le Luxembourg a déjà une place de leader pour ce qui est de la mise en œuvre des exigences en matière d'efficacité énergétique des bâtiments résidentiels avec une consommation d'énergie quasi nulle. Ceci a d'ailleurs contribué au découplage de la croissance économique du niveau d'émission de carbone. Conformément au principe européen de l'« efficacité énergétique avant tout » (*energy efficiency first*), le Luxembourg entend consacrer une attention particulière à l'amélioration de l'efficacité énergétique dans le secteur immobilier. En augmentant le taux de rénovation des bâtiments et en utilisant toutes les technologies intelligentes disponibles, ce secteur peut contribuer de manière significative à une économie concurrentielle dont l'impact sur le climat est neutre. Étant donné que le secteur industriel est à l'origine de 50 % de la consommation d'électricité, cet aspect sera également au centre de la politique d'efficacité énergétique. L'efficacité de la mobilité (passage de moteurs à combustion interne vers des moteurs électriques beaucoup plus performants) doit, elle aussi, être augmentée. D'une manière générale, il faut tenir compte de l'impact social de ces mesures d'efficacité énergétique et veiller à intégrer socialement les nouvelles règles.

3.2.i. Mécanismes d'obligations en matière d'efficacité énergétique et politiques alternatives en vertu des articles 7a et 7b et de l'article 20, paragraphe 6 de la directive 2012/27/UE, à élaborés conformément à l'annexe II du présent règlement

Déploiement du mécanisme d'obligations en matière d'efficacité énergétique

Afin de transposer l'article 7 de la directive 2012/27/UE dans le droit national d'ici 2020, le Luxembourg a introduit un mécanisme national d'obligations en matière d'économie d'énergie en 2015. L'instrument vise à atteindre l'objectif d'économie d'énergie prévu à l'article 7, paragraphe 1, sous réserve de l'adoption ultérieure de mesures alternatives supplémentaires.

En août 2019, un guide a été publié pour faciliter l'intégration des mesures en matière de transport dans le cadre du programme « Lean and Green ». L'objectif du nouveau programme est de réaliser entre 1,2 et 1,5 % d'économies d'énergie au stade de l'utilisation finale de tous les secteurs.

Après un démarrage quelque peu difficile, certaines parties obligées ont finalement réussi à mieux allouer leurs ressources, et ont investi dans des structures et développé des concepts pour améliorer l'efficacité du mécanisme.

Par conséquent, le gouvernement luxembourgeois est déterminé à poursuivre et à optimiser le mécanisme d'obligations en matière d'efficacité énergétique pour la période 2021-2030 afin de se conformer à l'obligation de l'article 7 de la directive modifiée relative à l'efficacité énergétique.

De plus, les parties obligées se verront offrir de nouvelles opportunités d'investissement dans l'efficacité énergétique grâce à la création de nouveaux instruments dans le domaine de l'économie d'énergie pour l'industrie, les petites et moyennes entreprises et les grands immeubles de bureaux (instrument financier de *de-risking*, plateforme transparente pour les audits, rôle d'exemple des bâtiments publics). L'objectif pour la période 2021-2030 en matière d'économies d'énergie finale sera fixé à entre 1,2 et 1,5 % par an pour tous les secteurs. En outre, le développement du mécanisme d'obligations permettra de réorienter les sanctions en cas d'échec et rendra le non-respect de l'obligation d'économie d'énergie plus coûteux que les investissements nécessaires. Pour que le cadre soit prêt à temps pour le début de la nouvelle période (1/1/2021), les détails pour la période 2021-2030 seront fournis lors de la mise en œuvre rapide de la réglementation sur la performance énergétique ou de la révision en cours de la loi sur l'électricité.

Industrie

Les politiques et les mesures visant à créer un **instrument d'accompagnement pour les entreprises** et les futures **mesures d'amélioration de l'efficacité énergétique** et des conditions-cadres du secteur industriel à l'horizon 2030 sont expliquées au chapitre 3.1.1.

Accord volontaire

L'Accord volontaire entre le secteur industriel, représenté par la FEDIL, le gouvernement luxembourgeois et My Energy G.I.E a été mis en place en 1990 déjà et vise à améliorer l'efficacité énergétique dans l'industrie luxembourgeoise. L'accord actuel a été conclu pour la période 2017 - fin 2020 et compte la participation de 54 entreprises issues des secteurs industriel et tertiaire. À condition de remplir certaines exigences et d'atteindre l'objectif d'amélioration de 7 % d'un indicateur d'efficacité énergétique communautaire pour la période de 2014-2015 à 2020, dans le cadre de la directive 2003/96/CE du 27 octobre 2003 restructurant le cadre communautaire de taxation des produits énergétiques et de l'électricité, les entreprises adhérentes bénéficieront d'un allègement fiscal sur l'électricité et le gaz naturel. Cet accord volontaire sera poursuivi, approfondi et prolongé au-delà de 2020 afin d'attirer davantage d'entreprises, notamment dans le domaine des PME. Une meilleure communication et

coopération entre les entreprises adhérentes permettra d'identifier et d'exploiter les synergies potentielles dans le domaine de l'efficacité énergétique. L'évaluation approfondie de l'actuel Accord volontaire servira de base. Cet accord volontaire engendrera des objectifs d'efficacité énergétique encore plus ambitieux en incitant les entreprises à mettre en œuvre les mesures d'économies d'énergie identifiées, en leur apportant l'assistance nécessaire et en leur fournissant des moyens supplémentaires pour le financement et la réalisation de projets.

Plateforme de transparence des audits énergétiques

Pour investir dans l'efficacité énergétique, il est impératif de bien connaître toutes les possibilités d'économies d'énergie existant dans un processus industriel ou un bâtiment. Ce savoir-faire s'acquiert grâce à des audits. Étant donné que ces audits sont obligatoires pour toutes les entreprises grandes consommatrices d'énergies, ceux-ci seront désormais également appliqués aux procédés industriels moyens et aux immeubles de bureaux dans une forme plus simplifiée. En outre, une plateforme de transparence pour les résultats des audits énergétiques sera créée sur base du modèle français. Cela permettra d'améliorer les contacts entre les parties obligées, en vertu de l'ordonnance sur les économies d'énergie, et les bâtiments industriels, les PME et les immeubles de bureaux.

Nouvel instrument financier pour l'amélioration de l'efficacité énergétique dans l'industrie et les grands immeubles de bureaux

L'expérience des dernières années a montré qu'il existe un écart important entre les possibilités d'économies d'énergie révélées par les audits et celles créées par l'industrie et les propriétaires des grands immeubles de bureaux. De nombreux investissements potentiels, jugés utiles par les ingénieurs, sont bloqués à cause des objectifs financiers stricts des entreprises. Afin de combler cet écart, on envisage de rendre obligatoire la mise en œuvre des résultats des audits à travers l'Accord volontaire et de créer un instrument financier supplémentaire en étroite coopération avec la BEI (Banque européenne d'investissement).

De-risking

Bien que les aides financières décrites au point 3.1.1.iii. contribuent à améliorer la viabilité économique des projets climatiques et environnementaux, elles ne permettent pas de supprimer toutes les entraves à l'utilisation d'écotechnologies susceptibles d'accélérer la réalisation des objectifs nationaux en matière de climat et d'énergie. Dans ce contexte, le gouvernement luxembourgeois examine la création d'un instrument financier supplémentaire qui, par le biais d'une approche systémique, devrait permettre

d'aborder un certain nombre d'obstacles à la mise en œuvre de mesures d'efficacité énergétique au niveau national. Un **instrument de préfinancement et de gestion des risques (« de-risking »)** pour des projets en rapport avec la transition énergétique au niveau du secteur industriel et des PME sera élaboré, développé et promu. L'objectif est d'accroître les investissements dans les mesures d'efficacité énergétique grâce à une meilleure utilisation et à une analyse plus transparente des données relatives aux projets de construction et industriels existants. Le préfinancement se fera via un fonds d'État ou une garantie bancaire et couvrira une partie des risques d'investissements. Un fonds pour le climat « à risque » (privé/public), voire une partie du Fonds pour le climat et l'énergie, sera utilisé pour évaluer et atténuer les risques existants. En outre, une gestion commune des créances (*« securization of receivables »*) devrait permettre une meilleure répartition des risques et un instrument sera créé en vue d'évaluer les aspects légaux, financiers et écologiques (éventuellement sous forme de projet de recherche). Dans le cadre des projets de *de-risking*, il est également important d'instaurer un mécanisme entre les « preneurs de risques » et les « générateurs de risques » afin de promouvoir un processus standardisé et d'assurer la couverture.

Programme Lean & Green

Le programme **« Lean & Green »** continuera d'être mis en œuvre avec les acteurs du secteur du transport et de la logistique afin de réduire davantage les émissions de carbone de ce dernier. Le programme a été mis en place par Connekt, un réseau indépendant d'entreprises et d'autorités néerlandaises, dans le but d'encourager les entreprises à réduire leur empreinte écologique. Toute entreprise pouvant démontrer, sur base d'un plan d'action détaillé, qu'elle réduira ses émissions de CO₂ de 20 % sur cinq ans peut prétendre au label « Lean and Green ».

Étant donné qu'un certain nombre de mesures peuvent être prises en vertu du mécanisme national d'obligations en matière d'efficacité énergétique, ce label « Lean and Green » s'est vu davantage intégré dans ledit mécanisme en 2019.

Afin d'optimiser le secteur de la logistique, on soutiendra également l'intégration de camionnettes électriques et de vélos cargo dans les flottes de livraison.

3.2.ii. Stratégie de rénovation à long terme visant à soutenir la rénovation des bâtiments résidentiels et non résidentiels publics et privés du parc immobilier national, y compris les politiques et mesures visant à promouvoir des rénovations globales rentables, ainsi que les politiques et mesures ciblant les segments les moins performants du parc immobilier luxembourgeois conformément à l'article 2a de la directive 2010/31/UE

En vertu de la directive 2012/27/UE du 25 octobre 2012 relative à l'efficacité énergétique, modifiant les directives 2009/125/CE et 2010/30/UE et abrogeant les directives 2004/8/CE et 2006/32/CE, le gouvernement luxembourgeois a présenté la suite de la **stratégie nationale de rénovation énergétique des bâtiments** élaborée dans le cadre du troisième PNAEE. Les lignes directrices de la stratégie de rénovation sont les suivantes :

- Priorité aux rénovations intégrales et à haute efficacité énergétique
- Accessibilité financière des mesures de rénovation énergétique
- Amélioration de la coordination entre la politique énergétique et la protection du patrimoine
- Promotion de la construction durable et de l'économie circulaire

Ces lignes directrices seront constamment prises en compte lors de l'élaboration de projets, de la politique de sensibilisation et d'information, ainsi que des adaptations légales ou réglementaires dans le domaine de la rénovation des bâtiments.

À celles-ci viennent s'ajouter près de 35 mesures visant à réduire les obstacles juridiques et financiers et ayant notamment été examinées et mises en œuvre dans le cadre des travaux du Conseil national de la construction durable (CNCD). La priorité a été donnée aux mesures suivantes :

- Suppression des obstacles au niveau des gestionnaires de bâtiments
- Introduction d'un fonds de réserves de rénovation obligatoire pour les copropriétés
- Adaptation des quorums décisionnels pour l'implémentation de mesures de rénovation (introduction d'une majorité simple pour les décisions des copropriétés)
- Les communes joueront un rôle précurseur dans le domaine de la rénovation des bâtiments (pacte climat, aides financières, aides logistiques, concours, ...)
- Vérification de l'application du taux réduit de 3 % de TVA pour les bâtiments vieux de 10 ans (au lieu de 20 ans)
- Promouvoir la rénovation énergétique du parc immobilier en simplifiant les démarches administratives du « prêt climatique ».
- Programme de remplacement du pétrole dans les bâtiments anciens

Cette **stratégie de rénovation à long terme ambitieuse** permettra de revoir à la hausse le taux de rénovation (de 3% par an), ainsi que l'étendue de la rénovation (« deep renovation »), de manière à ce que d'ici 2050 toutes les maisons existantes atteignent l'objectif d'émissions nettes nulles. Outre les exigences posées par

la directive 2012/27/UE (EED) à une stratégie de rénovation à long terme, les aspects suivants seront ajoutés à la stratégie de rénovation des bâtiments existante :

- Suivi de la stratégie de rénovation existante
- Création d'un groupe de travail interministériel
- Ateliers avec les parties prenantes pour définir les trajectoires permettant d'atteindre les objectifs
- Mise à jour de l'analyse des potentiels ou évaluation de la situation initiale
- Une plus grande intégration sociale des mesures

Les mesures définies dans la stratégie de rénovation des bâtiments de 2016 seront développées et pourront être complétées par des nouvelles mesures. Comme pour la stratégie de rénovation des bâtiments existante, des ateliers ou une enquête exhaustive pour identifier de nouvelles mesures pourront être mis en œuvre. Les mesures suivantes ont notamment déjà été identifiées et sont en cours d'application :

- Un service de conseil amélioré et plus rapide grâce à des conseillers indépendants en énergie et à travers une nouvelle « appli » numérique disponible pour les artisans
- Conseils ciblés, mesures financières et réforme de la loi « Syndic » pour les immeubles d'appartements
- Rénovation systématique de quartiers ou de rues entières
- De plus, des projets pilotes analysent actuellement la possibilité de densification de l'habitat, sur le modèle de la ville de Vienne

Rénovation des bâtiments fonctionnels

Afin de promouvoir la rénovation des bâtiments dans le secteur non résidentiel, les **audits énergétiques obligatoires** pour les entreprises grandes consommatrices d'énergie du secteur commercial seront développés en tenant compte des spécificités et des simplifications possibles pour les PME. L'objectif est également d'obliger les PME à faire vérifier régulièrement leur consommation d'énergie afin de mieux pouvoir évaluer le potentiel de rénovation de leurs bâtiments.

Dans le but d'améliorer l'état énergétique et d'augmenter le taux de rénovation des bâtiments non résidentiels, on envisage également d'introduire une **obligation de rénovation**, basée sur le modèle néerlandais.

En novembre 2018, les Pays-Bas ont introduit une mesure fixant la norme énergétique des immeubles de bureaux à la classe énergétique C à partir de 2023. Les propriétaires de biens immobiliers existants sont donc tenus de rénover leurs bâtiments en vue de correspondre à la norme énergétique C d'ici 2023 ou de démontrer que les mesures nécessaires ont été prises dans ce sens.

Introduction d'un passeport énergétique « plus » pour le parc immobilier (logements et bâtiments fonctionnels)

Afin d'améliorer et de généraliser la base d'information relative au parc immobilier, un **passeport énergétique « plus »** destiné aux bâtiments résidentiels existants sera instauré et devrait permettre un meilleur aperçu du réel potentiel de rénovation. Ce passeport énergétique vise à fournir au propriétaire une estimation préalable transparente et individuelle du potentiel de rénovation et des économies d'énergie qui en découlent.

Il est également prévu d'introduire un tel passeport énergétique « plus » pour les bâtiments fonctionnels existants.

Densification (ultérieure)

La **densification du parc immobilier** au niveau des quartiers sera encouragée en simplifiant les conditions-cadres communales et en privilégiant les appartements. Des adaptations partielles ont déjà été réalisées dans le contexte du remaniement des plans d'aménagement existants. Celles-ci devraient cependant être étayées davantage, en particulier pour les communes ne les ayant pas encore mises en œuvre. Le remaniement des plans d'aménagement spécifiques pour les quartiers existants peut avoir un impact fiscal important en cas de densification. Afin de sensibiliser les citoyens aux processus participatifs, il est également prévu de fournir des plans et règlements modèles permettant de mieux informer les citoyens concernés sur les possibilités de densification.

En outre, plus de flexibilité sera donnée au cadastre et il fera l'objet d'une révision générale, de façon à permettre une définition plus claire des rapports fonciers au sein des bâtiments, en particulier pour les immeubles d'appartements et les maisons mitoyennes. Les fournisseurs de logements sociaux publics SNHBM et Fonds du Logement lanceront les premiers projets pilotes dans ce domaine.

Mesures de financement – le bonus environnement « paquet Climat »

Les principaux régimes d'aides ont déjà été détaillés au point 3.1.1.i. Dans le domaine de la rénovation des bâtiments, les régimes d'aides suivants sont pertinents :

- Le régime PRIMe House offre des aides à l'investissement pour la rénovation énergétique et durable des bâtiments résidentiels. Le régime d'aides a été prolongé et réformé à plusieurs reprises depuis 2001. Le régime actuel s'applique jusqu'en fin 2020.
- De plus, des prêts à faible taux d'intérêt visant à soutenir les ménages à faible revenu, ou même à taux zéro encourageront la rénovation énergétique et durable des bâtiments résidentiels. Les exigences techniques de ces prêts seront conformes aux critères de la PRIMe House. Les conditions ainsi que la procédure de demande seront revues et simplifiées, de manière à ce que plus de propriétaires puissent bénéficier d'un prêt climatique à l'avenir.

Taux super-réduit de 3% de TVA

Les conditions pour bénéficier du taux réduit de **3 % de TVA** pour les rénovations seront adaptées et coordonnées aux exigences du régime PRIMe House. Ainsi, des vérifications seront effectuées afin de déterminer si les propriétaires d'immeubles dont la construction date de 10 ans, et non de 20 ans, peuvent ou non bénéficier du taux réduit de TVA.

3.2.iii. Description des politiques et mesures visant à promouvoir les services énergétiques dans le secteur public et des mesures visant à éliminer les obstacles réglementaires et non réglementaires qui entravent la généralisation des contrats de performance énergétique et d'autres modèles de services en matière d'efficacité énergétique

Les ministères et administrations concernés discutent actuellement encore de la façon de supprimer ces obstacles.

3.2.iv. Les autres politiques, mesures et programmes planifiés pour atteindre l'objectif spécifique indicatif national en matière d'efficacité énergétique pour 2030, ainsi que les autres objectifs généraux mentionnés au point 2.2 (par exemple, les mesures promouvant le rôle exemplaire des bâtiments appartenant à des organismes publics et les marchés publics favorisant l'efficacité énergétique, les mesures promouvant les audits énergétiques et les systèmes de management de l'énergie, les mesures en faveur de l'information et de la formation des consommateurs, et les autres mesures en faveur de l'efficacité énergétique)

Nouvelles constructions

Outre la rénovation énergétique complète des bâtiments pour améliorer l'efficacité énergétique, des mesures sont également nécessaires dans le domaine des nouvelles constructions. Les mesures suivantes seront élaborées ou renforcées dans le cadre d'une amélioration de l'efficacité énergétique des nouvelles constructions :

Raffermir les normes de construction pour les bâtiments non résidentiels

Après l'introduction de la norme du bâtiment d'habitation à consommation d'énergie quasi nulle « Nearly zero energy building (nZEB) » en 2017, celle-ci s'appliquera également aux bâtiments non résidentiels à partir de 2020/2021. Ce standard sera davantage rehaussé d'ici 2030 et la norme d'émission quasi nulle « near zero » sera redéfinie en augmentant les exigences en matière d'efficacité énergétique pour les nouveaux bâtiments non résidentiels.

Introduction d'une classe énergétique A+ pour les bâtiments résidentiels

Comme mentionné dans la section ci-dessus, la norme de construction « nZEB » pour les nouveaux bâtiments résidentiels est en vigueur depuis 2017. Celle-ci se verra bientôt rehaussée (classe énergétique A+) de manière à couvrir 100 % des besoins en énergie par des énergies renouvelables.

Développement durable et santé dans le domaine de la construction

Outre un ancrage plus fort du développement durable, des aspects tels que la santé et le bien-être seront également intégrés lors de la construction de nouveaux bâtiments résidentiels et non résidentiels. Ceci sera mis en œuvre à travers l'intégration d'éléments dans le passeport énergétique national, le certificat de durabilité « LENOZ » et la création d'un nouveau label. Les matériaux de construction toxiques et nocifs seront interdits et une liste positive des matériaux de construction contenant des matériaux naturels et écologiques sera établie.

Économie circulaire

Le concept d'économie circulaire sera davantage promu dans le secteur de la construction afin d'améliorer la qualité des futurs bâtiments. Dans cette optique, des régimes d'aides financières

seront mis à disposition en vertu d'« exigences progressives ». Des stratégies et mesures concrètes en vue d'une économie circulaire dans le secteur de la construction sont décrites au chapitre 3.1.1.i.

Quartiers durables – éco-quartiers made in Luxembourg

Le Luxembourg veillera à ce que les nouveaux quartiers construits à l'avenir améliorent la qualité urbaine et la qualité de vie et soient sans carbone. Dans ce contexte, le ministère de l'Aménagement du territoire élabore actuellement une définition des quartiers durables, comprenant des critères uniformes et une méthodologie claire, ainsi que de nouveaux régimes d'aides. En outre, les communes effectueront des contrôles plus poussés et coordonnés des chantiers, afin de garantir le respect des normes de construction et d'énergie.

Centres de données verts

Dans un contexte de digitalisation toujours croissante, les centres de données sont indispensables. Ceux-ci devront cependant **consommer beaucoup moins d'énergie** à l'avenir et les exploitants devront désormais fournir davantage d'efforts en vue d'améliorer l'efficacité énergétique. Il conviendra alors de recourir aux meilleures solutions techniques telles que le refroidissement par immersion (*immersion cooling*) par exemple, et d'utiliser la chaleur résiduelle des centres de données pour le chauffage ou le refroidissement de bâtiments, ou même de quartiers entiers. Au niveau des infrastructures informatiques telles que les centres de données, il faudra également réduire la consommation d'énergie et privilégier les énergies renouvelables. Par conséquent, le gouvernement luxembourgeois soutient l'établissement de conditions-cadres européennes pertinentes relatives aux centres de données verts.

Le rôle précurseur de l'État

Comme déjà mentionné au point 3.1.1, l'État luxembourgeois est en train d'élaborer une stratégie en vue de « bâtiments publics durables et à faible consommation d'énergie » pour les nouvelles constructions et la rénovation de bâtiments existants afin d'améliorer l'efficacité énergétique et accroître l'utilisation des énergies renouvelables dans les bâtiments publics.

Dans le « Quatrième plan national d'action en matière d'efficacité énergétique Luxembourg (2017) », élaboré en vertu de la directive 2012/27/UE du Parlement européen et du Conseil du 25 octobre 2012 relative à l'efficacité énergétique, le Luxembourg a proposé des mesures d'efficacité énergétique pour les bâtiments publics qui seront partiellement reprises et développées pour l'année 2030. En effet, le gouvernement souhaite renforcer davantage son rôle d'État précurseur, ainsi que les efforts fournis au

cours des dernières années et mettre en œuvre une ambitieuse stratégie de rénovation. Afin d'effectuer une estimation des rénovations, le Luxembourg a dressé un inventaire des bâtiments publics concernés. L'article 5 paragraphe 7 de la réglementation sur la performance énergétique encourage également les organismes publics, qui ne font pas partie du gouvernement central (p. ex. les écoles), à jouer leur rôle d'exemple en matière d'efficacité énergétique de leurs bâtiments. Par conséquent, les fournisseurs de logements sociaux publics, à savoir la *Société Nationale des Habitations à Bon Marché (SNHBM)* et le *Fonds du Logement*, s'efforcent de rénover et d'améliorer progressivement l'efficacité énergétique du patrimoine locatif.

L'aéroport de la capitale sera également transformé en *Findel Green Airport*. Il s'agit surtout de mettre en œuvre des mesures d'économies d'énergie et d'utiliser les énergies renouvelables afin de faire du terminal existant un bâtiment basse consommation d'énergie. Autre aspect important du rôle précurseur de l'État : le remplacement d'ici 2025 des lampes dans les bâtiments publics et de l'éclairage public par des **LED** pour améliorer l'efficacité énergétique, ainsi que la contribution à la lutte contre la pollution lumineuse. L'introduction d'un **Programme Top Runner** permettra à l'État et aux communes d'encourager l'achat d'appareils à faible consommation d'énergie.

Entreprises

Les stratégies et mesures concrètes relatives aux mesures de financement dans le secteur des nouvelles constructions sont décrites au chapitre 3.1.1.i.

Pacte logement 2.0

Les stratégies et mesures en vertu du « Pacte logement 2.0 » sont décrites au chapitre 3.1.1.i.

3.2.v. Description des mesures visant à exploiter le potentiel d'efficacité énergétique des infrastructures gazières et électriques

Les gestionnaires de réseau d'électricité et de gaz naturel poursuivent continuellement leurs efforts en vue d'assurer la sécurité de l'approvisionnement. Ils appliquent des programmes comprenant des mesures de rénovation, d'expansion, d'entretien et de remplacement des infrastructures respectives. En plus d'assurer la sécurité de l'approvisionnement, ces mesures contribuent également à améliorer les réseaux de sorte

qu'ils soient constamment à la pointe des dernières technologies, augmentant ainsi l'efficacité énergétique.

Aucune autre mesure spécifique visant à exploiter le potentiel d'efficacité énergétique des infrastructures gazières et électriques n'est prévue à l'heure actuelle.

3.2.vi. Éventuelle coopération régionale dans ce domaine

Aucune mesure spécifique de coopération régionale visant à exploiter le potentiel d'efficacité énergétique des infrastructures gazières et électriques n'est prévue à l'heure actuelle.

3.2.vii. Mesures de financement, y compris le concours de l'UE et l'utilisation de fonds de l'UE, dans ce domaine au niveau national

Les stratégies et mesures relatives aux mesures de financement en matière d'efficacité énergétique sont décrites au chapitre 3.1.1.

3.3. Dimension « sécurité énergétique »

3.3.i. Politiques et mesures incluant celles visant à atteindre les objectifs fixés au point 2.3.

Afin d'analyser et d'assurer la sécurité d'approvisionnement dans les **secteurs de l'électricité et du gaz**, tous les deux ans, le gouvernement luxembourgeois présente des rapports à ce sujet. Ceux-ci dressent non seulement le bilan de l'offre et de la demande, mais ils examinent également dans quelle mesure les gestionnaires de réseau luxembourgeois font suffisamment d'investissements pour entretenir et étendre leurs réseaux. Les rapports les plus récents remontent à 2018 et montrent clairement que les infrastructures nationales d'électricité et de gaz sont en bon état et en grande partie à la fine pointe de la technologie. L'infrastructure gazière existante suffit à assurer l'approvisionnement actuel et prévisible et ne fait donc l'objet d'aucune autre mesure d'expansion, à l'exception d'éventuels travaux d'isolation dans les communes raccordées au réseau. Le secteur de l'électricité nécessite, en revanche, diverses mesures d'investissement (voir chapitre 3.4.1). Dans le contexte de la sécurité d'approvisionnement dans la Grande Région, la centrale hydraulique à pompage de Vianden jouera un rôle d'une grande importance.

En vertu de l'article 7 du règlement (UE) 2017/1938 du 25 octobre 2017 concernant des mesures visant à garantir la sécurité de l'approvisionnement en gaz naturel, le Luxembourg procède actuellement à des analyses des risques en termes de sécurité de l'approvisionnement en gaz. Des analyses récentes indiquent que, même si la sécurité d'approvisionnement du Luxembourg dépend fortement des pays limitrophes, étant donné que le pays ne possède ni ressources propres ni capacité de stockage, des mesures orientées vers la demande permettraient de parer à une panne de la plus grande infrastructure gazière. Ces mesures orientées vers la demande seront cependant limitées aux clients industriels, afin d'assurer l'approvisionnement des clients protégés. Cela dit, on ne peut pas exclure les répercussions économiques négatives en cas de panne à plus long terme d'un point de connexion au réseau.

L'installation de **compteurs intelligents (smart meter)** sur l'ensemble du territoire contribuera également à la sécurité de l'approvisionnement. Les relais tout-ou-rien des nouveaux compteurs électriques intelligents permettent aux gestionnaires de réseau de renoncer aux frais liés au maintien de la sécurité du système. La législation nationale prévoit un déploiement de compteurs intelligents de l'ordre de 95 % dans le secteur Électricité et de 90 % dans le secteur Gaz d'ici fin 2020. Des inventaires réguliers indiquent que la mise en œuvre se fait dans les délais prévus ; les témoignages actuels des opérateurs de réseaux de distribution corroborent ceci. Des discussions sont actuellement en cours sur la façon dont un cadre réglementaire détaillé pourrait venir compléter ces moyens techniques. Des concepts sont également en cours d'élaboration dans le but de rendre ces moyens techniques encore plus utilisables à l'aide d'une plateforme de données énergétiques.

Outre les aspects ci-dessus, il faut également noter que la **mise en œuvre du paquet européen « Énergies propres » (Clean Energy Package)**, en vertu de la loi modifiée du 1er août 2007 relative à l'organisation du marché de l'électricité, renforcera davantage la concurrence transfrontalière entre les fournisseurs et aura donc un impact positif sur la sécurité de l'approvisionnement.

En ce qui concerne le **secteur pétrolier**, les mesures visant à accroître l'efficacité énergétique et à réduire les émissions de carbone mentionnées au chapitre 3.1.3 contribueront à diminuer la consommation de combustibles fossiles et, par conséquent, à améliorer la sécurité de l'approvisionnement. Malgré les nombreuses initiatives prises et prévues en vue d'une future mobilité durable et sans carbone, il est toutefois important aujourd'hui de garantir un approvisionnement en combustibles fossiles sûr. Ceux-ci sont en effet encore nécessaires aujourd'hui et le seront encore à l'avenir, et leur approvisionnement doit être garanti soit par la diversification des sources d'origine ou des voies d'approvisionnement, soit par des

réerves suffisantes de produits pétroliers susceptibles de parer à d'éventuels problèmes d'approvisionnement.

Étant donné que le Luxembourg ne possède pas de raffineries sur le territoire national et qu'il n'importe donc pas de pétrole brut, mais uniquement des produits pétroliers, il est d'autant plus difficile de diversifier les pays d'origine. Ces importations de produits pétroliers proviennent en grande majorité de la Belgique, puis de l'Allemagne, de la France et des Pays-Bas. Dans l'intérêt de la sécurité d'approvisionnement, il est important de pouvoir continuer à diversifier les pays d'origine à l'avenir.

Par ailleurs, il est important pour la sécurité de l'approvisionnement de diversifier également les voies d'approvisionnement, surtout en raison de la situation particulière du Luxembourg. Étant donné que l'approvisionnement en carburant de l'aéroport de Luxembourg est directement assuré par un réseau d'oléoducs souterrain (CEPS), la diversification des voies d'approvisionnement concerne principalement les produits pétroliers tels que le diesel, l'essence et le mazout de chauffage. La majeure partie des importations se fait par la route, alors qu'environ un cinquième seulement se fait par transport ferroviaire. La part restante des importations se fait par transport fluvial intérieur sur la Moselle. Vu que le Luxembourg n'a pas vraiment d'influence sur les voies de transport, le pays doit disposer de réserves suffisantes de produits pétroliers sur le territoire national pour pouvoir compenser tout éventuel problème d'approvisionnement.

En tant que membre de l'Union européenne (UE) et de l'Agence internationale de l'énergie (AIE), le Luxembourg est tenu de disposer d'une réserve de pétrole correspondant à une moyenne de 90 jours d'importations de l'année précédente. Dans la pratique, le Luxembourg a toujours rempli ses obligations internationales en matière de réserve de pétrole au cours des dernières années. Les importateurs de produits pétroliers se sont d'ailleurs conformés, eux aussi, à l'obligation légale nationale de stockage de huit jours sur le territoire national, tandis que les autres quantités ont obligatoirement été stockées soit sur le territoire régional en dehors du Luxembourg (37 jours) ou au-delà dans l'UE.

Même si la réserve nationale reste accessible en cas de crise, on peut supposer que la petite taille du Luxembourg permettrait également d'acheminer les réserves stockées dans les pays limitrophes vers le Luxembourg en cas de crise locale. Par conséquent, l'acheminement rapide en cas de crise des réserves stockées à une plus grande distance du Luxembourg est susceptible d'entraîner des coûts logistiques plus élevés (capacité de transport, temps, ...). Si, à l'avenir, la consommation du secteur des transports devait

baissier de manière significative et permanente, la nécessité de construire de nouveaux réservoirs de carburant devra être revue.

Afin de réduire au maximum la dépendance au pétrole et de limiter l’empreinte carbone des transports, le Luxembourg poursuit un plan stratégique multidimensionnel. L’accent est mis principalement sur la réduction de la circulation et la promotion des transports publics. En outre, le Luxembourg encourage l’électromobilité et les carburants alternatifs issus des énergies renouvelables.

3.3.ii. Coopération régionale dans ce domaine

Du point de vue luxembourgeois, la coopération régionale au sein du **groupe de soutien sur la Sécurité d’approvisionnement du Forum pentalatéral de l’Énergie (PLEF)** constitue le moyen le plus sûr pour la détection précoce des problèmes en matière de sécurité d’approvisionnement dans le domaine de l’électricité. Le gouvernement luxembourgeois ainsi que l’opérateur luxembourgeois de réseaux de transport Creos soutiennent activement l’élaboration de l’évaluation d’adéquation du PLEF (*Adequacy Assessment*), dont la mise à jour la plus récente date de février 2018. La méthode de calcul de capacités d’échanges transfrontaliers fondée sur les flux, appliquée pour la première fois, donne notamment davantage d’importance au suivi. D’après ce suivi, basé sur une approche probabiliste, le Luxembourg ne présente actuellement aucun risque critique en matière de sécurité de l’approvisionnement. La méthodologie, les analyses et les rapports y afférents seront d’ailleurs développés davantage.

En outre, ce même groupe de soutien s’adonnera à des **exercices communs** en vue d’améliorer les procédures d’urgence et la coopération en cas de crise régionale. Dans ce contexte, on notera également la participation active et la coopération avec le **Regional Security Center TSCNet** dans la préparation et la coordination régionales d’activités liées à la sécurité d’approvisionnement (« Coordinated Security Analysis », « Outage Planning Coordination », « Short and Medium Term Adequacy forecasts » et « Consistency check of TSOs’ system defence and restoration plans »). En vertu de l’article 37 du règlement (UE) 2019/943 sur le marché intérieur de l’électricité, la coopération régionale dans le domaine de la sécurité de l’approvisionnement sera renforcée dans le cadre des Centres de coopération régionale (*Regional Cooperation Centers*). Ce volet comprend également toutes les activités définies dans le cadre du **règlement (UE) 2019/941 sur la préparation aux risques dans le secteur de l’électricité** et mises en œuvre en conséquence, notamment :

- Suivi de la sécurité d’approvisionnement en électricité dans l’Union par le groupe de coordination « Électricité »
- Définition d’une crise d’approvisionnement en électricité et élaboration d’une méthodologie commune pour l’évaluation des risques
- Approche régionale pour l’identification des scénarios de risque et l’élaboration de mesures de prévention, de préparation et d’atténuation
- Élaboration et mise à jour régulière des plans de préparation aux risques, y compris les mesures nationales, régionales et, le cas échéant, bilatérales
- Accord sur les mesures coordonnées et les réglementations techniques, juridiques et financières
- Accomplissement des exigences en matière de transparence

Au niveau européen, le gestionnaire de réseaux de transport luxembourgeois Creos est membre du REGRT-E et participe activement à la parution annuelle des **prévisions d’adéquation**. Celles-ci viennent s’ajouter aux rapports susmentionnés en vue de l’évaluation et la garantie de la sécurité de l’approvisionnement dans le secteur de l’électricité.

Pour le secteur Gaz, la coopération régionale se fait dans le **forum « Gaz » du Forum pentalatéral de l’Énergie**. Ce forum réunit les pays du Benelux, ainsi que l’Allemagne et la France. Dans le cadre du forum « Gaz », on comparera les analyses de risques nationales et régionales entre elles et on veillera à la cohérence entre les plans nationaux de prévention et d’urgence adoptés conformément au règlement (UE) 2017/1938 du 25 octobre 2017 relatif aux mesures visant à garantir la sécurité de l’approvisionnement en gaz naturel.

Le forum « Gaz » permettra d’établir une approche commune pour assurer la sécurité de l’approvisionnement en cas d’urgence et réduire le risque d’incidences néfastes de certaines mesures strictement nationales.

Dans le secteur Gaz, les États membres sont également tenus de conclure des **accords bilatéraux** sur les modalités leur permettant de faire preuve de solidarité en cas de demande des États membres voisins en vertu de l’article 13 du règlement 2017/1938/UE. Dans ce contexte, des discussions ont déjà eu lieu avec les pays limitrophes afin d’initier les étapes et les accords pertinents.

Dans le secteur pétrolier, les États membres coordonnent leurs efforts en matière d’approvisionnement et de stockage dans le « Oil Coordination Group », dont le Luxembourg fait également partie.

3.3.iii. Le cas échéant, éventuelles mesures de financement nationales dans ce domaine, y compris le soutien apporté par l'Union et l'utilisation des fonds de l'Union

Dans le secteur Électricité, des mesures d'expansion du réseau de transport sont notamment prévues dans les prochaines années, afin d'assurer la sécurité de l'approvisionnement énergétique au Luxembourg. Les projets sont financés à travers des redevances de réseau.

Étant donné que, dans le secteur pétrolier, les importateurs de produits pétroliers sont tenus de constituer des réserves nationales obligatoires prescrites par la loi, il leur incombe également le financement de celles-ci en vertu des conditions du marché.

3.4. Dimension « marché intérieur de l'énergie »

La mise en œuvre rapide de l'ensemble du paquet « Énergies propres » (Clean Energy Package) contribuera de manière significative au renforcement global du marché intérieur européen. Les points suivants traitent de différents éléments spécifiques pertinents, sans faire l'objet d'une récapitulation exhaustive.

3.4.1. Infrastructure électrique

3.4.1.i. Politiques et mesures visant à réaliser le niveau cible d'interconnexion énoncé au point d de l'article 4

Comme le Luxembourg dépend fortement des importations, le pays dispose déjà de capacités d'interconnexion électrique permettant d'assurer durablement la sécurité d'approvisionnement. Le niveau élevé d'interconnexion des charges, qui se situe bien au-dessus des objectifs à l'horizon 2030 de la décision du Conseil européen, en témoigne. Celui-ci est en effet indispensable pour le Luxembourg et n'est pas vraiment comparable aux niveaux d'interconnexion des autres pays de l'UE. Alors que le seuil à atteindre pour les États membres a récemment été augmenté de 10 à 15 %, le Luxembourg le dépasse déjà de loin avec un niveau d'interconnexion des charges de 270% (cf. aussi 4.5.1). En vertu des projets d'expansion du réseau à l'horizon 2030, le niveau d'interconnexion continuera d'augmenter. Le gestionnaire de réseau de transport Creos encouragera notamment activement la consolidation et l'extension des niveaux de haute et moyenne tension afin de permettre et de soutenir la transition des combustibles fossiles vers les énergies renouvelables. La production d'électricité toujours plus importante (en particulier, l'éolien et la photovoltaïque) du nord du pays devra notamment permettre de couvrir la forte consommation du centre et du sud du pays. Comme le Luxembourg dépend fortement des importations, on prévoit d'étendre également davantage les interconnexions existantes afin d'assurer la sécurité d'approvisionnement. Dans le cadre des plans de développement des réseaux luxembourgeois et allemands, la ligne existante de 220 kV vers l'Allemagne sera par exemple mise à niveau/renforcée.

Les projets d'expansion du réseau prévus sur les corridors existants seront réalisés selon les procédures existantes et visent à améliorer la situation globale des usagers. De vastes procédures de consultation permettront d'ailleurs d'assurer l'acceptation par la population, en impliquant celle-ci directement.

3.4.1.ii. Coopération régionale dans ce domaine

La mise en œuvre de projets transfrontaliers d'infrastructures électriques s'effectuera en étroite collaboration avec les pays limitrophes. Outre une coopération bilatérale, la coordination se fera également

au niveau régional (notamment dans le cadre du Forum pentalatéral) et au niveau européen (au sein des groupes de soutien respectifs du REGRT-E, notamment le plan décennal de développement du réseau (TYNDP)).

Tel que décrit plus en détail au chapitre 1.4, le Forum pentalatéral de l'énergie prévoit l'élaboration d'un plan commun de développement du marché intérieur de l'énergie grâce à des activités coordonnées dans les domaines suivants :

- Intégration du marché
 - Couplage des marchés de l'électricité
 - Mise en œuvre du *Clean Energy Package*
 - Redispatch
- Flexibilité
 - Gestion de la demande
 - Couplage sectoriel et conversion de l'électricité en un autre vecteur énergétique
 - Rôle de l'hydrogène
 - Rôle des technologies de stockage
 - Électromobilité

3.4.1.iii. Le cas échéant, éventuelles mesures de financement nationales dans ce domaine, y compris le soutien apporté par l'Union et l'utilisation des fonds de l'Union

L'infrastructure électrique est financée à l'aide des redevances de réseau correspondantes, déterminées et surveillées par l'*Institut Luxembourgeois de Regulation* (ILR). Au niveau européen, divers fonds sont disponibles dans le cadre de *Projects of Common Interest* (projets d'intérêt commun, PCI). Aucun projet lié à cette mesure de financement n'est actuellement prévu pour le Luxembourg.

Le Forum pentalatéral de l'Énergie échangera des points de vue sur les approches régionales possibles en vue d'accroître l'efficacité énergétique et le développement des énergies renouvelables. Il serait par exemple possible de chercher des approches communes visant à réduire les risques de financement, en collaboration avec des institutions financières telles que la Banque européenne d'investissement.

3.4.2. Infrastructure de transport de l'énergie

3.4.2.i. Politiques et mesures visant à atteindre les objectifs en matière de grandes infrastructures énoncés au point 2.4.2, y compris, le cas échéant, les mesures spécifiques pour permettre l'exécution des projets d'intérêt commun (PIC) et des autres grands projets d'infrastructures

Le démantèlement de l'ancienne centrale turbine gaz-vapeur (TGV) TwinErg a considérablement fait baisser la demande de gaz en période de pointe. L'infrastructure gazière existante est donc en mesure de couvrir les besoins d'approvisionnement actuels et prévisibles, même si une expansion ultérieure des installations de biogaz (cf. chapitre 4.4.2) est prévue. Par conséquent, aucune autre mesure d'expansion de l'infrastructure gazière n'est prévue. La capacité d'importation sera améliorée grâce à d'autres mesures, telles que la coopération transnationale.

3.4.2.ii. Coopération régionale dans ce domaine

Bien qu'aucune autre mesure de développement ne soit prévue, une étroite collaboration est en cours avec les pays voisins en vue d'une utilisation optimale de l'infrastructure gazière existante, notamment en cas de crise. Cette coordination se fait à la fois de manière bilatérale, régionale (surtout au sein de la Plateforme Gaz du Forum pentalatéral de l'énergie) et européenne (REGRT-E).

3.4.2.iii. Le cas échéant, éventuelles mesures de financement nationales dans ce domaine, y compris le soutien apporté par l'Union et l'utilisation des fonds de l'Union

L'infrastructure gazière est financée à l'aide des redevances de réseau correspondantes, déterminées et surveillées par l'*Institut Luxembourgeois de Regulation* (ILR). L'utilisation de fonds européens n'est pas prévue actuellement.

3.4.3. Intégration du marché

La mise en œuvre rapide de l'ensemble du paquet « Énergies propres » (Clean Energy Package) contribuera de manière significative au renforcement global de l'intégration du marché. Les points suivants traitent de différents éléments spécifiques pertinents, sans faire l'objet d'une récapitulation exhaustive.

3.4.3.i. Politiques et mesures visant à atteindre les objectifs fixés au point 2.4.3.

L'introduction du marché commun du gaz « BeLux » avec la Belgique en 2015 constitue l'une des mesures clés en vue de l'amélioration de l'intégration du marché gazier luxembourgeois. Ce marché commun du gaz

permettra aux fournisseurs luxembourgeois d'accéder plus facilement à la plateforme de négoce des terminaux de gaz naturel liquéfié de Zeebrugge, ainsi qu'aux infrastructures de stockage de gaz. Cela favorise la concurrence sur l'ensemble du marché commun et garantit un approvisionnement plus sûr à moindre coût aux consommateurs de gaz.

Dans le secteur de l'électricité, l'intégration du marché luxembourgeois a déjà été considérablement améliorée sur le plan technique grâce à l'installation d'un transformateur-déphaseur à Schiffange et, par conséquent, l'intégration technique du réseau interconnecté luxembourgeois dans le réseau de transport européen avec des connexions permanentes vers l'Allemagne et la Belgique. La commercialisation de cette interconnexion n'est pas prévue actuellement. Le sujet fera cependant l'objet d'un suivi dans le cadre des développements en matière de gestion de la congestion (notamment dans le contexte de la région pour le calcul de la capacité « Core », voir ci-dessous).

Au sein du Forum pentalatéral de l'énergie, le groupe de soutien « Intégration des marchés » développera davantage l'intégration accrue des marchés de l'électricité dans la région. En effet, ce forum est un pionnier européen qui exploite pleinement le potentiel de capacité de transport en basant ses méthodes d'allocation de capacité sur les flux de charge. Cela permettra d'améliorer davantage la liquidité du marché et d'assurer une gestion efficace de la congestion et, de manière plus générale, garantir un marché efficace à l'échelle régionale. Des opportunités de participation transfrontalière aux marchés de capacités en France et en Belgique font également l'objet de discussions.

Dans le cadre de la zone de marché commune avec l'Allemagne, le Luxembourg soutient activement la fusion des marchés de l'électricité. Le développement ultérieur de la méthode de calcul de capacité et de la gestion de la congestion au sein de la région « Core » constitue une priorité absolue pour le marché à un jour. Pour le marché intrajournalier, on notera à la fois la participation active à la plateforme intégrée XBID et l'harmonisation des conditions pour les utilisateurs du réseau luxembourgeois par rapport aux conditions-cadres allemandes (notamment *Gate Closure Times*). Il en va de même pour les marchés d'équilibrage, pour lesquels l'opérateur de réseaux de transport Creos procède actuellement à une étude sur la façon d'ouvrir l'accès aux marchés d'équilibrage allemands et européens aux usagers du réseau luxembourgeois. Un défi particulier, car, même si le réseau de transport de Creos constitue une « zone de planification » (Scheduling Area) propre, le réglage fréquence-puissance (Load-frequency control) pour l'ensemble de la zone commune est pris en charge par l'entreprise allemande Amprion. L'accès des usagers du réseau luxembourgeois au marché d'équilibrage allemand et européen va permettre de dynamiser la production d'électricité décentralisée au Luxembourg et de créer de nouvelles opportunités de

commercialisation pour les ménages, les entreprises, ainsi que l'industrie dans le domaine de la gestion de la demande. Par conséquent, le Luxembourg participe également activement aux plateformes européennes d'échanges d'énergie correspondantes (MARI, PICASSO). Dans ce contexte, il convient également de mentionner la centrale hydraulique de pompage de Vianden, qui est directement connectée au réseau de transport allemand et contribue de manière significative à la stabilité du système et à la sécurité de l'approvisionnement dans la Grande Région (cf. chapitre 4.4.1.).

En raison de la situation particulière entre les gestionnaires de réseaux de transport Creos et Amprion, une étude tente actuellement d'établir dans quelle mesure, en situation de crise, la coopération sur les marchés de gros communs devrait être réglementée par des contrats, par exemple, entre gestionnaires de réseaux, ou des accords intergouvernementaux en vertu du règlement (UE) 2019/941 sur la préparation aux risques dans le secteur de l'électricité.

3.4.3.ii. Mesures visant à améliorer la flexibilité du système énergétique en matière d'énergie produite à partir de sources renouvelables, p. ex. les réseaux intelligents, l'agrégation, la gestion de la demande d'énergie, le stockage, la production décentralisée, les mécanismes de gestion des ressources, le redéploiement (*redispatch*), la limite de puissance injectée des centrales de production et les signaux de prix en temps réel, y compris l'introduction du couplage de marchés intrajournaliers et de marchés d'équilibrage transnationaux

Afin de permettre une participation active des consommateurs d'électricité sur le marché, le Luxembourg a obligé légalement les gestionnaires de réseaux à remplacer au moins 95 % de tous les compteurs électriques par des compteurs intelligents (*smart meter*) d'ici fin 2020. Ceci permet également de créer les conditions techniques nécessaires à l'introduction de tarifs variables dans le temps.

De plus, les compteurs intelligents fournissent une base technique qui améliore la transparence, la qualité du service et l'efficacité et offre des possibilités de services énergétiques innovants. Ceci comprend par exemple un accès transparent aux données de consommation propres, des processus de communication commerciale améliorés, la dynamisation de la flexibilité des consommateurs ou encore une exploitation plus efficace du réseau. Afin de tirer pleinement parti de ces possibilités, il est toutefois nécessaire de développer davantage l'infrastructure de données. Par conséquent, une récente proposition de loi prévoit le développement d'une plateforme de données énergétiques permettant notamment aux utilisateurs autorisés (à savoir, l'utilisateur final lui-même) d'accéder à des données pertinentes sur leur consommation d'électricité en tenant compte de tous les aspects de protection des données qui constituent une priorité

absolue. La phase de conception devrait se terminer d'ici fin 2020. La phase d'implémentation suivra en fonction du rapport coûts-avantages des options proposées.

La détermination des redevances de réseau est étroitement liée à la question des flexibilités supplémentaires et de la répartition équitable des coûts dans le secteur de l'électricité. Celle-ci fait actuellement l'objet d'une étude menée par l'Institut Luxembourgeois de Régulation (ILR). Dans ce contexte, les réglementations existantes seront également examinées afin de déterminer si elles représentent ou non un obstacle à la participation active des consommateurs sur le marché et si l'autoapprovisionnement moyennant une participation équitable aux coûts de réseau est envisageable pour tous les consommateurs.

L'ILR publie des rapports annuels sur le marché de l'électricité et du gaz. Ces rapports analysent notamment la situation concurrentielle des marchés en se basant sur le nombre de fournisseurs opérant au Luxembourg et les taux de changement de fournisseurs chez les clients dans différents segments. De plus, l'ILR rédige un rapport annuel sur la conformité des prix de l'approvisionnement en électricité et en gaz par rapport aux obligations de service public.

La mise en œuvre du paquet « Énergies propres » (Clean Energy Package) en vertu de la loi modifiée du 1er août 2007 relative à l'organisation du marché de l'électricité permettra d'augmenter la flexibilité électrique des consommateurs. L'amendement à cette loi, initié en 2018 et 2019 avec quelques adaptations, permet de réglementer et de promouvoir l'autoconsommation basée sur les énergies renouvelables. Selon le volume de consommation, l'électricité produite à partir d'énergies renouvelables, consommée de manière individuelle ou collective, sera exonérée de la taxe sur l'électricité et ne devra pas passer par le réseau. Les redevances pour le raccordement sont prélevées en fonction de la part effective représentée par celles-ci et de manière non discriminatoire. Ces mesures sont indispensables pour soulager les réseaux électriques et les exploiter de manière plus intelligente et plus sûre.

3.4.3.iii. Mesures visant à assurer l'accès et l'appel prioritaires à l'électricité produite à partir de sources d'énergies renouvelables ou de cogénération à haut rendement

Les énergies renouvelables bénéficient d'une priorité d'injection grâce à la loi modifiée du 1er août 2007 relative à l'organisation du marché de l'électricité. Celle-ci oblige également les gestionnaires de réseau à minimiser les mesures de sécurité d'approvisionnement qui limitent l'injection d'électricité produite à partir de sources d'énergies renouvelables dans le réseau.

L'objectif est d'accroître l'intégration du marché des énergies renouvelables. Le régime d'aides pour les plus grands systèmes a donc été adapté pour se baser sur un modèle de prime de marché, qui encourage une optimisation plus systémique de l'utilisation sur base de signaux de prix efficaces.

3.4.3.iv. Politiques et mesures visant à protéger les consommateurs, notamment les consommateurs vulnérables et ceux qui se trouvent en situation de précarité énergétique, et à améliorer la compétitivité et le potentiel de concurrence du marché de la vente au détail d'énergie

Afin de donner aux consommateurs une meilleure vue d'ensemble des prix de l'électricité et du gaz et de leur permettre d'évaluer les possibilités d'économies en changeant de fournisseur, l'ILR a créé le portail de comparaison www.calculix.lu. Dans son rapport, l'ILR formule également des recommandations sur la manière d'améliorer la situation concurrentielle des marchés de l'électricité et du gaz à l'aide de mesures de transparence par exemple.

3.4.3.v. Description des mesures prises pour permettre et développer la gestion active de la demande, y compris celles ayant trait aux tarifs propices à une tarification dynamique

Les mesures correspondantes ont déjà été décrites au chapitre 3.4.3.ii. et ne sont donc pas reprises ici.

3.4.4. Précarité énergétique

3.4.4.i. Politiques et des mesures visant à atteindre les objectifs fixés au point 2.4.4. (le cas échéant)

Le changement climatique et les effets des énergies fossiles sur la santé touchent particulièrement les couches de population à faible revenu. L'action pour le climat contribue donc aussi de manière concrète à plus de justice sociale. Il faut cependant aussi intégrer les mesures de lutte contre le changement climatique sur le plan social afin de prévenir la précarité énergétique.

Le Luxembourg mène une politique de grande envergure pour lutter contre la pauvreté générale (salaire minimum, REVIS, ...). Le pays dispose d'ailleurs d'un certain nombre de mesures visant à fournir une aide ciblée aux personnes touchées par la précarité énergétique. En vertu des lois du 1er août 2007 relatives à l'organisation du marché de l'électricité et à l'organisation du marché du gaz naturel, un client résidentiel se trouvant dans l'incapacité de payer ses factures d'électricité ou de gaz peut obtenir une aide sociale auprès de l'office social compétent.

La loi du 18 décembre 2009 organisant l'aide sociale prévoit, pour sa part, que, lors de l'application des procédures prévues par les lois susmentionnées sur l'organisation du marché de l'électricité et du gaz naturel, l'office social compétent doit procéder à un examen pour déterminer, si le client résidentiel est, oui ou non, en mesure de payer ses factures d'énergie et s'il a droit à une aide sociale.

Une attention particulière doit être accordée à la lutte contre la pauvreté énergétique dans le secteur du logement : la hausse des prix du logement au Luxembourg représente aujourd'hui un défi social majeur. Les couches de population à faible revenu ont souvent juste les moyens de louer des logements mal entretenus à faible performance énergétique dans des bâtiments anciens. Par conséquent, le gouvernement encourage tout spécialement la création de logements abordables. Dans le secteur du logement, les mesures d'efficacité énergétique seront conçues de manière à améliorer le bilan énergétique national et les conditions de vie des couches de population à faible revenu.

Des programmes ciblés seront également mis en place afin de contrer la hausse des prix du carbone en créant d'importantes incitations financières qui permettront aux propriétaires de passer des combustibles fossiles aux énergies renouvelables. Ce passage aux énergies renouvelable devra également devenir abordable pour les personnes à faible revenu. Une « prime de remplacement d'une chaudière alimentée en mazout » permettra notamment de simplifier la transition sur le plan technique et financier.

Dans le cadre de la stratégie nationale de rénovation à long terme, qui sera élaborée l'an prochain, le gouvernement développera également des régimes d'aides innovants, en collaboration avec tous les acteurs concernés. Ceux-ci inciteront à la rénovation d'anciens bâtiments d'habitation, d'une part, et fourniront des logements aux couches de population à faible revenu, d'autre part.

Il convient également de souligner que l'Allocation de vie chère déjà existante permet aussi de lutter contre la précarité énergétique. De plus, les ménages à faible revenu peuvent bénéficier de l'aide au logement de l'État en cas d'augmentation du loyer. Notons aussi que la législation actuelle interdit la déconnexion du réseau des ménages dans l'incapacité de payer leurs factures d'électricité ou de gaz.

Les efforts d'investissement fournis pour le développement des infrastructures et l'introduction de la gratuité des transports publics à partir de 2020 relèvent non seulement de la politique des transports, mais aussi clairement du social.

3.5 Dimension « recherche, innovation et compétitivité »

3.5.i. Politiques et mesures incluant celles visant à atteindre les objectifs fixés au point 2.5.

En 2015, la Chambre de commerce de Luxembourg, IMS Luxembourg et le ministère de l'Économie ont chargé le sociologue, économiste et publiciste Jeremy Rifkin de réaliser une étude sur le développement d'une nouvelle vision de l'économie luxembourgeoise, en tenant compte de ses réflexions sur la « Troisième Révolution Industrielle (*Third Industrial Revolution (TIR)*) ». L'étude a été réalisée dans le cadre d'un processus collectif s'inscrivant dans le concept d'« innovation sociétale/sociale ouverte (*Open Societal Innovation*) ». Cette approche vise à identifier des solutions aux défis qui se posent à l'État et à la société, en essayant d'exploiter au maximum l'intelligence collective des acteurs impliqués.

Par conséquent, le processus TIR a été conçu comme un processus ouvert, inclusif, fondé sur l'intelligence collective, dont l'objectif est de comprendre ensemble un monde devenu de plus en plus complexe, d'identifier les mégatendances, d'en tirer des conclusions et d'intégrer celles-ci dans les institutions démocratiques de manière appropriée. Finalement, le processus TIR est également censé écarter la traditionnelle pensée unique (esprit de silo), très répandue dans les secteurs privé et public.

L'étude stratégique de troisième révolution industrielle, portant sur les secteurs *Énergie, Mobilité, Bâtiments, Alimentation, Industrie, Finance*, « *Smart economy* », *Économie circulaire* et *Prosommateurs et Modèle social*, a été organisée en plateformes thématiques couvrant lesdits secteurs et auxquelles ont contribué plus de 300 participants issus de l'économie, de la politique et de la société civile.

Le Conseil de gouvernement a décidé d'utiliser les conclusions de cette étude pour en faire l'orientation générale de sa future politique nationale. Dans le domaine de l'énergie et du climat, il a donc axé ses efforts sur la création de l'internet national de l'énergie, la promotion de l'électromobilité, ainsi que l'introduction du concept de « mobilité en tant que service » (« *Mobility as a service - MaaS* »), la réalisation d'un projet-phare pour démontrer l'apport socio-économique des quartiers/villes smart, durables, verts et circulaires.

Par conséquent, une plus grande priorité pourra être accordée à la politique de recherche et d'innovation en matière d'énergie grâce aux projets prioritaires susmentionnés et aux approches proposées par l'étude stratégique de troisième révolution industrielle (TIR), fondées sur le développement massif des énergies renouvelables et leur intégration dans le réseau énergétique, le développement du stockage d'énergie

décentralisé, la digitalisation des réseaux énergétiques, l'utilisation de moyens de transport plus durables et l'efficacité énergétique du parc immobilier.

Il faut toutefois noter qu'en tant que petit pays, la contribution du Luxembourg à la transition énergétique globale est proportionnellement faible. Cela dit, comme il s'agit d'un petit pays, le Luxembourg pourrait potentiellement devenir un précurseur dans la dynamisation de l'évolution de certaines technologies et innovations clés de la transition énergétique au niveau national et leur impact sur le bilan énergétique d'un pays. De cette façon, le Luxembourg pourrait devenir un pionnier en matière de technologies clés et d'innovations de la transition énergétique et acquérir ainsi une valeur de transfert très précieuse au niveau international, proportionnellement plus élevée que sa contribution directe au bilan énergétique. Ainsi, dans l'optique des développements susmentionnés, le Luxembourg se concentrera sur quelques domaines clés de la recherche et de l'innovation, sélectionnés selon les critères suivants : (1) ils s'appuient sur des compétences existantes qui se sont développées dans la recherche luxembourgeoise durant ces dernières années ; (2) ils s'appuient sur des infrastructures existantes que le Luxembourg a construites durant ces dernières années et déjà dimensionnées au niveau national et (3) ils favorisent les compétences de recherche et les infrastructures formant la base d'un véritable atelier pour les technologies clés et les innovations de la transition énergétique. (4) Outre ces innovations plutôt techniques, la recherche se porte également sur des processus d'aménagement du territoire et sociopolitiques d'une transformation respectueuse du climat.

En matière de compétences de recherche existantes, le Luxembourg peut s'appuyer sur un paysage de recherche très dynamique et visible sur le plan international dans le domaine de l'informatique, qui a vu se développer des concepts liés à l'énergie, tels que le « réseau intelligent » (*smart grid*), la « mobilité intelligente » (*smart mobility*), les « bâtiments intelligents » (*smart buildings*) ou encore « l'internet des objets » (*internet of things*). Afin de compléter ces recherches, le Luxembourg a également investi davantage dans les domaines de la « science des données » et de la « modélisation des données » (*data science and data modeling*) et a récemment acquis une infrastructure HPC visible au niveau international et nécessaire à la prise en charge de projets de traitement et de modélisation des données encore plus importants. Des organismes de recherche correspondants et performants sont également disponibles pour souligner les aspects sociaux de la transition énergétique.

En ce qui concerne les infrastructures nationales liées à l'énergie, le gouvernement luxembourgeois a lancé un certain nombre d'initiatives très pertinentes ces dernières années. En effet, les fournisseurs de réseaux

électriques et de gaz ont été contraints légalement à remplacer les compteurs actuels par des compteurs intelligents d'ici 2020, respectivement 2021, et à traiter les données correspondantes au moyen d'un système central national. Par conséquent, le Luxembourg sera l'un des premiers pays au monde à être équipé de compteurs d'électricité et de gaz intelligents intégrés sur l'ensemble du territoire, avec possibilité d'application à d'autres secteurs tels que l'eau et le chauffage urbain. De même, les opérateurs de réseaux de distribution du secteur de l'électricité ont été légalement contraints de mettre en place une infrastructure nationale commune de bornes de recharge publiques pour véhicules électriques, visant à installer un total de 800 bornes de charge publiques d'ici 2020 sur les emplacements et parkings publics et sur les parkings relais. Le Luxembourg dispose également de directives extrêmement avancées par rapport au niveau international concernant l'efficacité énergétique des bâtiments, ainsi que d'approches globales en matière de pollution domestique (*indoor pollution*), de matériaux de construction durables ou encore de circularité des bâtiments et de quartiers entiers (*éco-quartiers made in Luxembourg*).

Les précédentes considérations confirment donc le souhait du Luxembourg de jouer un rôle de précurseur en vue d'une transition énergétique nationale de grande envergure réussie. Les bâtiments durables et à faible consommation d'énergie dotés d'une flexibilité électrique locale et/ou de capacités de stockage d'énergie, ainsi que de composantes de mobilité durable (réseaux électriques intelligents), constitueront les principaux piliers de ce système. La technologie des capteurs et l'interopérabilité des données offrent des possibilités de suivi global et de modélisation globale, pouvant ensuite servir à optimiser les composantes du système.

Le Luxembourg deviendra alors un lieu extrêmement attractif pour les fournisseurs et les entrepreneurs dans le domaine de la gestion intelligente de l'énergie, où ils trouveront un environnement qui se prête parfaitement aux essais et à l'expérimentation pour le développement (ultérieur) de leurs produits.

La dimension transfrontalière de l'aménagement du territoire et de la planification de la mobilité revêt également une importance particulière pour le Luxembourg. Plus encore que d'autres métropoles voisines (Copenhague, Bâle, Genève), le Luxembourg est un véritable aimant grâce à ses frontières avec trois pays différents (France, Allemagne, Belgique), ses flux de travailleurs frontaliers, ainsi que le marché du logement et du travail transfrontalier, unique en Europe. Il est essentiel pour le Luxembourg de promouvoir la recherche et l'innovation dans ce domaine.

Le Luxembourg entend donc notamment augmenter continuellement les investissements dans la recherche et le développement en matière d'énergie, en se focalisant notamment sur les domaines suivants :

1. Bâtiments et matériaux de construction durables – efficacité énergétique et économie circulaire, énergies renouvelables décentralisées, pollution domestique (*indoor pollution*)
2. Eco-Quartier made in Luxembourg - systèmes énergétiques « plus », mobilité sans voitures, urbanisme encourageant l'intégration sociale
3. Intégration des énergies renouvelables et de l'électromobilité dans les réseaux électriques numériques, l'internet de l'énergie et au couplage sectoriel
4. Processus de transformation territoriaux et transfrontaliers dans le domaine de la mobilité et de l'aménagement du territoire
5. Processus de transition sociaux et innovation sociale vers des « modes de vie climatiques positifs » (*climate positive lifestyles*)

Afin d'aborder ces thèmes de manière structurée, groupée et ciblée, ceux-ci doivent s'inscrire dans une approche axée sur la mission au sein d'une nouvelle infrastructure de recherche regroupant tous les acteurs concernés : l'Université du Luxembourg, le « Luxembourg Institute of Science and Technology » (LIST), ainsi que le « Luxembourg Institute for Socio-Economic Research » (LISER), qui mettra en lumière les aspects sociaux et sociétaux de ce statut de précurseur souhaité. Le Fonds National de la Recherche (FNR) se chargera du financement et du contrôle de qualité indispensables à la réalisation.

Dans le domaine de l'innovation, le Luxembourg est un fervent partisan du développement durable au niveau économique, environnemental et social. Le Luxembourg voit également naître toute une série de startups et de PME actives dans le domaine des technologies propres abordant des sujets tels que la transition énergétique, les villes smart, la mobilité intelligente et aussi l'économie circulaire. Notons aussi que l'Agence nationale luxembourgeoise de l'innovation, Luxinnovation, s'efforce d'être un partenaire clé pour les entrepreneurs en les aidant à trouver des solutions pragmatiques pour leurs projets de développement novateurs, en vertu des objectifs du gouvernement. Tout ceci dans le but de promouvoir le développement durable de l'économie luxembourgeoise à travers l'innovation et la recherche.

Luxinnovation joue actuellement un rôle crucial dans le soutien aux entreprises susmentionnées. Elle encourage les entreprises à innover et à se développer, et leur prête assistance tout en facilitant la

coopération entre les acteurs publics de la recherche. Cela vaut aussi surtout pour le domaine des technologies propres et de la transition vers une économie circulaire.

Le portefeuille de services proposé aux entreprises et aux instituts de recherche publics par Luxinnovation doit être élargi et rationalisé autour des thèmes de la transition énergétique et de la digitalisation de ce secteur. Des améliorations au niveau de l'attractivité pour les investisseurs, les entreprises et les professionnels de la scène internationale devraient permettre d'assurer la cohérence par rapport à l'objectif du gouvernement, qui est le développement durable de l'économie.

Financement de la transition énergétique et « finance verte »

Le Luxembourg constitue l'une des principales places financières au monde, en particulier en matière de fonds d'investissement. En outre, le Luxembourg abrite la plus grande banque d'investissement du monde, la Banque européenne d'investissement (BEI), qui est en train de devenir une banque climatique. Dans son programme actuel, le gouvernement s'est engagé à transformer la place financière luxembourgeoise en une place financière « verte ».

La mise en place d'une équipe de recherche axée sur la « finance verte » et l'« impact financing » constitue actuellement une priorité. Le Luxembourg mettra également l'accent sur le « financement de la transition énergétique », notamment en raison de sa proximité géographique avec la BEI, avec de nouveaux instruments financiers tels que les instruments de « de-risking » élaborés et analysés pour améliorer l'efficacité énergétique, les énergies renouvelables et les infrastructures énergétiques, et la volonté de créer des synergies avec l'industrie de l'assurance basée au Luxembourg. D'autres stratégies et mesures sont décrites au chapitre 3.1.3.ii.

Encourager les changements d'habitudes liés au mode de vie

En plus du cadre réglementaire et financier imposé par l'État, un changement doit également s'opérer au niveau des modes de vie dans la société. Les politiques climatiques et énergétiques prospèrent grâce à la **participation** et à l'**acceptation** des citoyens. Un environnement attrayant visant à stimuler durablement les changements liés au mode de vie sera créé. Celui-ci incitera les citoyens à modifier leurs habitudes quotidiennes de manière permanente :

- Renforcement des transports publics et de l'accessibilité pour tous les citoyens

- Promotion du concept d'économie du partage (*Sharing Economy*)
- Incitations aux voyages et à l'alimentation responsables
- Actions pour le climat antérieures menées par les organismes publics
- Élargissement de l'offre de moyens de transport alternatifs, tels que les vélos en libre-service (*bike sharing*), les vélos cargo, le covoiturage (*carsharing ou carpooling*)
- *Aménagement inclusif transfrontalier de quartiers et du territoire*

La création et la promotion de la fonction d'« **administrateur de Quartier** » dans les communes constituent une mesure supplémentaire visant à sensibiliser les citoyens et à les motiver à changer leurs habitudes. De manière décentralisée, cet administrateur se chargera d'encourager les modes de vie durables et d'ancrer l'écologie et l'économie circulaire au sein du quartier, par exemple, à travers la promotion de l'économie du partage et de projets d'agriculture urbaine (*urban farming*), l'organisation d'une bourse d'échange ou d'un Repair Café.

3.5.ii. Éventuelle coopération avec d'autres États membres dans ce domaine, y compris des informations sur la manière dont les objectifs et politiques du plan SET sont transposés dans le contexte national

Les étapes et développements institutionnels mentionnés dans les chapitres précédents seront développés en coopération avec d'autres centres de recherche et d'innovation européens. Les régimes européens ainsi que les doctorants, etc. se prêtent particulièrement bien à cet exercice.

3.5.iii. Le cas échéant, mesures de financement dans ce domaine au niveau national, y compris le concours de l'UE et l'utilisation de fonds de l'UE

Ces dernières années, le gouvernement luxembourgeois a fait des efforts considérables en vue de soutenir les évolutions technologiques ainsi que la recherche et l'innovation en matière de nouvelles technologies. Les écotecnologies sont l'une des priorités de la stratégie de diversification économique du Luxembourg.

En vertu du programme gouvernemental 2018-2023, à l'avenir, le Luxembourg se concentrera davantage sur l'innovation et la recherche dans les domaines des énergies renouvelables, de l'efficacité énergétique, des villes, quartiers et bâtiments durables. Les efforts et les capacités existantes des instituts de recherche nationaux seront renforcés. En outre, le lien entre la politique énergétique et climatique et le développement économique du pays en général sera davantage renforcé.

En adaptant le cadre juridique national en vue de soutenir les entreprises dans les domaines de la recherche, de l'innovation, de l'énergie et de l'environnement aux directives européennes relatives aux aides d'État, le Luxembourg a déjà créé les outils nécessaires pour encourager au maximum le secteur privé dans la mise en œuvre des innovations prospectives. À l'avenir, ces instruments devront être utilisés de manière ciblée afin d'assurer la compétitivité des entreprises nationales, d'une part, et d'atteindre les objectifs nationaux en matière de climat, d'énergie et d'environnement, d'autre part.

4. État actuel des politiques et mesures existantes et projections

En vue de l'analyse de la situation actuelle de la politique énergétique et climatique du Luxembourg et de l'établissement de projections fondées sur les politiques et mesures existantes, le gouvernement luxembourgeois a mandaté un consortium de consultants comprenant : l'Institut Fraunhofer pour la recherche sur les systèmes et l'innovation (Fh-ISI), Consentec GmbH, l'Institut für Ressourceneffizienz und Energiestrategien (IREES) et le Energy Economics Group de l'Université technique de Vienne (TU Wien). Ce consortium s'est chargé de compléter les modèles déjà utilisés lors de projets précédents relatifs à la demande et l'approvisionnement en énergie et de les adapter aux exigences données, afin de fournir la base analytique la plus solide possible.

Deux scénarios se sont dégagés de cette analyse des politiques et des mesures. Le scénario de référence comprenant les projections basées sur les politiques et les mesures actuelles est décrit à la section 4. L'évaluation des incidences des politiques et mesures planifiées décrites à la section 3 a donné lieu au scénario cible présenté à la section 5.

D'une manière générale, notons que la modélisation correspondante et les projections qui en résultent font office d'orientation et restent cependant associées à des incertitudes. Ceci s'applique tout particulièrement à un petit système économique ouvert tel que le Luxembourg. Par conséquent, des décisions individuelles ou des décisions à l'étranger ou au niveau européen peuvent engendrer d'importantes différences par rapport aux scénarios présentés dans le présent plan.

4.1. Évolution projetée des principaux facteurs exogènes qui influencent l'évolution du système énergétique et des émissions de GES

Pour les deux scénarios (scénario de référence et scénario cible), l'ensemble des hypothèses avancées concernant les principaux facteurs exogènes étaient en grande partie identiques. D'une part, ces données proviennent de sources nationales et européennes, et sont, d'autre part, basées sur l'expertise du consortium de consultants. Celles-ci sont brièvement présentées ci-dessous.

Prévisions macroéconomiques et changements sectoriels

D'après les projections de l'Institut national de la statistique Statec¹³, la population luxembourgeoise passera d'environ 626 000 habitants en 2020 à environ 752 000 en 2030, puis à environ 869 000 en 2040. Cela équivaut à une croissance moyenne de 1,85 % par an jusqu'en 2030, qui retombera ensuite à environ 1,45 % par an entre 2030 et 2040. La population luxembourgeoise globale augmentera d'environ 20 % d'ici 2030 par rapport à 2020.

Tableau 4 : Croissance démographique et PIB

	Unité	2020	2025	2030	2035	2040
Population	Mille habitants	626	690	752	812	869
PIB	Taux de croissance annuel en %	3,8	3,0	3,0	3,0	3,0

Source : Statec (2019)

Selon les projections susmentionnées du Statec, le taux de croissance annuel du produit intérieur brut sera de 3,8 % en 2020, pour ensuite retomber à 2,5 % d'ici 2023, avant de se stabiliser à 3 %.

Tendances énergétiques mondiales/européennes

Les hypothèses sur l'évolution des prix sur les marchés mondiaux et européens de l'énergie ont tenu compte de la recommandation de la Commission européenne. Par conséquent, la modélisation du système énergétique luxembourgeois se base sur les hypothèses et les résultats de l'analyse d'impact des objectifs

¹³ Projections macroéconomiques et démographiques de long terme 2017-2060 (novembre 2017) actualisées par les projections à moyen terme 2019-2023 (mars 2019). Les chiffres de population reflètent la situation au 1er janvier de l'année concernée.

des politiques climatiques de l'UE à l'horizon 2030¹⁴. Le Tableau 5 permet de comparer les prix des différentes sources d'énergies fossiles.

Tableau 5 : Hypothèses sur l'évolution des prix de l'énergie

Principales évolutions du prix de sources d'énergies fossiles

	Unité	2020	2025	2030	2035	2040
Pétrole	€/toe	502,3	589,8	649,8	677,8	717,7
Gaz naturel (pouvoir calorifique net)		323,1	361,6	393,3	420,0	434,2
Charbon		95,8	118,4	142,1	150,5	156,8

Source : Commission européenne (2016)

Hypothèses relatives à l'évolution des coûts des technologies liées aux énergies renouvelables

Le Tableau 6 illustre les hypothèses choisies dans la modélisation de l'évolution des coûts des technologies liées aux énergies renouvelables. Selon le présent tableau, toutes les technologies continueraient à évoluer sur leur trajectoire tendancielle, engendrant ainsi une baisse constante des coûts spécifiques. Cependant, cette évaluation, de même que les hypothèses spécifiques relatives aux technologies telles que le photovoltaïque peuvent être considérées comme conservatrices.

¹⁴ Commission européenne, 2016, SWD (2016) 410 final : Impact Assessment (Analyse d'impact). Accompagnant les documents: COM (2016) 861 final, SWD(2016) 411 final, SWD(2016) 412 final, SWD(2016) 413 final. Bruxelles, le 30.11.2016

Tableau 6 : Hypothèses relatives à l'évolution des coûts des technologies liées aux énergies renouvelables

		Unité	2020	2025	2030	2035	2040
Secteur électricité			-	-	-	-	-
Biogaz	€/kW	3 830	3 558	3 359	3 181	3 005	
Biomasse		4 900	4 530	4 336	4 194	4 134	
Énergie hydraulique		3 754	3 697	3 668	3 642	3 618	
Photovoltaïque		1 045	906	817	716	688	
Énergie éolienne		1 459	1 405	1 344	1 298	1 241	
Secteur chauffage			-	-	-	-	-
Biomasse, décentralisé	€/kW	699	651	640	611	604	
Systèmes solaires thermiques		670	642	677	700	743	
Pompes à chaleur		786	762	743	627	719	

Source : Modèle Green-X, Université technique de Vienne (Resch et al, 2019)

4.2. Dimension « décarbonisation »

4.2.1. Émissions et absorptions de GES

Le Tableau 7 illustre l'évolution des émissions annuelles de gaz à effet de serre pour la période comprise entre 2005 et 2017. Les chiffres et les différents secteurs sont tirés de l'inventaire d'émissions de gaz à effet de serre de l'année 2019.¹⁵ Les émissions imputables à l'UTCATF ne sont pas comptabilisées dans le total en vertu des conventions internationales. En 2017, des émissions d'un total de 10,2 millions t CO₂eq ont été émises, ce qui correspond à une réduction de 21,4 % par rapport à 2005.

Tableau 7 : Émissions de gaz à effet de serre par secteur entre 2005 et 2017, en kt CO₂eq

	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Emissions totales	13 025	12 180	12 062	11 781	11 239	10 787	10 295	10 052	10 236
Emissions liées à la consommation énergétique	11 552	10 737	10 613	10 410	9 872	9 388	8 896	8 614	8 778
Industries du secteur de l'énergie	1 243	1 206	1 004	1 043	686	669	458	252	244
Industries manufacturières	1 407	1 268	1 242	1 185	1 146	1 147	1 106	1 142	1 141
Transports	7 188	6 517	6 893	6 585	6 439	6 139	5 706	5 533	5 639
Bâtiments résidentiels	1 216	1 161	1 064	1 083	1 075	973	1 086	1 119	1 116
Bâtiments tertiaires	419	502	336	439	463	398	483	512	583
Autres*	27	29	28	28	24	24	24	24	24
Emissions fugitives	53	54	47	48	41	38	35	32	31
Emissions non liées à la consommation énergétique	1 472	1 443	1 449	1 371	1 366	1 399	1 399	1 438	1 458
Procédés industriels	726	676	692	633	617	633	625	650	662
Agriculture	641	672	666	649	660	675	688	704	712
Déchets	105	95	91	89	90	91	85	83	84
LULUCF	-601	-88	-220	-313	-500	-416	-362	-452	-344

* Les émissions sous Autres sont dues à la combustion dans la construction et dans l'agriculture

Source : Inventaire GES 2019v1 (Mars 2019)

Les émissions annuelles de GES pour la période 2005-2017 sont divisées en émissions des secteurs couverts par le SEQUE (ETS) et émissions des secteurs non couverts par le SEQUE (non-ETS) (cf. Tableau 8). Les émissions de GES des secteurs non-ETS s'élevaient à 8,7 millions t CO₂eq en 2017, dont seulement 10 % environ étaient des émissions de GES non liées à la consommation énergétique.

¹⁵ https://cdr.eionet.europa.eu/lu/eu/mmr/art07_inventory/ghg_inventory/envxitkgw/

Tableau 8 : Émissions de gaz à effet de serre par secteur ETS et non-ETS pour les années 2005 à 2017, en kt CO₂éq

	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Emissions ETS sans trafic aérien international	2 603	2 253	2 052	1 990	1 847	1 931	1 661	1 503	1 492
Emissions non-ETS totales	10 421	9 926	9 998	9 798	9 391	8 855	8 634	8 549	8 744
Emissions non-ETS liées à la consommation énergétique	9 608	9 070	9 144	8 960	8 536	7 982	7 753	7 653	7 832
Industries du secteur de l'énergie	232	201	208	215	221	174	175	184	184
Industries manufacturières	474	605	570	563	274	236	245	249	255
Transports	7 188	6 517	6 893	6 585	6 439	6 139	5 706	5 533	5 639
Bâtiments résidentiels	1 216	1 161	1 064	1 083	1 075	973	1 086	1 119	1 116
Bâtiments tertiaires	419	502	336	439	463	398	483	512	583
Autres*	27	29	28	28	24	24	24	24	24
Emissions fugitives	53	54	47	48	41	38	35	32	31
Emissions non-ETS non liées à la consommation énergétique	814	856	854	838	855	873	882	896	912
Procédés industriels	68	89	97	100	106	108	108	109	116
Agriculture	641	672	666	649	660	675	688	704	712
Déchets	105	95	91	89	90	91	85	83	84
LULUCF	-601	-88	-220	-313	-500	-416	-362	-452	-344

* Les émissions sous Autres sont dues à la combustion dans la construction et dans l'agriculture

Source : Inventaire GES 2019v1 (Mars 2019) et EUA EU Émissions Trading System (ETS) data viewer.¹⁶

Le Tableau 9 illustre les projections de l'évolution sectorielle par secteur ETS et non-ETS basées sur le scénario de référence avec les politiques et les mesures actuelles.

Tableau 9 : Émissions de gaz à effet de serre ETS et non-ETS pour la période de 2020 à 2040 dans le cas du scénario de référence (sans mesures additionnelles), en kt CO₂éq

	2020	2025	2030	2035	2040
Emissions ETS sans trafic aérien international	1 393	1 308	1 202	1 138	1 068
Emissions non-ETS totales	8 394	8 379	8 554	8 822	8 967
Emissions non-ETS liées à la consommation énergétique	7 502	7 530	7 736	8 016	8 168
Industries du secteur de l'énergie	163	163	163	163	163
Industries manufacturières	196	206	205	223	236
Transports	5 453	5 549	5 844	6 167	6 352
Bâtiments résidentiels	1 144	1 131	1 099	1 058	1 042
Bâtiments tertiaires	489	426	370	349	321
Autres*	25	25	25	26	26
Emissions fugitives	31	31	30	29	29
Emissions non-ETS non liées à la consommation énergétique	892	849	817	806	799
Procédés industriels	112	106	80	70	64
Agriculture	701	671	669	668	667
Déchets	79	72	68	68	67
LULUCF	-390	-393	-401	-399	-397

¹⁶ <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/dashboards/emissions-trading-viewer-1>

** Les émissions sous Autres sont dues à la combustion dans la construction et dans l'agriculture*

Source : Illustrations propres, 2019

4.2.2. Énergies renouvelables

Dans le domaine de la production d'énergie au Luxembourg, la contribution des énergies renouvelables ne cesse de croître. Comme le montre le scénario cible de la section 2 du présent rapport, la tendance amorcée il y a quelques décennies devrait se poursuivre de manière concrète. Le paragraphe suivant examine la situation de départ de l'utilisation des énergies renouvelables, suivie d'une analyse des développements futurs dans le cadre de la simple continuation des mesures existantes, tant en termes d'application qu'en termes de demande.

Statu quo de l'utilisation des énergies renouvelables au Luxembourg

Ces dernières années, les énergies renouvelables telles que l'énergie éolienne, le photovoltaïque et la biomasse, considérés comme les technologies clés dans le domaine de la production d'électricité au Luxembourg, ont connu une croissance significative. En l'espace d'une décennie, leur part a considérablement augmenté, tant dans le secteur de l'électricité (passant de 3,3 % en 2007 à 8,1 % en 2017), que dans celui du chauffage (de 4,4 % en 2007 à 8,1 % en 2017). Dans le secteur des transports, où la priorité est accordée à l'utilisation des biocarburants et la transition vers les moteurs électriques, cette augmentation fut d'autant plus marquante. En effet, alors que la part des EnR était d'environ 2,2 % en 2007, le Luxembourg affichait une part d'EnR de 6,4 % en 2017.

Évolution des références dans le cadre de la poursuite des mesures existantes

La section suivante présente l'évolution des références, soit l'évolution attendue en cas de poursuite des mesures existantes à l'horizon 2040, tant en termes d'offre qu'en termes de demande.

La part des EnR dans la consommation finale brute d'énergie, c'est-à-dire la somme des besoins sectoriels en électricité, en chaleur et en carburant dans le secteur du transport, passerait donc de 6,4 % en 2017 à 12,9 % en 2030, puis finalement à 13,5 % en 2040.

Le Tableau 10 illustre la décomposition sectorielle du bilan global ; complémentirement, le Tableau 11 fournit des détails relatifs à la possible scission technologique sous-jacente. Les grilles quantitatives sous-jacentes présentent, en effet, des écarts relativement faibles pour ce qui est de la contribution énergétique

des différentes technologies d'énergies renouvelables par rapport au scénario cible de 25 %, tel qu'il est décrit à la section 2 du présent rapport. Le scénario de référence reflète donc lui aussi une augmentation massive des énergies renouvelables dans le secteur de l'électricité. Pour 2030, on prévoit une part d'environ 26,5 %, puis d'environ 34,7 % en 2040. D'importantes contributions en termes de volume sont attendues au niveau de l'énergie éolienne et du photovoltaïque ; de ce dernier cependant dans une moindre mesure comparé à l'évolution basée sur le scénario cible (en vertu de la section 2). Les projets déjà en cours de réalisation, par exemple dans le domaine de la cogénération de biomasse, offrent également une contribution substantielle.

À l'instar du secteur de l'électricité, un déploiement significatif des énergies renouvelables est également attendu dans le secteur du chauffage, à condition de poursuivre les mesures existantes. Dans le scénario de référence, la part des EnR de ce secteur passera de 8,1 % en 2017 à 18,6 % en 2030 et enfin à 21,9 % en 2040.

Pour faire écho aux secteurs de l'électricité et du chauffage, le secteur des transports affiche lui aussi une augmentation massive de l'utilisation des énergies renouvelables dans le scénario de référence. Concrètement, on attend une systématisation de l'ajout de biocarburants (avec un taux d'addition d'environ 8 % en 2030). L'électromobilité fera également l'objet d'une expansion et le mélange de biocarburants ne contiendra plus qu'un maximum de 5 % de carburants de première génération. Dans le scénario de référence, la part des EnR dans le secteur des transports sera donc portée à 15,1 % d'ici 2030.

Tableau 10 : Part sectorielle des énergies renouvelables au Luxembourg à l'horizon 2040 selon le scénario de référence

Part sectorielle des EnR		<u>2017</u>	<u>2020</u>	<u>2025</u>	<u>2030</u>	<u>2035</u>	<u>2040</u>
Part EnR, secteur électricité	%	8,1%	11,9%	19,4%	26,5%	31,3%	34,7%
Part EnR, secteur chauffage	%	8,1%	12,1%	15,4%	18,6%	20,4%	21,9%
Part EnR, secteur transports	%	6,4%	11,1%	13,5%	16,1%	15,1%	17,6%
Taux d'addition biocarburants	%	5,4%	7,7%	8,0%	8,0%	5,6%	5,5%
Part EnR totale - Production /							
consommation nationale	%	6,4%	9,2%	11,2%	12,9%	12,8%	13,5%

Part EnR totale - coopération EnR							
incluse	%	6,4%	11,3%	17,4%	23,0%	22,7%	23,2%

Source : Illustrations propres, 2019

En plus de la production nationale d'énergies renouvelables, le Tableau 11 illustre aussi les volumes d'énergies renouvelables qui, à l'avenir, seront couverts par la coopération EnR avec d'autres pays. Dans le scénario de référence, cette part est nécessaire pour atteindre un objectif d'énergies renouvelables global de 23 % en 2030 et s'élèvera à 1 TWh (déjà sous contrat) en 2020 et à 4,83 TWh en 2030 (et plus tard).

Tableau 11 : Énergie produite à partir de sources renouvelables à l'aide de technologies au Luxembourg d'ici 2040 selon le scénario de référence

Production d'énergie,							
Détails technologiques		<u>2017</u>	<u>2020</u>	<u>2025</u>	<u>2030</u>	<u>2035</u>	<u>2040</u>
Secteur électricité							
Biogaz	GWh	72	56	65	68	63	62
Biomasse	GWh	101	192	228	271	260	267
Énergie hydraulique	GWh	104	93	97	100	104	107
Photovoltaïque	GWh	108	201	476	616	687	729
Énergie éolienne	GWh	185	211	383	676	958	1 167
Électricité totale issue des EnR	GWh	570	752	1 249	1 731	2 071	2 332
Secteur chauffage							
Biomasse et biogaz, couplé au réseau*	GWh	302	589	623	667	649	656
Biomasse, décentralisé**	GWh	672	883	1 145	1 383	1 522	1 560
Systèmes solaires thermiques	GWh	25	58	113	188	302	453
Pompes à chaleur	GWh	52	95	190	224	226	227
Chaleur totale issue des EnR	GWh	1 052	1 626	2 070	2 462	2 699	2 896
Secteur transports							
Biocarburants, total	GWh	1 282	1 855	1 892	1 993	1 450	1 450
Énergie totale issue des EnR (national)	GWh	2 904	4 232	5 211	6 187	6 221	6 679
Coopération EnR							

Volumes d'énergie Coopération							
EnR	GWh	0	1 000	2 917	4 833	4 833	4 833

* systèmes centralisés (injection dans un réseau de chauffage)

** systèmes décentralisés (pas d'injection dans un réseau de chauffage, tous les secteurs)

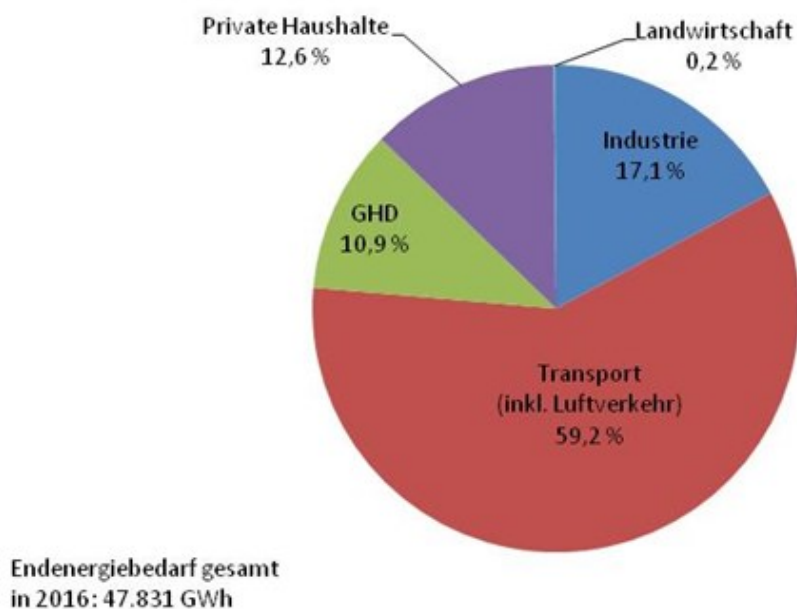
Source : Illustrations propres, 2019

4.3. Dimension « efficacité énergétique »

La dimension « efficacité énergétique » doit tenir compte de divers aspects afin de refléter l'image la plus réaliste possible.

Situation de départ de la consommation d'énergie au Luxembourg

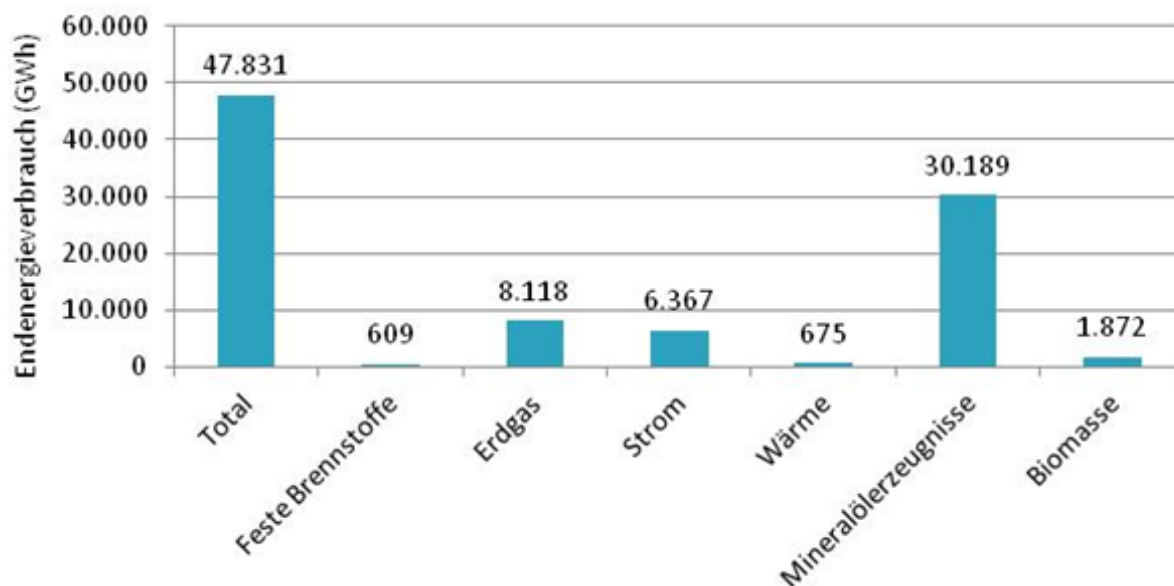
En 2016, la consommation finale d'énergie du Luxembourg s'élevait à environ 48 TWh (Statec 2018). La plus grande part de la consommation finale d'énergie au Luxembourg revient au secteur des transports avec 59 % (Illustration 7). Le transport routier étranger en représente la plus grande part, soit environ 34 %. Dans les statistiques énergétiques, ce chiffre correspond à la quantité de carburant acheté par tous les propriétaires de véhicule non-résidents au Luxembourg. Il comprend également le trafic de transit des camions et des voitures, ainsi que les frontaliers dont les voitures ne sont pas immatriculées au Luxembourg. Parallèlement, le transport aérien représente environ 12 % du total de la consommation finale d'énergie, ramenant ainsi la part du transport routier intérieur à environ 13 % de la consommation finale d'énergie du Luxembourg. Tandis que la plus faible part de la consommation finale d'énergie incombe à l'agriculture, autour de 0,2 %, l'industrie consomme la part d'énergie la plus importante au Luxembourg avec un peu plus de 17 %.



Source : IREES selon Statec 2018

Illustration 7 : Consommation finale d'énergie au Luxembourg en 2016, ventilée par secteurs Industrie, Ménages, Industrie manufacturière, commerce et services, Transport et Agriculture

En 2016, la consommation d'énergie du Luxembourg est dominée par les besoins en produits pétroliers (63 %). De plus, les besoins en énergie ont également été couverts grâce au gaz naturel (17 %), à l'électricité (13 %) et à la biomasse (4 %) (cf. Illustration 8).



Source : IREES selon Statec 2018

Illustration 8 : Consommation finale d'énergie au Luxembourg en 2016, par type de source d'énergie

Note : Cette représentation ne tient pas compte des éventuels grands consommateurs d'électricité susceptibles de s'installer au Luxembourg dans un avenir plus ou moins proche.

Potentiel actuel pour l'utilisation de la cogénération à haut rendement et de réseaux urbains de chaleur et de froid efficaces

En 2015, la cogénération a permis de générer près de 326 GWh d'électricité et 527 GWh de chaleur au Luxembourg. Les systèmes de cogénération peuvent en effet fournir une chaleur allant jusqu'à 500 °C (Klobasa, Steinbach & Pudlik 2016).

Les domaines suivants présentent également des potentiels pour l'utilisation de la cogénération à haut rendement :

- Systèmes de cogénération décentralisés dans les bâtiments

- Utilisation de la cogénération dans l'industrie
- Alimentation du réseau de chaleur urbain et centrales de cogénération

Le potentiel économique résultant de l'utilisation de centrales de cogénération et de l'alimentation du réseau de chaleur dépend essentiellement de l'évolution des activités de rénovation dans le secteur des bâtiments, et donc de l'évolution des besoins en chaleur des bâtiments en général. Dans le domaine de l'alimentation décentralisée en énergie des bâtiments, l'utilisation de cogénération correspond à une performance électrique inférieure à 500 kW. En raison des besoins de chauffage et de refroidissement des bâtiments, le potentiel économique encore inexploité en matière de cogénération à haut rendement et d'alimentation du réseau de chaleur réside surtout dans les bâtiments résidentiels.

Aujourd'hui, environ 50 % des potentiels de cogénération économique dans le secteur des bâtiments sont développés à travers les concepts de chauffage collectif existants. Par conséquent, au Luxembourg, le secteur du bâtiment représente à lui seul un potentiel de cogénération économique d'environ 1 170 GWh d'énergie utile (Klobasa, Steinbach & Pudlik 2016).

Parallèlement, l'industrie devrait représenter un potentiel économique relativement faible d'environ 500 GWh d'énergie finale et de 425 GWh d'énergie utile à l'horizon 2030 (cf. Tableau 12). Les secteurs pertinents sont notamment l'industrie chimique, l'industrie du bois et l'industrie alimentaire. L'exploitation de ce potentiel industriel exige cependant d'excellentes conditions géographiques et de longues périodes de fonctionnement (Klobasa, Steinbach & Pudlik 2016).

Tableau 12 : Potentiels supplémentaires de production de chaleur par cogénération dans l'industrie à l'horizon 2030 par rapport à la consommation finale d'énergie de l'industrie

Sektor	Brennstoffbedarf in GWh		KWK-geeignet (< 500°C) in GWh		KWK-Bestand in GWh	Ausbau- potenzial in GWh
	2014	2030	2014	2030	2014	2030
Stahl	1.670	1.422	67	57		
Steine / Erden	1.094	589	164	88		
Chemie	319	295	316	292		210
Textil	226	208	226	208		
Holz	274	253	274	253	65	150
Nahrung	61	57	60	56		25
Bau	77	71	0	0		
Maschinenbau	13	12	13	12		
Papier	51	47	50	46		
Sonstige	157	154	145	134	122	115
Summe	3.952	3.107	1.315	1.146	187	500
	KWK-Wärme*					425
	KWK-Strom**					255

Quelle: eigene Abschätzung, * Umrechnung Endenergie in KWK-Nutzwärme mit 0,85, ** KWKStrom mit Stromkennzahl 0,6 berechnet

Source : Klobasa, Steinbach & Pudlik 2016

Évolution de la consommation d'énergie au Luxembourg à l'horizon 2040

L'évolution de la consommation d'énergie du scénario de référence et du scénario cible de 2015 à 2040 a été modélisée à l'aide d'un modèle de type bottom-up. Ce modèle prend en compte un certain nombre de facteurs très différents selon le secteur donné (ménages, industrie manufacturière, commerce et services, industrie et transports). Dans le modèle, ces facteurs sont liés aux indicateurs spécifiques de consommation d'énergie correspondants, aussi bien dans le scénario de référence que dans le scénario cible. L'évolution de la consommation d'énergie annuelle est alors calculée en reliant mathématiquement les facteurs aux indicateurs correspondants et à d'autres indicateurs influents. Dans la mesure du possible, le modèle tire l'ensemble des indicateurs utilisés de bases de données accessibles existantes ou d'autres sources d'informations (inventaire, rapports de projets de recherche, projets antérieurs, etc.). Ces données proviennent, par exemple, du Statec ou d'autres institutions. À défaut de données correspondantes, il faut se baser sur des hypothèses et des avis d'experts. Par conséquent, dans le cadre de ces projections, il n'est pas tout à fait possible de représenter la situation réelle au Luxembourg dans tous les domaines et sous-domaines de manière à ce que les résultats modélisés correspondent à 100% à ceux d'autres projections. En raison du nombre important d'indicateurs influents pris en compte, l'analyse des différents chiffres

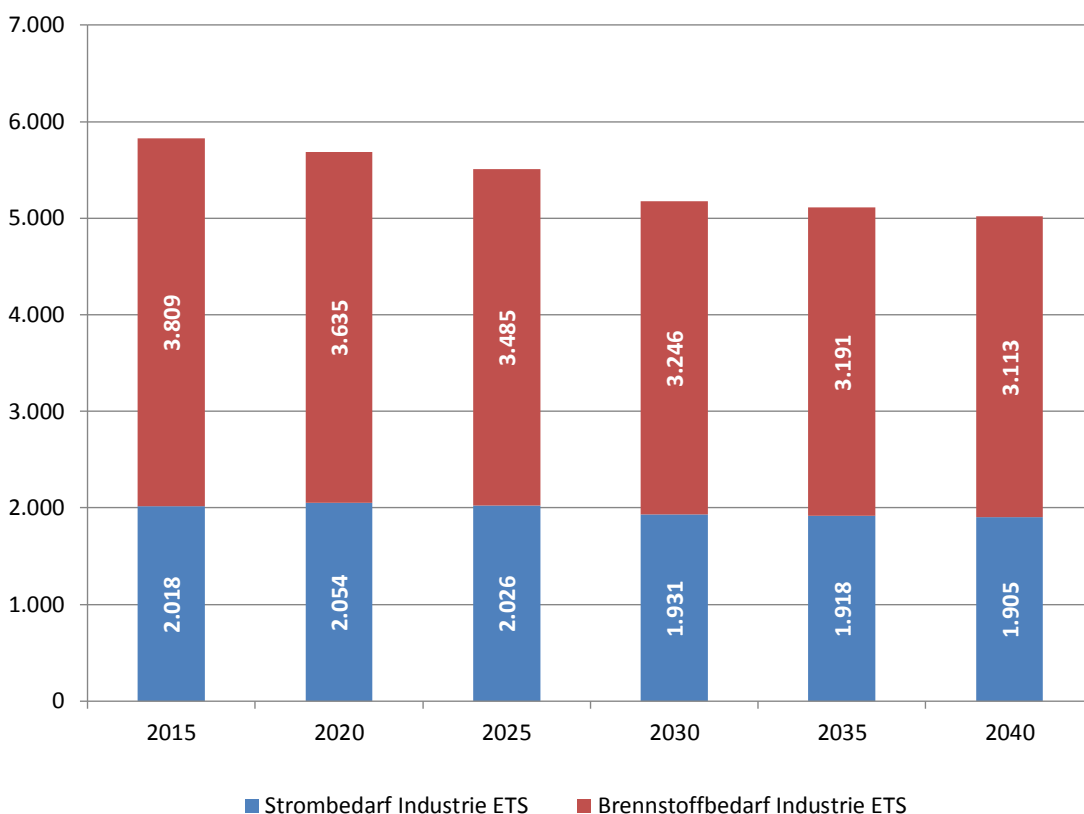
requiert un certain degré d'abstraction ou de généralisation. Les résultats des projections peuvent donc présenter certains écarts par rapport aux données déjà disponibles. Cela s'applique aussi bien aux données se rapportant à la demande, qu'à celles se rapportant à l'offre.

Les secteurs qui contribuent au total de la consommation finale d'énergie du Luxembourg sont les ménages, l'industrie manufacturière, le commerce et les services, l'industrie et les transports. Ceux-ci se divisent entre le secteur non-ETS (ménage, industrie manufacturière, commerce et services) et le secteur ETS (industrie, transport aérien). Selon le scénario de référence pour la période 2015-2040, la consommation finale d'énergie du secteur non-ETS au Luxembourg augmentera d'environ 15 %, passant d'un peu moins de 36 TWh par an à environ 42 TWh. La plus forte augmentation en pourcentage revient à la consommation finale d'énergie du secteur des transports, qui atteindra environ 26,5 TWh en 2040 (19,5 %). La consommation d'électricité augmente, quant à elle, d'environ 8 % pour atteindre 6,4 TWh, alors que la consommation finale liée à la production de chaleur n'affiche qu'une légère hausse de 2,9 % (d'environ 10,5 TWh à un peu moins de 10,9 TWh).

Au cours de la même période, la consommation d'électricité du secteur de l'industrie non-ETS passe d'environ 180 GWh à un peu plus de 1,2 TWh en 2040 (+17 %). Parallèlement, la consommation de carburant du secteur de l'industrie non-ETS augmente également de 21 %, passant de 0,9 TWh en 2015 à environ 1,1 TWh. Par contre, après une légère hausse jusqu'en 2020, la consommation d'électricité du secteur de l'industrie ETS baissera de près de 6 % et atteindra 1,9 TWh en 2040. (cf. Illustration 9).

Outre ces prévisions, une nouvelle augmentation de la consommation d'électricité semble possible, car ces données ne tiennent pas compte des éventuels grands consommateurs d'électricité susceptibles de s'installer au Luxembourg dans un avenir plus ou moins proche.

GWh

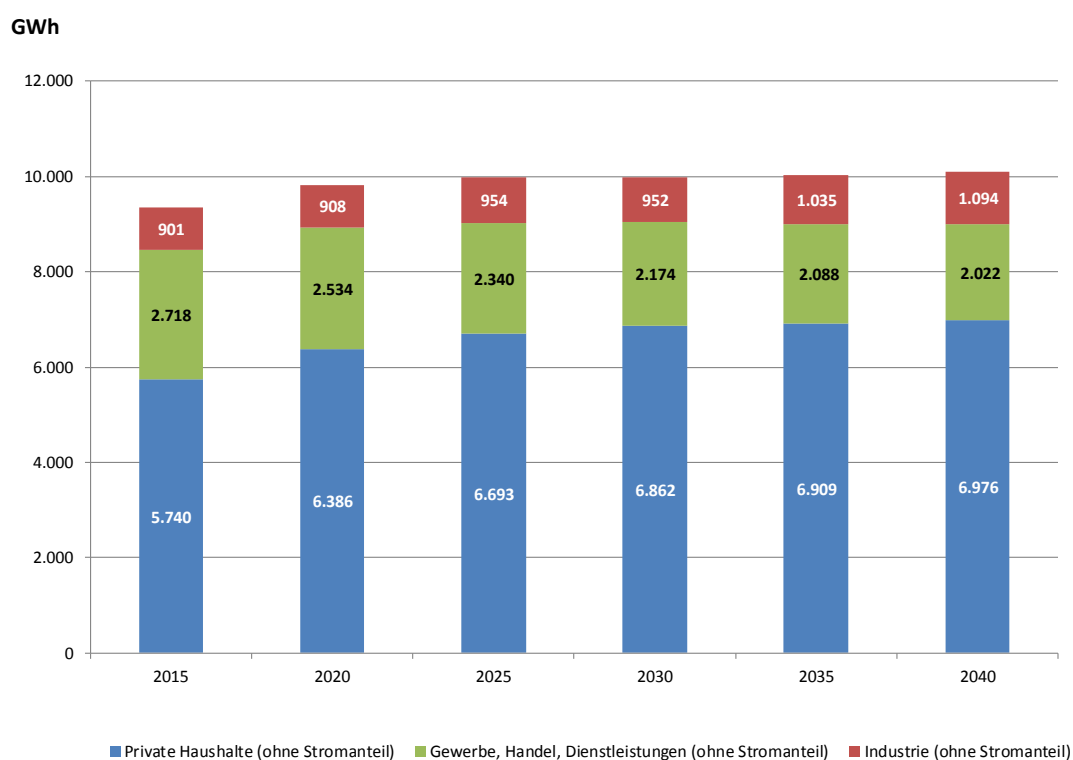


Source : Illustrations propres 2019

Illustration 9 : Consommation d'électricité et de carburant de l'industrie (secteur ETS uniquement) pour la période 2015 - 2040 selon le scénario de référence

Sur l'ensemble de la période analysée, la consommation finale d'énergie liée à la production de chaleur (hors électricité) dans le secteur non-ETS augmente de 8 % (+ 1,0 % par rapport à 2030). En d'autres termes, la consommation finale d'énergie liée à la production de chaleur (hors électricité) passe d'environ 9,4 TWh à un peu moins de 10,1 TWh. Cette augmentation est due à l'utilisation accrue du bois et d'autres sources d'énergies renouvelables (+ 263 % en 2040 par rapport à 2015) et de combustibles (+ 18 % en 2040 par rapport à 2015), tandis que l'utilisation de combustibles fossiles tels que le gaz naturel, le mazout de chauffage et le charbon diminue considérablement. Le principal responsable de l'augmentation de la consommation finale d'énergie liée à la production de chaleur reste cependant le secteur « Ménages » d'une part, affichant une hausse de 21,5 % en 2040 par rapport à 2015. Cette augmentation se fera majoritairement dans la période précédant 2030, étant donné que la période de 2030 à 2040 n'affiche qu'une hausse d'un peu moins de 2 % dans ce secteur (cf. Illustration 10). D'autre part, la consommation finale d'énergie du secteur industriel non-ETS connaîtra une hausse presque identique d'ici 2040 (+ 21,3 %)

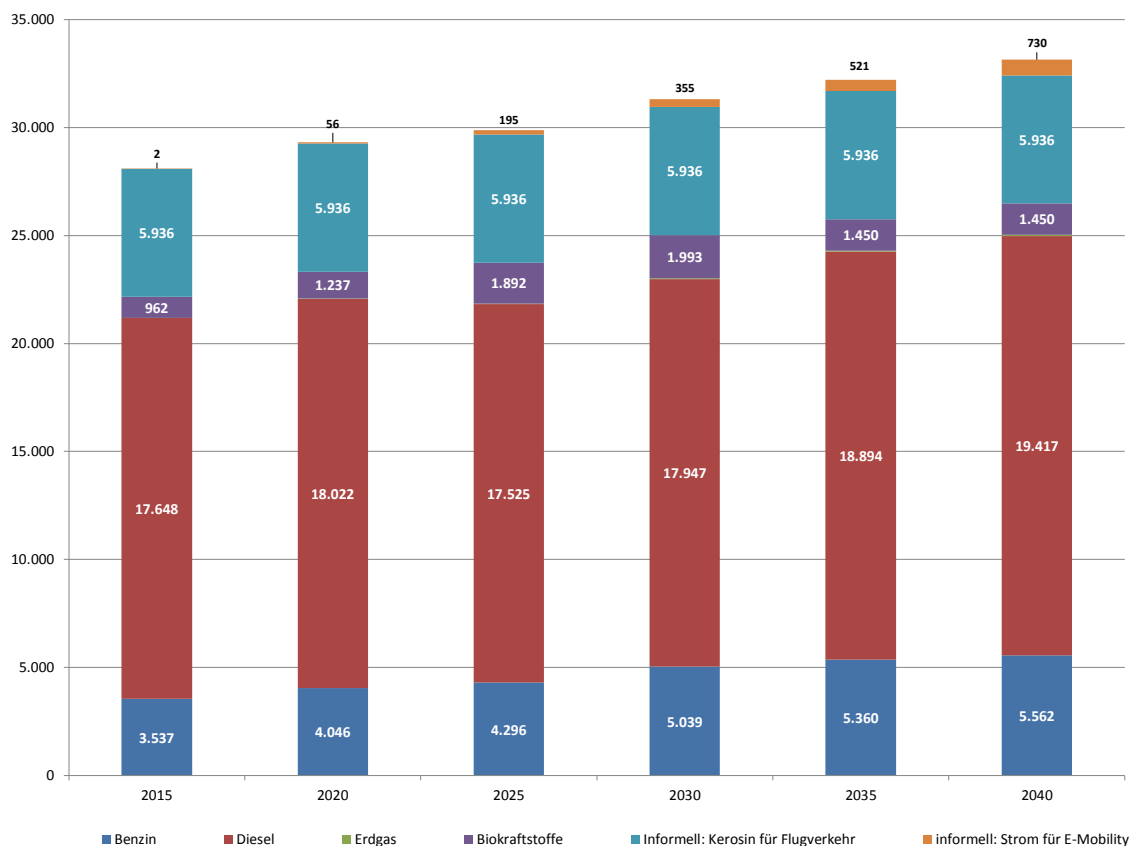
passant de 0,9 TWh à environ 1,1 TWh. Contrairement aux ménages et au secteur de l'industrie non-ETS, le secteur « Industrie manufacturière, commerce et services » affiche une forte baisse de près de 26 % de la consommation finale d'énergie liée à la production de chaleur en 2040 par rapport à 2015 (cf. Illustration 10). Dans le scénario de référence, la forte consommation finale d'énergie dans le secteur des transports (+ 19,5 %) à l'horizon 2040, qui repose sur un parc automobile croissant et des distances parcourues toujours plus importantes, est presque exclusivement couverte par les combustibles fossiles classiques, à savoir l'essence (+ 2,0 TWh par rapport à 2015) et le diesel (+ 1,8 TWh par rapport à 2015) (cf. Illustration 11). Au cours de la même période, les biocarburants affichent une augmentation absolue d'un peu moins de 0,5 TWh.



Source : Propres calculs 2019

Illustration 10 : Évolution sectorielle de la consommation de carburant liée à la production de chaleur des ménages, de l'industrie manufacturière, du commerce et des services et de l'industrie (hors électricité) pour la période de 2015 - 2040 dans le cas du scénario de référence

GWh



Source :Propres calculs 2019

Illustration 11 : Évolution de la consommation finale d'énergie (par source d'énergie) dans le secteur des transports pour la période de 2015 - 2040 selon le scénario de référence

Le Tableau 13 ci-dessous illustre brièvement les facteurs d'énergie primaire communs. À l'exception de l'électricité, la consommation d'énergie primaire et la consommation finale d'énergie sont identiques en raison d'un facteur d'énergie primaire de 1,0. Par conséquent, la consommation d'énergie primaire ne fait pas l'objet d'une mention distincte. L'illustration 12 fournit un aperçu du rapport entre la consommation d'énergie primaire et la consommation finale d'énergie en termes d'électricité. En raison des progrès en matière d'efficacité dans la production d'électricité, le facteur d'énergie primaire baisse de 26 % entre 2015 et 2040. En termes absolus, la consommation d'électricité (finale) du Luxembourg augmentera de près de 8 % entre 2015 et 2040 malgré les progrès d'efficacité (moyenne de ~ 1 % par an), notamment en raison de la croissance économique et démographique et des développements techniques (digitalisation

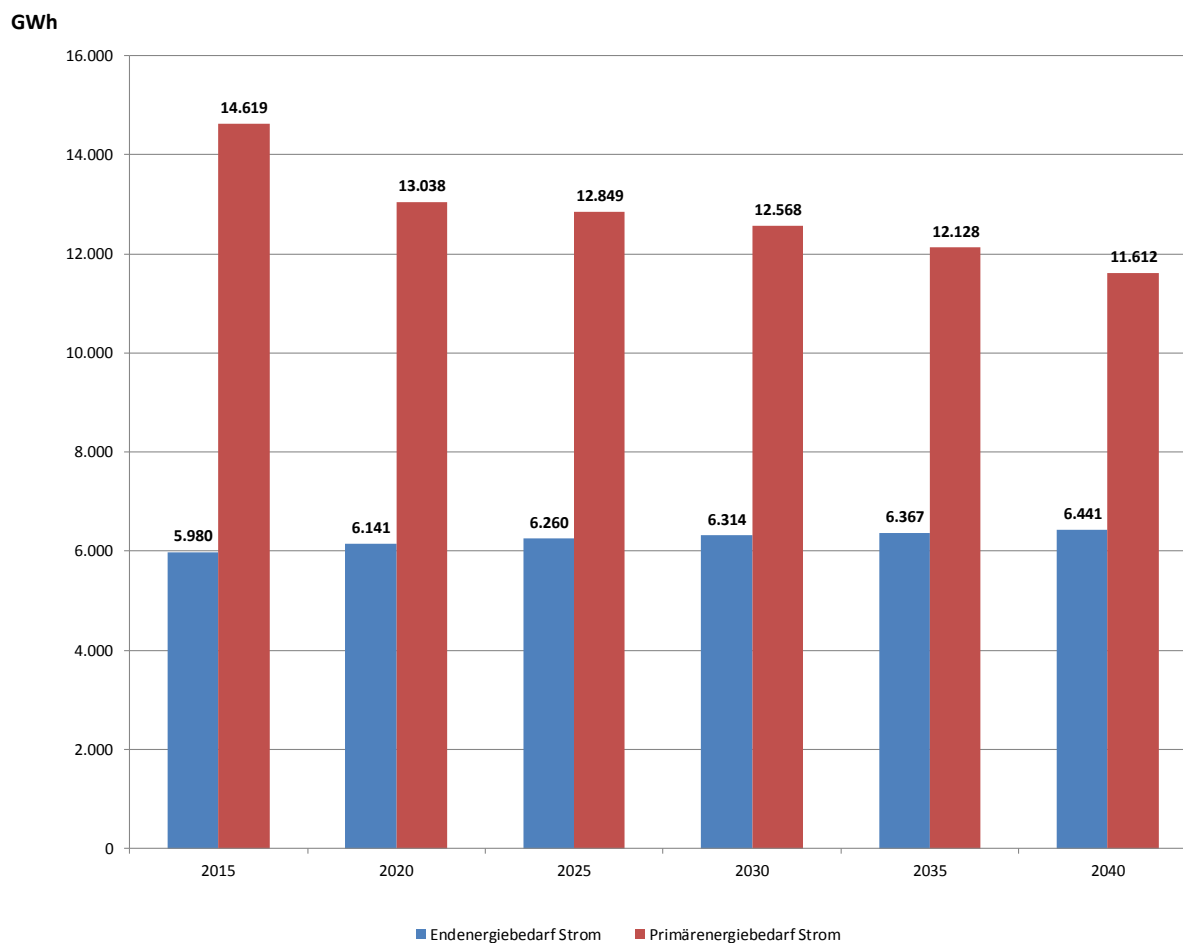
croissante, utilisation accrue de l'électricité, etc.). Parallèlement, la consommation d'énergie primaire liée à la production d'électricité diminue de près de 21 % (cf. Illustration 12).

Tableau 13 : Facteurs d'énergie primaire utilisés pour les différentes sources d'énergie pour la période 2015

- 2040

	2015	2020	2025	2030	2035	2040
Erdgas	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Heizöl	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Holz	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Kohle	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Sonstige Brennstoffe	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Benzin	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Diesel	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Biokraftstoffe	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Kerosin (Flugverkehr)	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Strom	2,4	2,1	2,1	2,0	1,9	1,8

Source : Illustrations propres 2018



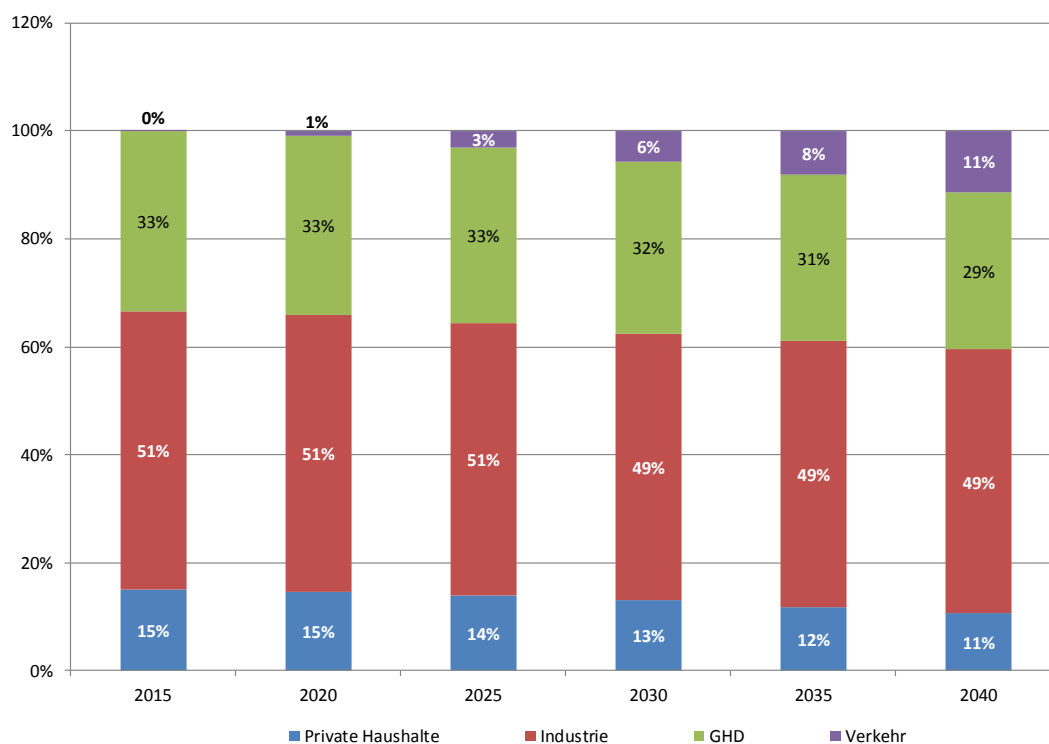
Source : Propres calculs 2019

Illustration 12 : Évolution de la consommation d'électricité (consommation finale ou primaire d'énergie) pour la période de 2015 - 2040 selon le scénario de référence

Les parts des différents secteurs dans la consommation d'électricité ont subi d'importantes variations en raison des efforts poursuivis en matière d'efficacité ainsi que des différentes tendances et développements technologiques dans les applications de l'électricité et les technologies de production dans les secteurs des ménages, de l'industrie manufacturière, du commerce et des services, de l'industrie et des transports. Alors que la part du secteur des transports dans la consommation totale d'électricité augmentera sensiblement d'ici 2040 par rapport à 2015 (part des transports en 2040 : un peu plus de 11 %), les parts des autres secteurs (industrie manufacturière, commerce et services, ménages, industrie) diminueront plus ou moins fortement (cf. Illustration 13). En analysant la consommation absolue d'électricité (énergie finale) des différents secteurs, on remarque que la consommation absolue d'électricité des ménages baisse d'environ

220 GWh entre 2015 et 2040 en raison des progrès en matière d'efficacité énergétique, et ce, malgré la croissance démographique. Or, dans le secteur des transports, cette consommation connaîtra une forte croissance (+ 0,7 TWh) due au développement de l'électromobilité. Dans le secteur « Industrie manufacturière, commerce et services », la consommation d'électricité diminue de 0,1 TWh, tandis qu'elle augmente quelque peu dans le secteur industriel.

GWh



Source :Propres calculs 2019

Illustration 13 : Répartition sectorielle de la consommation d'électricité pour la période 2015 - 2040 selon le scénario cible

4.4. Dimension « sécurité énergétique »

4.4.1. Analyse - Secteur Électricité

Sécurité d’approvisionnement

Comparée au reste de l’Europe, la qualité de l’approvisionnement en électricité est très élevée au Luxembourg. En 2007, la durée moyenne des interruptions par point de raccordement était de 21,8 minutes par an¹⁷.

Production brute d’électricité

Les données relatives à la production brute d’électricité basées sur des (petites) installations de cogénération alimentées au gaz par le passé proviennent du rapport de l’ILR¹⁸. La production d’électricité à partir de gaz prévue a été estimée à 220 GWh/a en vertu du statu quo. Les autres données sont tirées du scénario de référence.

Tableau 14 : Production brute d’électricité au Luxembourg à l’horizon 2040

[GWh]	2016	2020	2030	2040
Biogaz	74	56	68	62
Gaz	220	220	200	180
Biomasse/biodéchets	67	192	271	267
Hydro-électrique (hors centrale de pompage)	104	93	100	107
Éolien	127	161	676	1 167
PV	100	251	616	729
Total	692	973	1 931	2 512

Source : Scénario de référence, ILR

Sources d’énergie domestique

La production d’électricité à partir d’énergies renouvelables constitue une source d’énergie domestique. En 2015, celle-ci s’élevait à environ 690 GWh, prise avec la production d’électricité domestique basée sur des installations à gaz décentralisées. Selon le scénario de référence, une augmentation à environ 2,55 TWh est prévue pour la période de 2020 à 2040. Outre les sources de production énumérées au Tableau 14, il

¹⁷ ILR, Chiffres Clés du Marché de l’Électricité, Année 2017 - Partie I

¹⁸ ILR, Chiffres Clés du Marché de l’Électricité, Année 2017 - Partie I

convient également de mentionner la centrale de pompage de Vianden. Avec une capacité de production de 1,3 GW et une capacité de stockage d'environ 5 000 MWh, il s'agit de l'une des plus grandes centrales de pompage d'Europe. Elle contribue de manière significative à la flexibilité du système et à la sécurité d'approvisionnement dans la Grande Région. Elle agit notamment comme un instrument de compensation précieux pour les trajectoires de production et les erreurs de prévision dans la production à partir d'énergies renouvelables, ainsi que pour les mesures de stabilisation du réseau.

Dépendance à l'égard des importations

La dépendance à l'égard des importations résulte de la consommation brute d'électricité moins la production domestique. Le Tableau 15 illustre les prévisions pour la consommation brute d'électricité en ktep et en TWh¹⁹. Étant donné qu'une importante hausse de la production d'énergies renouvelables est attendue au Luxembourg d'ici 2040, malgré une consommation brute d'électricité peu croissante, la dépendance à l'égard des importations passerait par conséquent d'un peu moins de 90 % en 2015 à 60 % en 2040. Les importations d'électricité du Luxembourg s'élèvent à plus de 75 % et proviennent principalement d'Allemagne.

Cette représentation ne tient pas compte des éventuels grands consommateurs d'électricité susceptibles de s'installer au Luxembourg dans un avenir plus ou moins proche.

Tableau 15 : Dépendance des importations d'électricité du Luxembourg

	2016	2020	2030	2040
Consommation brute d'électricité [ktep]	560	528	543	554
Consommation brute d'électricité [TWh]	6,52	6,14	6,31	6,44
Production domestique [TWh]	0,69	0,97	1,95	2,55
Dépendance aux importations [%]	89%	84%	69%	60%

¹⁹ Les modèles de la Commission européenne utilisent généralement l'unité ktep.

Source : Calculs propres basés sur l'ILR et le scénario de référence

Risques pertinents

À long terme, le Luxembourg est moins dépendant des importations d'électricité qu'avant, mais le reste tout de même beaucoup. Par conséquent, la sécurité d'approvisionnement du Luxembourg dépend également de la sécurité d'approvisionnement du reste de l'Europe. Il existe actuellement diverses études, telles que le Generation Adequacy Assessment (GAA) du Forum pentalatéral d'Énergie ou le Mid-Term Adequacy Forecast du REGRT-E (cf. chapitre 3.3.ii.), qui fournissent des conclusions sur la sécurité d'approvisionnement, pas uniquement pour les différents pays, mais pour l'ensemble de la région modèle. Étant donné que la sécurité d'approvisionnement du Luxembourg dépend notamment des capacités de production disponibles des pays voisins, cette approche permet également de tirer des conclusions par rapport à la sécurité d'approvisionnement du Luxembourg. Celles-ci tiennent également compte de variables telles que les centrales de production régénératives disponibles, les pannes imprévues de l'équipement ou des lignes, ou encore les fluctuations de la demande en fonction de la température. Ces études ont également permis d'établir des valeurs LOLE (« Loss Of Load Expectation ») spécifiques à chaque pays. Les valeurs LOLE indiquent les heures par an durant lesquelles l'approvisionnement ne peut pas être couvert par les capacités et les importations. Selon les scénarios et les modèles, les valeurs LOLE déterminées pour le Luxembourg sont faibles, mais positives. Cette situation de départ positive est notamment liée au fait que l'Allemagne prévoit également des mesures à moyen et long terme afin de garantir la sécurité d'approvisionnement (par exemple en développant les énergies renouvelables et, le cas échéant, les capacités de réserve). La situation de la France et de la Belgique était en revanche plutôt tendue ces dernières années, sans vraiment avoir d'impact sur le Luxembourg. D'après les résultats de ces études, le Luxembourg ne présenterait pas de risques significatifs en termes de sécurité d'approvisionnement à court terme. Même à plus long terme, les valeurs LOLE attendues sont inférieures aux seuils normalement fixés en Europe. Or, il est préférable de rester vigilant, car la situation de la sécurité d'approvisionnement de l'ensemble de la région pourrait devenir plus critique au vu des chiffres actuels. En effet, ni les pays limitrophes du Luxembourg ni le pays lui-même ne peuvent exclure totalement les éventuels problèmes de couverture des charges. Toutefois, d'ici 2023 et 2025, les mesures prises par le gouvernement visant à assurer la sécurité d'approvisionnement (en particulier, le marché des capacités en cours en France et le marché des capacités récemment annoncé en Belgique) devraient se faire ressentir. D'un autre côté, l'expansion des énergies renouvelables contribuera également à la sécurité d'approvisionnement, notamment grâce à une alimentation relativement stable provenant des éoliennes offshore en mer du Nord. En cas de réelle pénurie d'approvisionnement, on peut également s'attendre à

des réactions sur le marché, par exemple le développement de potentiels de flexibilité de charge, afin de couvrir la demande. Étant donné qu'une telle action reste réalisable à court terme, elle n'est pas encore, ou du moins pas entièrement incluse dans les études ci-dessus.

4.4.2. Analyse - Secteur Gaz

Production et stockage de gaz

Le Luxembourg n'extraît pas son propre gaz. Le pays couvre ses besoins en gaz par le biais des réseaux de transport des gestionnaires de réseau en amont en Belgique et en Allemagne, qui à leur tour assurent l'accès aux installations de production en mer du Nord, en Russie, au Qatar, aux Pays-Bas, etc. Les livraisons sont assurées par des gestionnaires de réseau et/ou par l'intermédiaire de sociétés commerciales et de livraison. La conception exacte de la couverture de la demande commerciale n'est pas disponible.

Le Luxembourg ne dispose pas non plus de collecteurs de gaz sur le territoire national. Par conséquent, le volume de gaz requis et les capacités de stockage et d'accueil correspondantes sont utilisés dans d'autres pays, en particulier dans les pays d'acheminement et de transit d'où provient généralement le gaz.

Dépendance à l'égard des importations

Comme le Luxembourg n'extraît ni ne stocke le gaz, il dépend entièrement des importations. Les volumes d'importation dépendent exclusivement de la consommation de gaz. Alors qu'en 2014, le Luxembourg avait acheté presque la même quantité de gaz en Allemagne qu'en Belgique, en 2017, suite à l'introduction du marché commun « BeLux », 81 % du gaz provenait de Belgique.²⁰.

Tableau 16 : Dépendance aux importations de gaz du Luxembourg

	2017	2020	2030	2040
Consommation de gaz [ktep]	770,2	773,5	784,5	795,6
Consommation de gaz [TWh]	8,96	9,00	9,12	9,25
Dépendance aux importations [%]	100%	100%	100%	100%

²⁰ ; ILR, Chiffres Clés du Marché du gaz naturel, Année 2017 - Partie I

Risques pertinents

En raison de la forte dépendance à l'égard des importations, la sécurité d'approvisionnement du Luxembourg dépend fortement des pays européens voisins. Les éventuels problèmes d'approvisionnement dans les pays limitrophes et l'ensemble de l'Europe affectent donc aussi directement le Luxembourg. Les pays voisins tels que la Belgique, l'Allemagne, les Pays-Bas et la France, disposent, en principe, d'une capacité de stockage de gaz suffisante pour couvrir les besoins de stockage pour l'approvisionnement des clients au Luxembourg, du moins en cas de problèmes d'approvisionnement à court terme. Les capacités de ligne, en revanche, sont suffisamment dimensionnées pour maintenir l'approvisionnement des clients protégés, même en cas de panne du plus grand point de raccordement au réseau. Étant donné la faible demande en gaz naturel, en particulier suite à la fermeture de la centrale turbine gaz-vapeur, les capacités techniques, du moins à la frontière allemande, ne sont pas entièrement exploitées par Creos, garantissant ainsi la disponibilité de capacités non interruptibles. D'après les déclarations de Creos, il serait toutefois possible d'exploiter à nouveau ces capacités en cas de changements en termes de consommation de gaz, afin d'assurer la sécurité d'approvisionnement. La réduction de la consommation de gaz, visée d'ici 2040 et au-delà, conduira aussi implicitement à une augmentation de la sécurité d'approvisionnement.

En vertu du règlement 2017/1938/UE du Parlement européen et du Conseil, le Luxembourg établit une coopération régionale avec les pays limitrophes et élabore successivement des évaluations de risques et des plans de prévention et d'urgence en vue d'assurer la sécurité d'approvisionnement. Par ailleurs, le règlement prévoit des mesures de coordination et de solidarité en cas de crise d'approvisionnement à travers les mécanismes du marché du gaz, basés sur des accords intergouvernementaux bilatéraux. Grâce au marché commun du gaz avec la Belgique, le Luxembourg profite déjà d'une coordination intergouvernementale étroite. Des traités intergouvernementaux supplémentaires pourraient contribuer à accroître davantage la sécurité d'approvisionnement grâce à des mesures d'urgence coordonnées.

Comme le gaz est également largement utilisé pour le chauffage et le refroidissement au Luxembourg, entre autres combustibles fossiles, le pays souhaite augmenter l'efficacité énergétique et favoriser l'utilisation accrue des énergies renouvelables dans la production de chaleur et de froid. Cela permettra notamment de réduire la dépendance à l'égard des importations en provenance de pays tiers à long terme.

4.5. Dimension « marché intérieur de l'énergie »

4.5.1. Interconnexion électrique

Interconnexions existantes et prévues

Le Luxembourg est actuellement raccordé directement avec ses trois pays voisins.

- Le réseau de transport de Creos est raccordé au réseau de transport allemand voisin (postes de Bauler et Trèves) via deux lignes doubles de 220 kV d'une capacité de transport totale nominale de 1 960 MW.
- Le réseau industriel Sotel est relié au réseau de transport belge d'Elia via une ligne double de 220 kV d'une capacité de transport totale nominale de 720 MW.
- De plus, Sotel est aussi relié en réseau électrique haute tension français de RTE d'une capacité de transport de 450 MW par une ligne de couplage.

Fin 2017, la mise en service du transformateur-déphaseur de Schiffange et la possibilité d'utiliser un circuit de la ligne de 220 kV vers Aubange par Creos ont permis l'intégration maillée du Luxembourg dans le réseau de transport européen, permettant également au réseau Creos d'être relié en permanence au réseau de transport belge d'un point de vue technique. Comme les fournisseurs de réseau Elia et Creos contrôle le transformateur-déphaseur de Schiffange, il est possible de coordonner le flux d'électricité entre la Belgique et l'Allemagne via le réseau de transport luxembourgeois. Cette liaison renforcée avec le réseau de transport belge contribue notamment à une plus grande sécurité d'approvisionnement. Bien que la commercialisation dans le cadre du couplage du marché européen ne soit pas prévue dans un avenir proche, cette piste sera réexaminée dans le cadre du développement ultérieur de la gestion des crises.

Creos prévoit actuellement les mesures suivantes pour l'expansion et le renforcement du réseau transfrontalier :

- Remplacement ciblé des lignes existantes par des câbles supraconducteurs à haute température (HTS) sur les postes existants
- Déploiement/renforcement de la ligne 220 kV vers l'Allemagne, avec une augmentation potentielle maximale de la capacité de transport nominale d'environ 2 600 MW sur les couloirs existants

Niveau d'interconnexion

Le niveau d'interconnexion est calculé à l'aide de trois méthodes différentes. Pour ce faire, la capacité d'interconnexion (n-0) est mise en rapport avec :

- la charge de pointe
- la capacité de production totale installée
- la capacité de production totale installée à partir d'EnR

Indépendamment de la définition concrète du niveau d'interconnexion, le Luxembourg surpasse de loin les objectifs visés pour 2020 et 2030. Comme mentionné ci-dessus, cette présentation ne tient pas compte de la charge de pointe supplémentaire d'environ 300 MW due à l'installation éventuelle d'un grand consommateur au Luxembourg. Si ce consommateur devait être raccordé au réseau, le niveau d'interconnexion du Luxembourg serait légèrement inférieur aux valeurs indiquées ci-dessous.

Tableau 17 : Niveau d'interconnexion du Luxembourg

	2016	2020	2030	2040
Capacité interconnecteur N-0 [MW]	3 130	3 130	6 546	6 546
Charge de pointe [MW]	1 150	1 220	1 320	1 720
Capacité de production totale [MW]	390	565	1 225	1 600
Capacité de production EnR [MW]	290	465	1 125	1 500
Niveau d'interconnexion des charges [%]	270	255	495	380
Niveau d'interconnexion prod. [%]	805	555	535	410
Niveau d'interconnexion EnR [%]	1 080	675	580	435

Source : Calculs propres selon Creos/Sotel, l'ILR et le scénario de référence

4.5.2. Infrastructure de transport de l'énergie

Analyse - Gaz

Le Luxembourg dispose actuellement de points de connexion au réseau avec ses trois pays limitrophes, tel que repris dans l'illustration 14. Le réseau de transport s'étend sur environ 290 km de conduites à haute pression et un total de 63 stations de distribution (stations de réglage de pression) vers les réseaux en aval. Ces dernières années, seules des améliorations mineures ont été apportées au réseau de transport, car l'expansion des principaux axes a été achevée. Selon Creos, seuls des compactages isolés auront lieu au niveau du réseau de distribution à l'avenir. Aucun changement significatif n'est donc prévu au niveau des longueurs de conduites agrégées au cours des prochaines années.

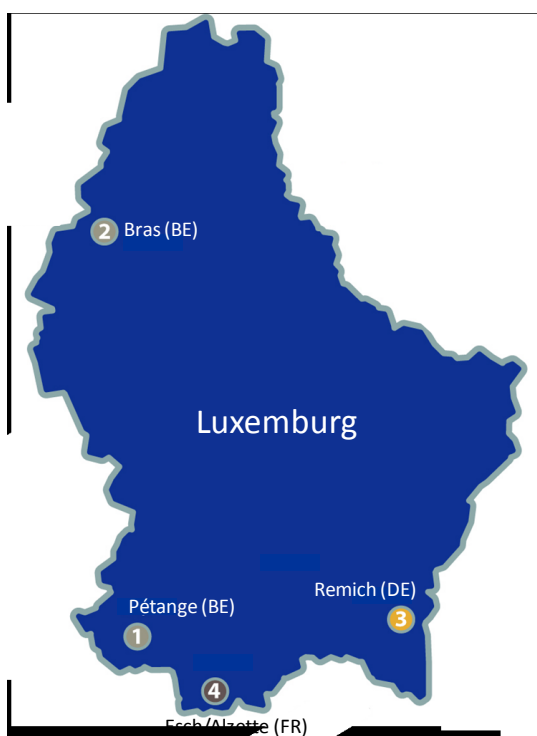


Illustration 14 : Représentation cartographique de la situation d'approvisionnement au Luxembourg

Source : Creos

Le Tableau 18 illustre les développements en matière de capacité aux points d'interconnexion existants et prévus par Creos.

Étant donnée une demande relativement faible, le point d'interconnexion frontalier d'Esch-sur-Alzette a été fermé en 2013, mais pourrait être réactivé si nécessaire. Cependant, ce point d'interconnexion n'approvisionne qu'une petite région et n'est pas connecté au réseau de transport de Creos.

La capacité d'entrée non interruptible au point d'interconnexion Remich est actuellement limitée à 100 000 Nm³/h.

Par conséquent, la capacité de transport sûre et non interruptible (n-1) est actuellement de 170 000 Nm³/h. Selon Creos, la charge de pointe actuelle du groupe de clients protégés est d'environ 140 000 Nm³/h. Ainsi, le Luxembourg remplirait donc ses obligations en termes d'infrastructure en vertu du règlement 2017/1938/UE. En raison du petit nombre de points d'interconnexion, ce règlement n'est cependant pas contraignant pour le pays. Il compte tout de même s'y conformer afin d'assurer l'approvisionnement en gaz des clients protégés.

En raison de la fermeture de la centrale Twinerg et de la forte baisse de la consommation de gaz qui en résulte, Creos ne voit pas la nécessité d'accroître sa capacité.

Creos est d'avis qu'aucune industrie grande consommatrice de gaz ne s'installera au Luxembourg.

Tableau 18 : Capacités existantes et futures des points d'interconnexion.

Esch/Alzette (FR)	20 000	20 000	20 000	20 000
Remich (DE)	150 000	150 000	150 000	150 000
Bras (BE)	110 000	110 000	110 000	110 000
Pétange (BE)	70 000	70 000	70 000	70 000
Total	350 000	350 000	350 000	350 000

Source : Creos

4.5.3. Marchés de l'électricité et du gaz, prix de l'énergie

La section 4.4 fait état de la consommation annuelle d'électricité et de gaz.

Le marché luxembourgeois de l'électricité compte actuellement 26 fournisseurs agréés, dont 14 étaient actifs sur le marché l'an dernier. Pour le marché du gaz, le nombre de fournisseurs agréés est de 14, dont 9 actifs²¹.

²¹ ILR, Chiffres Clés du Marché de l'Électricité, Année 2017 - Partie I; ILR, Chiffres Clés du Marché du gaz naturel, Année 2017 - Partie I

Les prix actuels de l'électricité et du gaz pour les clients finals sont indiqués ci-dessous.

Les prix de l'électricité englobent les coûts de réseau et sont indiqués hors taxes. La projection pour la période de 2020 à 2040 se base sur le scénario de référence PRIMES. Le modèle PRIMES ne précise pas les caractéristiques du client final, telles que la consommation annuelle ou le niveau de tension, etc.

En 2015, le prix du gaz pour un ménage de taille moyenne, taxes et frais d'utilisation de réseau compris, était de 13,77 €/GJ (soit 13,3 €₂₀₁₃/GJ). Le prix d'énergie net représentait environ 55 %. Le Luxembourg ne dispose actuellement pas de prévisions détaillées sur l'évolution future du prix du gaz. Dans l'hypothèse de l'évolution du prix de gros du gaz fixé par la Commission européenne avec une charge constante et d'autres éléments de prix, le prix du gaz devrait connaître une hausse d'environ 62 % d'ici 2040.

Tableau 19 : Évolution du prix de l'électricité et du gaz pour les clients finals.

	2015	2020	2030	2040
Prix moyen d'électricité pour le client final [€ ₁₃ /MWh]	116	126	137	148
Prix moyen du gaz pour le client final [€ ₁₃ / GJ]	13,3	16,6	19,5	21,5

Source : Primes Reference Scenario, propres calculs

4.6. Dimension « recherche, innovation et compétitivité »

4.6.i. Situation actuelle du secteur des technologies à faibles émissions de carbone

Jusqu'à présent, la recherche et le développement du Luxembourg se concentraient essentiellement sur les secteurs de la sidérurgie, de l'aviation et de l'automobile. Ces dernières années, cependant, le gouvernement a fait des efforts considérables pour se concentrer davantage sur les technologies de l'information et de la communication, la logistique, les technologies de santé, les matériaux, l'énergie et les technologies pour les énergies propres (« *cleantech* »). Les écotechnologies sont l'une des priorités de la stratégie nationale de diversification économique. Le Luxembourg a développé ses activités dans les domaines de la construction durable, de la mobilité durable et de l'économie circulaire de manière concrète. Les initiatives dans ces domaines sont conformes aux politiques de l'UE et aux diverses directives relatives à l'efficacité énergétique dans les bâtiments, aux systèmes de transport intelligents ou aux exigences en matière d'écoconception.

Grâce à l'industrie sidérurgique, le Luxembourg peut se prévaloir d'une longue tradition dans la recherche dans le domaine des matériaux. Aujourd'hui, le pays axe notamment ses recherches sur le développement de matériaux de construction durables. En effet, le Luxembourg compte entretemps trois équipes de recherche dans le domaine des matériaux photovoltaïques, qui concentrent leurs efforts sur le développement de modules photovoltaïques à couche mince optimisés en fonction des ressources.

Le Luxembourg dispose également de clusters d'innovation dédiés aux domaines de recherche susmentionnés. Parmi ceux-ci, on compte par exemple le Luxembourg CleanTech Cluster²² ou encore le « Wood Cluster »²³. Les acteurs de la recherche publique, dont l'Université du Luxembourg, y jouent un rôle clé. Il en va de même pour Luxinnovation, l'agence nationale luxembourgeoise pour la promotion de l'innovation et de la recherche, qui offre, quant à elle, des conseils personnalisés et des services de soutien aux parties prenantes et au gouvernement dans les domaines de la recherche et de l'innovation (accès à des moyens de financement, recherche de partenaires, création d'entreprises, etc.) et joue donc un rôle important au sein des réseaux européens dans ce domaine.

²² <https://www.luxinnovation.lu/cluster/luxembourg-cleantech-cluster/>

²³ <https://www.luxinnovation.lu/cluster/luxembourg-wood-cluster/>

4.6.ii. Niveau actuel des dépenses publiques et privées dans la recherche et l'innovation liées aux technologies à faibles émissions de carbone, nombre actuel de brevets et nombre actuel de chercheurs

Les principaux acteurs publics de la recherche dans le domaine des technologies à faibles émissions de carbone sont l'Institut luxembourgeois des sciences et technologies (LIST) et l'Université du Luxembourg. Leurs dépenses en recherche et innovation dans ce domaine s'élèvent actuellement à un total d'environ 20 millions d'euros. Les deux institutions emploient actuellement environ 160 chercheurs dans ce domaine et sont au total titulaires de 22 brevets ou familles de brevets affectés au domaine.

4.6.iii. Ventilation des trois principaux éléments constitutifs du prix actuel (énergie, frais de réseaux, taxes et TVA)

L'illustration 15 et l'illustration 16 montrent la ventilation du prix de l'électricité et du prix du gaz pour les clients résidentiels luxembourgeois en fonction des composants énergie, frais réseaux et taxes et TVA.

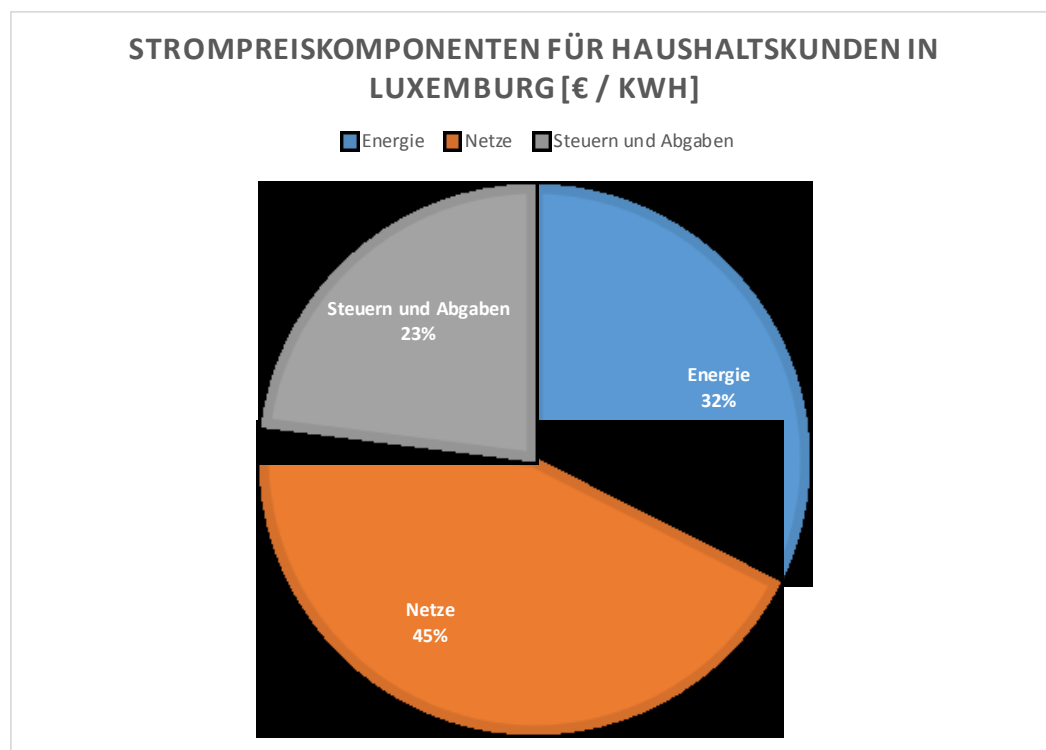


Illustration 15 : Composants du prix de l'électricité pour les clients résidentiels

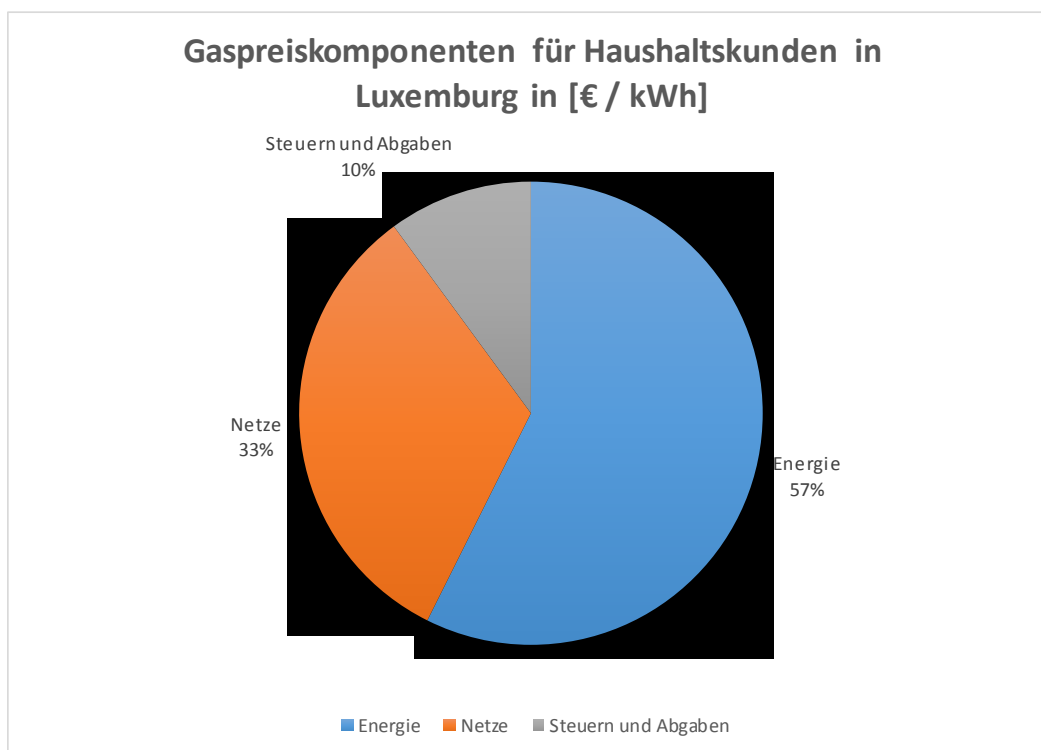


Illustration 16 : Composants du prix du gaz pour les clients résidentiels

4.6.iv. Description des subventions à l'énergie, y compris pour les combustibles fossiles

Le Luxembourg dispose d'instruments financiers gouvernementaux efficaces pour la promotion de l'efficacité énergétique et des énergies renouvelables. Ceux-ci sont expliqués plus en détail dans la section 3.1.1.iii. Les tarifs d'injection pour la production d'électricité à partir de sources d'énergies renouvelables (cf. section 3.1.2.i) en font partie.

Comme déjà expliqué dans la section 3.1.3.iv, le gouvernement luxembourgeois a mandaté une analyse sur les éventuelles incidences des subventions directes et indirectes et des allègements fiscaux sur le développement durable. Cette étude se base également sur les allègements fiscaux dans les secteurs de l'énergie et des transports. Les résultats de l'étude en cours serviront de base à toute modification.

5. Analyse d'impact des politiques et mesures planifiées

En vue de l'évaluation des incidences des politiques et mesures planifiées décrites dans la section 3, le gouvernement luxembourgeois a mandaté un consortium de consultants comprenant : l'Institut Fraunhofer pour la recherche sur les systèmes et l'innovation (Fh-ISI), Consentec GmbH, l'Institut für Ressourceneffizienz und Energiestrategien (IREES) et le Energy Economics Group de l'Université technique de Vienne (TU Wien). Le consortium s'est chargé de compléter les modèles déjà utilisés lors de projets précédents relatifs à la demande et l'approvisionnement en énergie et de les adapter aux exigences données, afin de fournir la base analytique la plus solide possible.

La modélisation des politiques et mesures planifiées a donné lieu au scénario cible présenté dans la présente section. D'une manière générale, notons que la modélisation correspondante et les projections qui en résultent font office d'orientation et restent cependant très incertaines. Ceci s'applique tout particulièrement à un petit système économique ouvert tel que le Luxembourg. Par conséquent, des décisions individuelles ou des décisions à l'étranger ou au niveau européen peuvent engendrer d'importantes variations par rapport au scénario cible.

Ceci s'applique également aux résultats de l'évaluation macroéconomique du présent plan en matière d'énergie et de climat présentés dans la section 5.2.

5.1. Incidences des politiques et mesures planifiées décrites dans la section 3 sur le système énergétique et sur les émissions et absorptions de gaz à effet de serre

Les mesures planifiées au Luxembourg sont très ambitieuses en termes d'efficacité énergétique et engendreront donc une baisse significative de la consommation finale d'énergie et des émissions de carbone dans les secteurs et applications concernés. En effet, l'utilisation accrue des énergies renouvelables au détriment des carburants fossiles renforce cette tendance, en plus des progrès réalisés en matière d'efficacité énergétique.

Les paragraphes suivants offrent un aperçu du scénario cible et de ses incidences sur le système énergétique et sur les émissions de gaz à effet de serre, ventilés en changements en termes de consommation d'énergie, contribution des énergies renouvelables et émissions de gaz à effet de serre. Une attention particulière est accordée à l'ensemble de mesures décrit dans la section 3. Il faut souligner ici que les mesures susceptibles d'avoir des incidences sont toujours analysées en tant qu'ensemble, car une analyse individuelle serait méthodologiquement incohérente et inefficace. Les incidences sont illustrées par rapport à l'évolution dans le scénario de référence.

La section 5.1.1 traite de l'évolution des émissions de gaz à effet de serre, la section 5.1.2 traite de l'évolution de la consommation d'énergie et la section 5.1.3 traite de l'évolution des énergies renouvelables.

5.1.1. Émissions et absorptions de GES

Les projections des émissions et des absorptions des gaz à effet de serre avec les politiques et les mesures planifiées sont résumées dans le Tableau 20. Les émissions de GES liées à l'énergie résultent de l'interaction entre l'évolution de la consommation d'énergie et celle des énergies renouvelables.

Tableau 20 : Émissions de gaz à effet de serre ETS et non-ETS pour la période de 2020 à 2040 dans le cas du scénario cible (avec mesures additionnelles), en kt CO₂éq

	2020	2025	2030	2035	2040
Emissions ETS sans trafic aérien international	1 376	1 238	1 074	966	861
Emissions non-ETS totales	7 677	6 032	4 726	3 717	2 739
Emissions non-ETS liées à la consommation énergétique	6 787	5 262	4 095	3 098	2 130
Industries du secteur de l'énergie	145	95	68	62	62
Industries manufacturières	176	150	119	108	75
Transports	5 077	4 004	3 289	2 548	1 865
Bâtiments résidentiels	933	685	418	248	46
Bâtiments tertiaires	403	287	172	108	62
Autres*	25	18	12	12	12
Emissions fugitives	29	24	17	13	8
Emissions non-ETS non liées à la consommation énergétique	890	770	632	619	609
Procédés industriels	112	106	80	70	64
Agriculture	699	607	515	508	503
Déchets	79	57	37	40	42
LULUCF	-390	-393	-401	-399	-397

* Les émissions sous Autres sont dues à la combustion dans la construction et dans l'agriculture

Source : Illustrations propres, 2019

En 2030, les secteurs non-ETS émettront un total de 4,7 millions t CO₂éq selon le scénario cible, ce qui équivaut à une réduction d'environ 55 % par rapport à l'année de référence 2005, avec une baisse encore plus importante des émissions exclusivement liées à l'énergie d'un peu plus de 57 %. Les émissions non liées à l'énergie des secteurs non-ETS diminueront d'environ 22 % d'ici 2030 par rapport à l'année de référence 2005. D'après le scénario cible, les émissions totales non-ETS devraient s'élever à 2,7 millions t CO₂éq.

Les émissions des installations ETS basées au Luxembourg sont estimées à environ 1 million kt CO₂éq en 2030, soit une diminution de près de 60 % par rapport à 2005.

Dans le secteur Utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie (UTCATF), les absorptions de GES devraient stagner à environ 0,4 million t CO₂éq.

Le Tableau 21 compare les projections du scénario cible à celles du scénario de référence (cf. Tableau 9 et Tableau 20). D'ici 2030, les politiques et mesures planifiées permettront donc de réduire d'environ 45 %

les émissions dans les secteurs non-ETS par rapport au scénario de référence. Dans le secteur ETS, cette différence est de -11 %. À noter une fois de plus que la baisse des émissions à l’horizon 2030 est de 55 % dans le scénario cible par rapport à l’année de référence 2005.

Tableau 21 : Comparaison des projections des émissions de gaz à effet de serre du scénario cible (avec mesures additionnelles) par rapport au scénario de référence (avec mesures additionnelles) pour la période de 2020 à 2040

	2020	2025	2030	2035	2040
Emissions ETS sans trafic aérien international	-1%	-5%	-11%	-15%	-19%
Emissions non-ETS totales	-9%	-28%	-45%	-58%	-69%
Emissions non-ETS liées à la consommation énergétique	-10%	-30%	-47%	-61%	-74%
Industries du secteur de l'énergie	-11%	-42%	-58%	-62%	-62%
Industries manufacturières	-10%	-27%	-42%	-52%	-68%
Transports	-7%	-28%	-44%	-59%	-71%
Bâtiments résidentiels	-18%	-39%	-62%	-77%	-96%
Bâtiments tertiaires	-18%	-33%	-54%	-69%	-81%
Autres*	0%	-27%	-54%	-54%	-55%
Emissions fugitives	-7%	-23%	-43%	-56%	-71%
Emissions non-ETS non liées à la consommation énergétique	0%	-9%	-23%	-23%	-24%
Procédés industriels	0%	0%	0%	0%	0%
Agriculture	0%	-10%	-23%	-24%	-25%
Déchets	0%	-20%	-46%	-41%	-37%
LULUCF	0%	0%	0%	0%	0%

* Les émissions sous Autres sont dues à la combustion dans la construction et dans l’agriculture

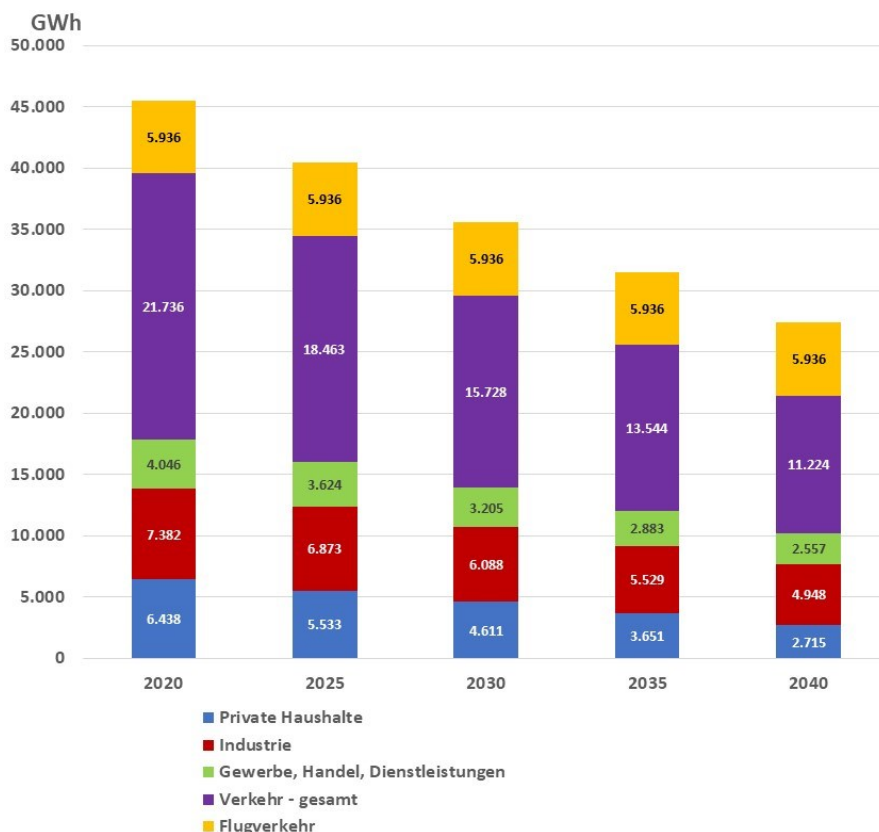
Source : Illustrations propres, 2019

5.1.2. Consommation d’énergie

Les mesures d’efficacité énergétique planifiées permettront de réduire la consommation finale d’énergie totale du Luxembourg de près de 40 % (18,2 TWh) entre 2020 et 2040, la faisant passer à un peu moins de 27,4 TWh (cf. Tableau 22). En 2030, la consommation finale d’énergie des différents secteurs du Luxembourg s’élèvera à 35 568 TWh (-22 % par rapport à 2020). La tendance des mesures d’efficacité énergétique se poursuivra jusqu’en 2040, réduisant la consommation totale d’énergie pour le Luxembourg d’un peu moins de 8,2 TWh (-23 % par rapport à 2030) entre 2030 et 2040.

Dans le scénario cible, les secteurs contribuant à la baisse de la consommation finale d’énergie prévue à l’horizon 2040 sont les ménages, avec une baisse de la consommation finale d’énergie d’un peu moins de 58 % (3,7 TWh) par rapport à 2020, l’industrie, avec une baisse de 33 % (2,4 TWh), l’industrie

manufacturière, avec une baisse d'un peu moins de 37 % (environ 1,5 TWh), et enfin les transports, avec une baisse d'environ 48 %, soit 10,5 TWh (cf. Illustration 17). Dans le cas du scénario cible, la consommation finale d'énergie du secteur des transports tombera à un peu plus de 11,2 TWh d'ici 2040 ; situation due en grande partie à la réduction prévue du « tourisme à la pompe ». D'après le scénario cible, la consommation énergétique finale (kérosène) du trafic aérien se maintiendra à un niveau constant tout au long de la période, à l'instar de l'évolution présumée dans le cas du scénario de référence.



Source : Propres calculs 2019

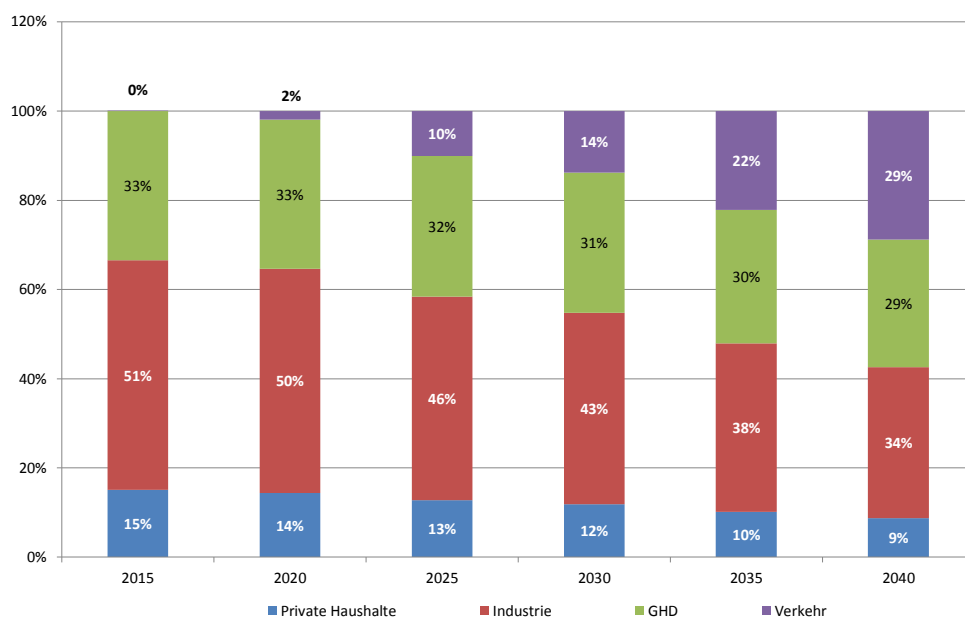
Illustration 17 : Évolution de la consommation finale d'énergie pour la période 2020 - 2040 dans le cas du scénario cible, ventilée par secteurs

Dans le scénario cible aussi, les parts des différents secteurs dans la consommation d'électricité subissent d'importants changements en raison des efforts poursuivis en matière d'efficacité ainsi que des différentes tendances et développements technologiques dans les applications de l'électricité et les technologies de production dans les secteurs de l'industrie manufacturière, des ménages, de l'industrie et des transports. Contrairement au scénario de référence, la part du secteur des transports augmente considérablement. La

part du secteur des transports représentera 29 % de la consommation totale d'électricité en 2040. Par conséquent, la part des autres secteurs (industrie manufacturière, ménages, industrie) baisse plus ou moins fortement (cf. Illustration 18).

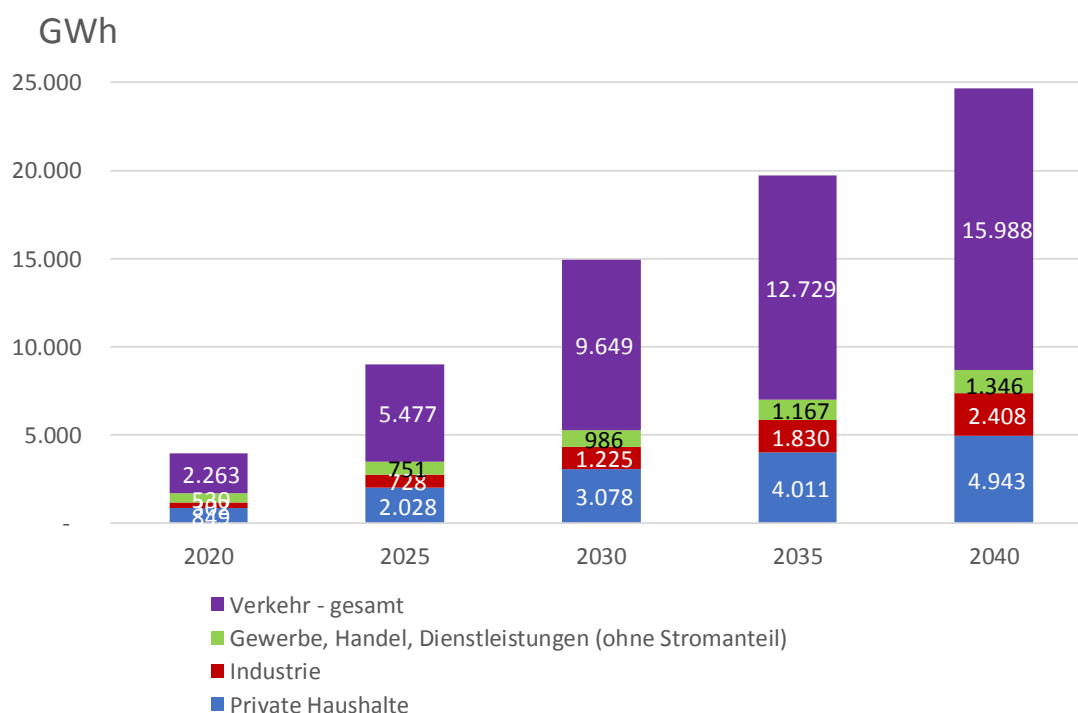
En termes absolus, la plus importante économie d'énergie (-10,5 TWh par rapport à 2020) réalisée sur toute la période est attribuable au secteur des transports, suivi de l'économie réalisée dans le secteur des ménages, des économies réalisées dans l'industrie manufacturière et de la réduction de la consommation d'énergie dans l'industrie (cf. Illustration 19).

GWh



Source : propres calculs 2019

Illustration 18 : Répartition sectorielle de la consommation d'électricité pour la période 2015 - 2040 selon le scénario cible



Source : Propres calculs 2019

Illustration 19 : Baisse de la consommation finale d'énergie (carburant, électricité) dans le scénario cible ventilée par secteurs pour la période 2020 - 2040

Le Tableau 22 illustre les incidences des politiques et des mesures d'efficacité énergétique planifiées dans le domaine de la consommation d'énergie et permet l'évaluation en pourcentage des incidences des politiques et des mesures planifiées dans le scénario cible (intensification des mesures existantes, développement ultérieur de stratégies de rénovation dans le secteur du bâtiment, adaptation de la taxe sur le carburant, raffermissement des exigences réglementaires et des normes minimales, engagement personnel, etc.) par rapport à la tendance du scénario de référence, qui tient compte uniquement des politiques et des mesures existantes. Toutes ces mesures planifiées vont en effet permettre de réduire considérablement la consommation finale d'énergie du scénario cible par rapport au scénario de référence ; consommation qui s'élève à un total de 35 568 GWh dans le scénario cible (cf. Tableau 22).

Pour finir, la dernière partie du Tableau 22 illustre les écarts en pourcentage de la consommation finale d'énergie dans le scénario cible par rapport à l'évolution correspondante dans le scénario de référence. Ceci permet une représentation claire des économies d'énergie réalisées grâce aux politiques et mesures planifiées.

Notons aussi que l'évolution future de la consommation énergétique du scénario de référence et du scénario cible se fonde essentiellement sur des calculs modèles, suivi d'un processus de discussion et de réflexion. Les statistiques nationales relatives à la consommation d'énergie des ménages, de l'industrie manufacturière, de l'industrie et des transports ont, elles aussi, servi de base commune aux deux scénarios, qui, de par leur nature, montrent des écarts dans l'évolution future. Par conséquent, le scénario cible montre une baisse de consommation beaucoup plus importante, qui reflète essentiellement l'incidence des mesures supplémentaires présentées dans la section 3 (par rapport au scénario de référence). En ce qui concerne l'évolution récente allant jusqu'en 2020, les différences visibles reflètent l'incertitude inhérente au processus de modélisation. Pour le secteur des transports, des données statistiques sur différents types de véhicules ou différents types de carburants (essence, diesel, gaz naturel) allant jusqu'en 2016 ont été utilisées. La consommation de carburant future du secteur des transports a ainsi été modélisée jusqu'en 2040 sur base de la trajectoire tendancielle de la consommation pour chaque type de carburant entre 2012 et 2016. Contrairement à la tendance à la baisse de consommation affichée durant cette période, les derniers chiffres pour 2017 (légère hausse), ainsi que les données du marché pour 2018 et 2019, qui ne figurent pas encore dans les rapports statistiques, indiquent une forte augmentation de la demande pour certains types de carburants dans le secteur des transports. Si ces chiffres s'avèrent exacts, un remaniement des mesures supplémentaires planifiées pourrait être nécessaire pour atteindre les objectifs spécifiques en matière d'énergie et de climat pour 2030.

Tableau 22 : Comparaison de la consommation finale d'énergie du Luxembourg du scénario de référence par rapport au scénario cible

Referenzszenario

Sektor	Einheit	<u>2020</u>	<u>2025</u>	<u>2030</u>	<u>2035</u>	<u>2040</u>
Endenergiebedarf insgesamt	GWh	49.483	49.412	50.506	51.279	52.065
Private Haushalte		7.287	7.561	7.689	7.662	7.658
Industrie		7.684	7.601	7.314	7.359	7.355
Gewerbe, Handel, Dienstleistungen		4.576	4.375	4.191	4.050	3.903
Verkehr - gesamt		23.999	23.940	25.377	26.273	27.213
Verkehr - Inlandsverkehr		6.745	6.814	7.304	7.870	8.185
Verkehr - Durchgangsverkehr		17.254	17.126	18.073	18.404	19.029

Zielszenario Paris Art. 2.1a

Sektor	Einheit	<u>2020</u>	<u>2025</u>	<u>2030</u>	<u>2035</u>	<u>2040</u>
Endenergiebedarf insgesamt	GWh	45.538	40.429	35.568	31.543	27.381
Private Haushalte		6.438	5.533	4.611	3.651	2.715
Industrie		7.382	6.873	6.088	5.529	4.948
Gewerbe, Handel, Dienstleistungen		4.046	3.624	3.205	2.883	2.557
Verkehr - gesamt		21.736	18.463	15.728	13.544	11.225
Verkehr - Inlandsverkehr		6.115	4.604	3.832	3.305	2.753
Verkehr - Durchgangsverkehr		15.621	13.859	11.896	10.239	8.472
Flugverkehr		5.936	5.936	5.936	5.936	5.936

Veränderung Zielszenario zu Referenzszenario

Sektor	Einheit	2020	2025	2030	2035	2040
Endenergiebedarf insgesamt¹	%	-8%	-18%	-30%	-38%	-47%
Private Haushalte		-12%	-27%	-40%	-52%	-65%
Industrie		-4%	-10%	-17%	-25%	-33%
Gewerbe, Handel, Dienstleistungen		-12%	-17%	-24%	-29%	-34%
Verkehr - gesamt		-9%	-23%	-38%	-48%	-59%
Verkehr - Inlandsverkehr		-9%	-32%	-48%	-58%	-66%
Verkehr - Durchgangsverkehr		-9%	-19%	-34%	-44%	-55%

Source : Illustrations propres 2019

Concernant la consommation finale d'énergie, le Tableau 23 et le Tableau 22 résument les incidences des politiques et des mesures d'efficacité planifiées sur la consommation totale de chaleur et d'électricité du Luxembourg et permettent une évaluation en pourcentage des incidences des politiques et des mesures planifiées du scénario cible pour la période 2020-2040.

Tableau 23 : Comparaison de l'évolution de la consommation de chaleur et d'électricité du Luxembourg dans le cas du scénario de référence et du scénario cible

Referenzszenario

Sektor	Einheit	2020	2025	2030	2035	2040
Wärmebedarf (ohne Stromanteil)	GWh	13.463	13.472	13.234	13.251	13.205
Strombedarf		6.141	6.260	6.314	6.367	6.441

Zielszenario Paris Art. 2.1a

Sektor	Einheit	2020	2025	2030	2035	2040
Wärmebedarf (ohne Stromanteil)	GWh	11.868	10.223	8.371	6.961	5.544
Strombedarf		6.112	6.457	6.416	6.553	6.568

Veränderung Zielszenario zu Referenzszenario

Sektor	Einheit	2020	2025	2030	2035	2040
Wärmebedarf (ohne Stromanteil)	%	-11,8%	-24,1%	-36,7%	-47,5%	-58,0%
Strombedarf		-0,5%	3,2%	1,6%	2,9%	2,0%

Source : Illustrations propres 2019

5.1.3. Énergies renouvelables

Les énergies renouvelables contribuent aujourd'hui de manière substantielle à la décarbonisation du secteur de l'énergie au Luxembourg et continueront dans ce sens. Le scénario cible présenté dans la section 2 indique la trajectoire à suivre pour atteindre une part d'EnR de 25 % par rapport à la consommation d'énergie finale brute à l'horizon 2030. Cette augmentation est d'autant plus significative, si l'on compare les volumes enregistrés aujourd'hui (6,4 % en 2017) à l'objectif 2020 (11 %). En plus d'une expansion massive des énergies renouvelables, une nette augmentation de l'efficacité énergétique et, par conséquent, une réduction de la consommation, comme indiqué dans la section précédente, seront donc nécessaires. Ce paragraphe se focalise sur les incidences sur le système énergétique des mesures supplémentaires visant à promouvoir davantage le développement des énergies renouvelables et à accroître leur contribution pour parer à la demande. Concrètement, l'attention se porte sur la production d'énergie et la part des énergies renouvelables qui en résulte selon le scénario cible par rapport au scénario de référence.

Le Tableau 24 illustre cela de manière détaillée. Ce tableau offre un aperçu sectoriel et global de la production d'énergies renouvelables dans le scénario de référence ainsi que dans le scénario cible. Ces données peuvent également être comparées directement afin de tenir compte du changement sous-jacent lorsqu'on vise le scénario cible au lieu du scénario de référence. En plus des volumes d'énergie absolus, ces données indiquent aussi la part relative des énergies renouvelables par rapport à la consommation (sectorielle) respective.

À première vue, le léger écart dans la balance nationale globale concernant l'énergie produite peut paraître surprenant. En comparant, par exemple, la production nationale totale absolue d'énergies renouvelables de l'année 2030, on constate une faible augmentation de 1,6 % (scénario cible vs scénario de référence). Au niveau sectoriel, en revanche, les écarts sont plus prononcés. Alors que la production d'énergies renouvelables dans le secteur de l'électricité augmente sensiblement (+30 % en 2030) et que le secteur du chauffage affiche une hausse de 3,6 %, les biocarburants affichent une baisse massive (-25,5 %) dans le secteur des transports, malgré une augmentation du taux d'additions (10 % au lieu de 8 %). Ceci est la conséquence de la baisse massive de la consommation de carburants dans le secteur des transports attendue dans le scénario cible (comparé au scénario de référence). Or, si l'on tient compte des contributions apportées par les solutions innovantes, telles que l'électromobilité, on observe une hausse significative de la part des EnR (+6,9 %) dans l'ensemble du secteur des transports.²⁴

En comparant les parts d'EnR relatives mentionnées pour l'année 2030, en d'autres termes, les parts d'EnR mesurées par rapport à la consommation énergétique respective (cf. Tableau 24), les grands écarts entre scénario cible et scénario de référence sautent aux yeux. Au lieu d'une augmentation marginale de 1,6 % de la balance nationale des volumes d'énergie absolus, on peut observer une augmentation de 51,5 % de la part des EnR dans la consommation finale brute d'énergie.²⁵ Les changements les plus importants se rapportent au secteur du chauffage, où l'augmentation est de 63,8 %. D'après la balance globale, la part des EnR du secteur des transports augmente également de 59,3 %, tandis que l'évolution du secteur de

²⁴ Les contributions des solutions innovantes sont calculées à l'aide d'un principe de comptabilisation multiple, conformément à la méthode de calcul révisée permettant de déterminer la part des EnR dans le secteur des transports.

²⁵ La consommation finale brute d'énergie est la valeur nécessaire pour établir les EnR cibles. Pour simplifier, elle se dégage des chiffres se rapportant à la consommation finale brute d'énergie du tableau 22, dans lequel, outre la consommation finale qui, selon le scénario cible, devrait être de 35 568 GWh en 2030, tous secteurs confondus, on tient également compte des pertes de transmission et de l'autoconsommation en termes d'électricité et de chauffage urbain dans le secteur de l'énergie, de l'ordre 291 GWh dans le scénario cible.

En outre, le règlement de l'UE impose ici un plafond pour la comptabilisation de la consommation énergétique du trafic aérien, de sorte que les États membres proportionnellement petits ne soient pas lésés. Selon le scénario cible, la consommation d'énergie liée au trafic aérien serait de 5 936 GWh en 2030, mais en raison du plafond, seuls 2 216 GWh seront pris en compte pour le calcul de la consommation finale brute d'énergie. Dans le cas du Luxembourg, cela implique donc une réduction notable de la consommation finale brute d'énergie servant de référence pour le calcul de la part totale des EnR, qui serait de 35 861 GWh sans le plafond du trafic aérien. En tenant compte de ce plafond, le scénario cible pour 2030 indique une consommation de 32 141 GWh (cf. Tableau 18).

l'électricité semble un peu plus modérée (+26,4 %). De manière générale, ceci illustre les changements importants en termes de consommation, tels que décrits dans la section précédente. Pour résumer, notons qu'une augmentation significative de la part des EnR requiert non seulement des mesures directes visant à accélérer le déploiement des énergies renouvelables, mais aussi des actions claires en matière d'efficacité énergétique.

Tableau 24 : Comparaison du déploiement des énergies renouvelables (production d'énergie et parts calculées par rapport à la consommation (sectorielle)) du scénario de référence avec le scénario cible

Referenzszenario

EE-Energieerzeugung, Energiemengen absolut						EE-Anteil, gemessen an (sektoraler) Nachfrage					
Einheit	2020	2025	2030	2035	2040	Einheit	2020	2025	2030	2035	2040
EE-Strom	752	1.249	1.731	2.071	2.332	%	11,9%	19,4%	26,5%	31,3%	34,7%
EE-Wärme	1.626	2.070	2.462	2.699	2.896		12,1%	15,4%	18,6%	20,4%	21,9%
EE-Biokraftstoffe	1.855	1.892	1.993	1.450	1.450		7,7%	8,0%	8,0%	5,6%	5,5%
EE-Verkehr, gesamt*	2.784	3.438	4.463	4.355	5.390		11,1%	13,5%	16,1%	15,1%	17,6%
EE-Gesamt, national	4.232	5.211	6.187	6.221	6.679		9,2%	11,2%	12,9%	12,8%	13,5%
EE-Kooperationsbedarf	1.000	2.917	4.833	4.833	4.833		2,2%	6,2%	10,1%	9,9%	9,7%
EE-Gesamt, inkl. Kooperation	5.232	8.128	11.020	11.054	11.512		11,3%	17,4%	23,0%	22,7%	23,2%
Vergleich: Bruttoendenergiebedarf**	46.119	46.717	47.913	48.773	49.650						

Zielszenario Paris Art. 2.1a

EE-Energieerzeugung, Energiemengen absolut						EE-Anteil, gemessen an (sektoraler) Nachfrage					
Einheit	2020	2025	2030	2035	2040	Einheit	2020	2025	2030	2035	2040
EE-Strom	748	1.563	2.251	2.680	3.150	%	11,9%	23,5%	33,6%	38,8%	45,4%
EE-Wärme	1.626	2.030	2.551	2.495	2.609		13,7%	19,9%	30,5%	35,8%	47,1%
EE-Biokraftstoffe	1.632	1.563	1.485	1.738	1.749		7,5%	8,8%	10,0%	14,4%	18,7%
EE-Verkehr, gesamt*	2.581	3.755	4.769	7.391	9.587		11,3%	18,4%	25,6%	40,4%	54,3%
EE-Gesamt, national	4.006	5.156	6.287	6.914	7.508		9,4%	13,9%	19,6%	24,8%	31,9%
EE-Kooperationsbedarf	1.000	1.374	1.748	1.748	1.748		2,3%	3,7%	5,4%	6,3%	7,4%
EE-Gesamt, inkl. Kooperation	5.006	6.530	8.035	8.662	9.257		11,8%	17,6%	25,0%	31,0%	39,3%
Vergleich: Bruttoendenergiebedarf**	42.587	37.203	32.141	27.926	23.526						

Veränderung Zielszenario zu Referenzszenario

EE-Energieerzeugung, Energiemengen absolut						EE-Anteil, gemessen an (sektoraler) Nachfrage					
Einheit	2020	2025	2030	2035	2040	Einheit	2020	2025	2030	2035	2040
EE-Strom	-0,5%	25,2%	30,0%	29,4%	35,0%	%, Veränderung, bezogen auf Referenzszenario	-0,1%	21,1%	26,4%	24,0%	31,0%
EE-Wärme	0,0%	-1,9%	3,6%	-7,6%	-9,9%		13,4%	29,2%	63,8%	75,6%	114,6%
EE-Biokraftstoffe	-12,0%	-17,4%	-25,5%	19,8%	20,6%		-2,5%	10,1%	25,6%	155,2%	242,3%
EE-Verkehr, gesamt*	-7,3%	9,2%	6,9%	69,7%	77,9%		1,9%	36,2%	59,3%	168,1%	208,9%
EE-Gesamt, national	-5,3%	-1,1%	1,6%	11,1%	12,4%		2,5%	24,2%	51,5%	94,1%	137,2%
EE-Kooperationsbedarf	0,0%	-52,9%	-63,8%	-63,8%	-63,8%		8,3%	-40,8%	-46,1%	-36,8%	-23,7%
EE-Gesamt, inkl. Kooperation	-4,3%	-19,7%	-27,1%	-21,6%	-19,6%		3,6%	0,9%	8,7%	36,9%	69,7%

*inkl. Multiplikationsfaktoren gemäß Berechnungslogik hinsichtlich des EE-Anteils im Verkehrssektor

**Unter Berücksichtigung der Deckelung des Energiebedarfs für Flugverkehr: Das EU-Regulativ schreibt eine Deckelung bei der Berücksichtigung des Energiebedarfs des Flugverkehrs dar, sodass im Falle vergleichsweise kleiner Mitgliedsstaaten hier keine Verzerrung bzw. Pönalwirkung entstehen würde. Der Energiebedarf für Flugverkehr liegt bei beiden Szenarien im Jahr 2030 bei 5.936 GWh – aufgrund der Deckelung werden hierfür jedoch nur 2.216 GWh für die Ermittlung des Bruttoendenergiebedarfs berücksichtigt. Im Falle Luxemburgs bedingt dies folglich eine merkbare Verminderung des als Bezugsgröße für den gesamten EE-Anteil relevanten Bruttoendenergiebedarfs – ohne Flugverkehrsdeckelung käme dieser beispielsweise gemäß Zielszenario im Jahr 2030 bei 35.861 GWh zu liegen, mit Berücksichtigung der Deckelung ergeben sich die angegebenen 32.141 GWh.

Source : Illustrations propres 2019

5.2. Incidences des politiques et mesures planifiées décrites dans la section 3 sur l'économie nationale, l'emploi, le climat social, ainsi que sur l'environnement et la santé

5.2.1. Évaluation des incidences macroéconomiques

L'évaluation macroéconomique du présent plan en matière d'énergie et de climat montre des incidences légèrement positives de l'ensemble de mesures planifiées sur les principaux indicateurs économiques à l'horizon 2030. Ces incidences sont à attribuer aux changements technologiques et comportementaux qui se dégagent des modèles ascendants dits « bottom-up » utilisés pour le scénario cible (cf. section 5.1.). L'évaluation a d'ailleurs uniquement pris en compte les changements dus aux politiques et mesures planifiées dans le scénario cible par rapport au scénario de référence. Le modèle de dynamique des systèmes ASTRA a permis d'évaluer les impulsions sous forme d'investissements supplémentaires (moins les investissements évités) dans l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables, l'évolution des dépenses en énergie, l'évolution des importations d'énergie primaire, les régimes d'aides et les mesures réglementaires²⁶. Ce modèle analyse non seulement les incidences directes des impulsions (p. ex. les incidences directes des mesures dans le secteur de la construction sur l'emploi) et les incidences indirectes (p. ex. les incidences sur un secteur lié au secteur direct à travers des intrants), mais aussi les incidences induites (effets indirects d'une meilleure croissance économique) sur l'économie.

D'après la modélisation, les politiques et mesures planifiées engendreront une augmentation supplémentaire du PIB d'environ 905 Mio EUR₂₀₁₆, soit 1,1 % d'ici 2030 par rapport au scénario de référence. Ce sont surtout les incitations à l'investissement dans le domaine de l'efficacité énergétique et des énergies renouvelables, la réduction des dépenses en énergie des ménages et des entreprises ainsi que la baisse des importations de combustibles fossiles qui ont un impact positif sur l'ensemble de l'économie. Malgré la prise en compte du financement des mesures, on constate un effet macroéconomique positif, qui se traduit par une hausse de l'emploi de 0,3 %, soit 1 470 salariés d'ici 2030 par rapport au scénario de référence. De plus, la réduction des dépenses en énergie des ménages et des entreprises continuera, d'ailleurs, d'avoir une forte incidence positive sur l'économie dans son ensemble après 2030.

Les conclusions de l'évaluation des incidences macroéconomique suggèrent que l'introduction d'un prix minimal du carbone à partir de 2021 permettrait également de compenser en partie les dépenses publiques supplémentaires liées aux régimes d'aide et aux subventions du scénario cible. Dans cette hypothèse, il

²⁶ Krail Michael, Sievers Luisa (2019), NECP Luxemburg – Makroökonomische Folgenabschätzung. Le rapport contient une description de l'approche méthodologique et du modèle ASTRA, ainsi qu'une description détaillée des impulsions et des résultats.

faudrait donc n'accepter qu'un déficit budgétaire plutôt moindre d'ici 2030. Les recettes générées grâce au prix minimal de carbone sont ici réparties « d'une manière équilibrée » entre des mesures concrètes de lutte contre le changement climatique et des mesures fiscales (p. ex. crédit d'impôt) et sociales en vue d'un allègement des charges sociales ciblé pour les ménages à faible revenu dans un souci d'équité sociale.

Cette tendance positive se voit renforcer par un évitement des coûts externes annuels liés au changement climatique se chiffrant à 700 Mio EUR₂₀₁₆ en 2030, soit un cumul de plus de 6 Mrd EUR₂₀₁₆ pour la période allant jusqu'en 2030 par rapport au scénario de référence. Ces coûts externes ne sont pas intégrés dans l'analyse macroéconomique des incidences, mais servent d'orientation pour les incidences financières négatives du changement climatique évitées.

Évolution des indicateurs macroéconomiques clés

Illustration 20 illustre les variations des principaux indicateurs macroéconomiques dues aux politiques et mesures planifiées par rapport au scénario de référence. Le Tableau 25 montre l'évolution absolue des principaux indicateurs macroéconomiques pour les années 2025 et 2030 dans le scénario de référence et dans le scénario cible, ainsi que dans le delta qui en résulte.

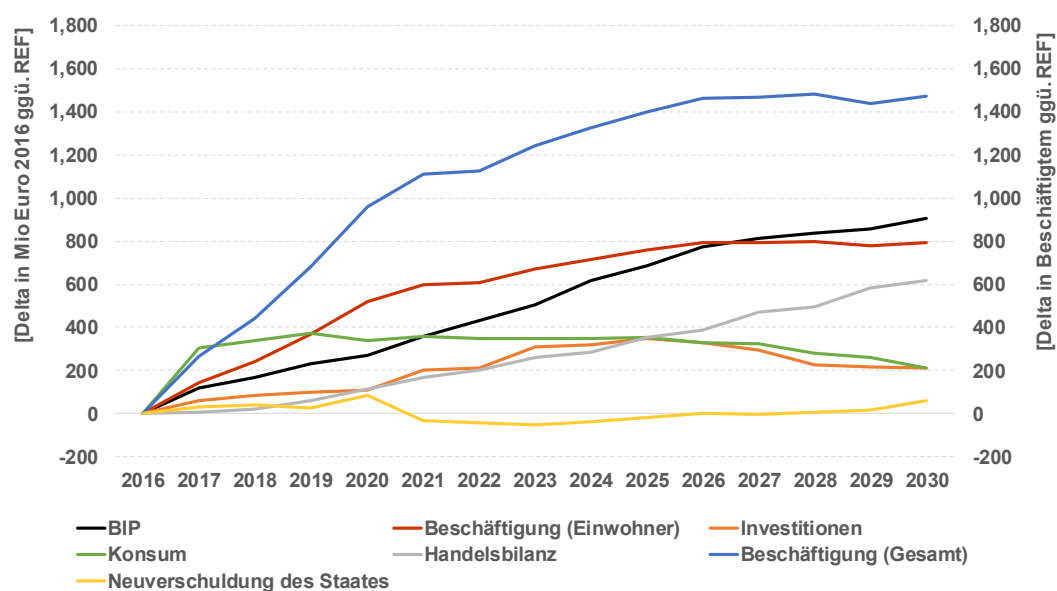


Illustration 20 : Variation absolue des principaux indicateurs macroéconomiques par rapport au scénario de référence en Mio EUR₂₀₁₆ (Source : Fraunhofer ISI)

Tableau 25 : Variation des principaux indicateurs macroéconomiques par rapport au scénario de référence (Source : Fraunhofer ISI)

Scénario	Indicateur	2025	2030	Unité
Référence	PIB	71 828	82 788	Mio. Euro 2016
	Emploi (habitant)	244 966	252 945	Salariés
	Emploi (total)	453 186	467 949	Salariés
	Investissements	13 510	15 666	Mio. Euro 2016
	Consommation du ménage	22 471	26 621	Mio. Euro 2016
	Revenu disponible du ménage	27 873	33 021	Mio. Euro 2016
	Balance commerciale	23 353	26 099	Mio. Euro 2016
	Consommation de l'État	11 772	13 568	Mio. Euro 2016
	Dette publique (total)	15 167	17 328	Mio. Euro 2016
Objectif	PIB	72 513	83 693	Mio. Euro 2016
	Emploi (habitant)	245 723	253 741	Salariés
	Emploi (total)	454 588	469 421	Salariés
	Investissements	13 858	15 878	Mio. Euro 2016
	Consommation du ménage	22 824	26 835	Mio. Euro 2016
	Revenu disponible du ménage	28 311	33 285	Mio. Euro 2016
	Balance commerciale	23 708	26 719	Mio. Euro 2016
	Consommation de l'État	11 833	13 926	Mio. Euro 2016
	Dette publique	15 166	17 408	Mio. Euro 2016
Delta	PIB	684	905	Mio. Euro 2016
	Emploi (habitant)	758	795	Salariés
	Emploi (total)	1 401	1 471	Salariés
	Investissements	348	212	Mio. Euro 2016
	Consommation du ménage	353	213	Mio. Euro 2016
	Revenu disponible du ménage	438	264	Mio. Euro 2016
	Balance commerciale	355	620	Mio. Euro 2016

Consommation de l'État	61	358	Mio. Euro 2016
Dette publique	-1	80	Mio. Euro 2016
Déficit budgétaire annuel	-17	60	Mio. Euro 2016
Coûts externes annuels évités	-412	-719	Mio. Euro 2016

D'après les estimations du modèle ASTRA, le PIB luxembourgeois augmenterait d'environ 905 Mio EUR₂₀₁₆ par rapport au scénario de référence. En termes de taux de croissance annuels du PIB réel, cela signifie une hausse de la croissance annuelle du PIB d'environ 0,08 % à l'horizon 2030. Sur la période allant jusqu'en 2030, le PNEC devrait déjà permettre d'augmenter le PIB d'environ 684 Mio EUR₂₀₁₆ en 2025.

Cette dynamisation de la croissance du PIB est due à l'augmentation de la consommation finale, mais aussi à un potentiel de production plus élevé dans le scénario cible par rapport au scénario de référence. La consommation finale des ménages, quant à elle, affiche une hausse d'environ 213 Mio EUR₂₀₁₆ en 2030 par rapport au scénario de référence. Cette augmentation résulte d'une hausse des revenus des ménages ainsi que des incitations directes à l'investissement pour les ménages. Le revenu disponible des ménages augmente en raison de la croissance du PIB sous-jacente et des subventions et primes supplémentaires mentionnées dans le scénario cible (p. ex., la prime sur l'achat de véhicules zéro émissions).

En 2025, l'écart de consommation des ménages par rapport au scénario de référence est légèrement plus élevé qu'en 2030. Cette légère baisse de croissance de la consommation est due à la compensation pour les investissements supplémentaires des ménages, tel que supposé dans le modèle. Par conséquent, après un investissement, une partie des revenus précédemment disponibles pour la consommation d'autres produits et services devra être imputée aux remboursements de crédits et aux paiements d'intérêts. Grâce aux investissements sans cesse stimulés et initiés jusqu'en 2030 au travers des mesures planifiées, les compensations annuelles augmenteront elles aussi jusqu'en 2030, réduisant ainsi la croissance de la consommation.

La dépendance des investissements endogènes à la consommation, ancrée dans la logique du modèle, a un impact similaire sur les investissements. D'ici 2030, le taux d'investissement connaîtra une hausse de 212 Mio EUR₂₀₁₆ par rapport au scénario de référence. Cette hausse des investissements est donc la conséquence de l'interaction entre les impulsions directes liées aux investissements modélisés dans le scénario cible et la légère augmentation de la consommation des ménages. La hausse des investissements d'environ 0,8 % en 2030 est donc largement influencée par l'augmentation de la consommation des ménages.

Les conclusions de l'évaluation des incidences macroéconomique suggèrent que la tarification du carbone permettrait de compenser en partie les dépenses publiques plus élevées en raison des mesures de soutien du scénario cible et de la baisse des recettes fiscales. Dans le scénario cible, le déficit budgétaire de l'État n'augmentera donc que d'environ 60 Mio EUR₂₀₁₆ en 2030 par rapport au scénario de référence. Au cours de la période donnée, les recettes issues de la tarification du carbone et les recettes publiques supplémentaires dues à une meilleure situation économique dépasseront même les dépenses accrues de l'État. Par conséquent, sur la période allant jusqu'en 2030, la dette publique ne connaîtra qu'une légère hausse d'environ 80 Mio EUR₂₀₁₆.

La baisse des importations de sources d'énergie fossile due à la réduction de la consommation de celles-ci constitue un facteur clé de la croissance du PIB par rapport au scénario de référence. Celui-ci fera donc augmenter la balance commerciale d'environ 620 Mio EUR₂₀₁₆ à l'horizon 2030 par rapport au scénario de référence. Ce modèle tient également compte de la hausse des importations dans le scénario cible par rapport au scénario de référence qui résulte de l'importation de technologies, notamment dans le domaine des énergies renouvelables. Par contre, la croissance économique légèrement plus élevée engendre aussi un taux d'exportation légèrement plus important.

Incidences sur l'emploi

Les incidences sur la valeur ajoutée brute sont dues à l'interaction entre les variations liées aux impulsions et les incidences liées aux investissements, à la consommation et aux intrants. Étant donné que l'évolution de la productivité du travail par secteur est identique dans le scénario cible et dans le scénario de référence, les incidences sur l'emploi découlent directement des variations de la valeur ajoutée brute. La valeur ajoutée brute est calculée à partir de la production totale d'un secteur, moins les intrants. Par conséquent, la valeur ajoutée peut elle aussi augmenter, si, grâce aux mesures d'efficacité énergétique ou matérielle, la production nécessite moins d'intrants. Les incidences sur l'emploi sont positives, à l'instar des incidences sur la valeur ajoutée. La valeur ajoutée brute plus élevée par rapport au scénario de référence engendre une demande d'emploi supplémentaire d'environ 1 400 salariés en 2025, soit 1 470 salariés (total, frontaliers inclus) en 2030 selon le scénario cible. Ceci représente une augmentation relative de 0,3 % en 2030 par rapport au scénario de référence.

Analyse des coûts externes liés au changement climatique évités

Dans le cadre de l'évaluation économique, les coûts externes évités jouent également un rôle et sont pris en compte séparément ici. Une analyse coûts-avantages complète des mesures de lutte contre le

changement climatique comprend des informations sur le niveau des coûts externes évités, car ils constituent un avantage par rapport à l'inaction.

UBA (2018)²⁷ fournit un ensemble de postes de coûts détaillés pour quantifier les coûts environnementaux externes. Les coûts évités sont ici uniquement déterminés en termes d'émissions de gaz à effet de serre évitées²⁸. Sur base d'un taux d'escompte réel de 1 %, l'Office fédéral de l'environnement (UBA) recommande des postes de coût pour les émissions de dioxyde de carbone de 180 EUR₂₀₁₆/t CO₂ pour 2016 à 205 EUR₂₀₁₆/t CO₂ à moyen terme (2030). Si on se base sur un taux d'escompte plus bas, les postes de coût correspondants seront bien plus élevés (de 640 à 670 EUR₂₀₁₆/t CO₂ sans escompte).

Étant donné que seules des données sur les émissions de carbone évitées étaient disponibles, la quantification des coûts externes évités se limite à celles-ci. La valeur obtenue doit donc être considérée comme un seuil inférieur, puisque des coûts environnementaux externes évités supplémentaires viendront sans doute s'ajouter. La répartition des émissions évitées se reflète également dans la répartition des coûts externes évités. Au total, un peu moins de 32 Mt d'émissions cumulées seront évitées d'ici 2030, équivalant à des coûts environnementaux externes évités (cumulés jusqu'en 2030) d'un peu plus de 6 Mrd EUR₂₀₁₆.

5.2.2. Incidences sur l'environnement et la santé

Une **évaluation stratégique environnementale** (EES) a été réalisée dans le cadre du plan national intégré en matière d'énergie et de climat. L'objectif de l'EES est d'éviter toute planification susceptible d'entraîner d'importants problèmes environnementaux. Elle vise à identifier, décrire et évaluer l'impact sur l'environnement d'un programme dans son ensemble, en amont et en complément des évaluations des incidences sur l'environnement liées aux différentes mesures planifiées. L'EES examine les incidences (y compris les corrélations possibles) sur les biens à protéger suivants :

- Personne, population et santé
- Flore, faune et biodiversité
- Sol
- Eau
- Climat et air
- Paysage
- Patrimoine culturel et matériel

²⁷ UBA (2018): Methodenkonvention 3.0 zur Ermittlung von Umweltkosten. Kostensätze. Dessau-Roßlau.

²⁸ D'autres coûts évités peuvent également être identifiés sur base d'incidences externes évitées telles que les polluants atmosphériques, la pollution sonore, les déchets, mais ne peuvent pas être pris en compte en raison du manque d'informations à ce sujet.

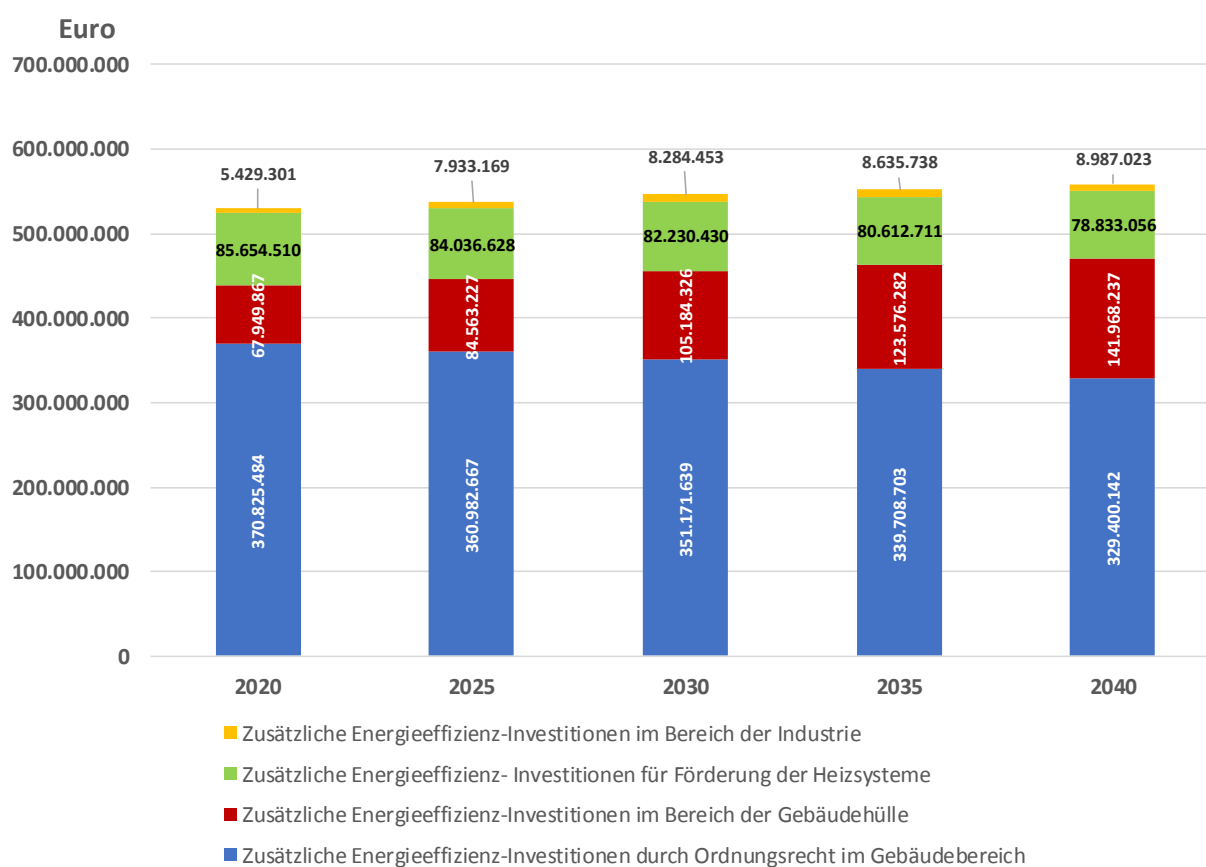
Les résultats de l'EES sont compilés dans un rapport environnemental.

Les incidences des politiques et mesures planifiées sur les émissions de polluants atmosphériques seront quantifiées dans le cadre de l'élaboration du futur programme national de lutte contre la pollution atmosphérique (NEC), en vertu de la directive (UE) 2016/2284 concernant la réduction des émissions nationales de certains polluants atmosphériques. Ceci permettra de garantir la cohérence entre le plan national intégré en matière d'énergie et de climat et le programme de lutte contre la pollution atmosphérique. Le cas échéant, le programme de lutte contre la pollution atmosphérique comprendra certaines dispositions d'exécution pour les mesures citées dans le présent plan (p. ex., pour l'utilisation de la biomasse pour la production d'énergie).

5.3. Aperçu des investissements nécessaires

5.3.1. Investissements en matière d'efficacité énergétique

Les investissements visant à accroître l'efficacité énergétique nécessaires à l'exécution des mesures s'élèvent à près de 530 millions d'euros en 2020 et augmenteront d'environ 6 % pour atteindre environ 560 millions d'euros d'ici 2040 (cf. Illustration 21). Le montant total résulte d'investissements supplémentaires en matière d'efficacité énergétique dans le secteur du bâtiment (enveloppe extérieure, systèmes de chauffage) et dans l'industrie.



Source :Propres calculs 2019

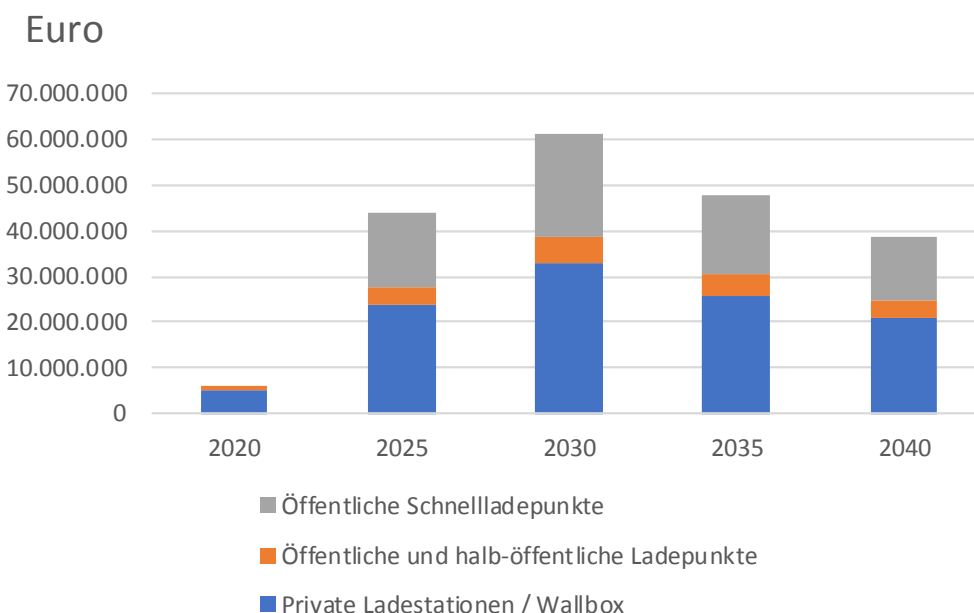
Illustration 21 : Investissements visant à accroître l'efficacité énergétique pour la période 2020 - 2040 ventilés par secteur

D'autres investissements sont également nécessaires dans le secteur des transports en raison de la mise en place d'infrastructures de (re)charge pour l'électromobilité (cf. Illustration 22). Ceux-ci peuvent être divisés en investissements dans

- des bornes de recharge privées (Wallboxes), avec un investissement moyen par borne de recharge de 1 000 euros,
- des bornes de recharge publiques et semi-publiques, avec un investissement moyen par borne de 10 000 euros, ainsi que
- des bornes de recharge rapide publiques, avec un investissement moyen de 150 000 euros.

Le déploiement des bornes de recharge augmentera considérablement entre 2020 et 2040 et culminera en 2030, lorsque 34 000 nouvelles bornes de recharge seront installées. D'ici 2040, le nombre de nouvelles bornes de recharge s'élèvera chaque année à environ 21 200 bornes ou stations de recharge, étant donné le réseau d'infrastructure actuellement déjà relativement bien développé. En comparaison, le nombre de nouvelles bornes de recharge pour l'année 2020 sera d'environ 5 200.

En 2020, l'investissement public total dans le domaine des nouvelles infrastructures de recharge pour l'électromobilité représente 6 % de l'investissement total, équivalant à un peu moins de 6 millions d'euros, et se chiffre donc à environ 350 000 euros. D'ici 2030, ce total passera à un peu plus de 13,5 millions d'euros, puis diminuera lentement pour atteindre environ 7,5 millions d'euros en 2040. En comparaison, l'investissement total passera à un peu plus de 61 millions d'euros d'ici 2030 et tombera ensuite à un peu moins de 39 millions d'euros d'ici 2040.



Source :Propres calculs 2019

Illustration 22 : Investissements dans les infrastructures de recharge pour l'électromobilité pour la période 2020 - 2040 ventilés par secteur

5.3.2. Investissements et soutien financier pour les énergies renouvelables

Les investissements nécessaires dans les technologies d'énergies renouvelables ainsi le soutien financier associé au déploiement et à l'exploitation des installations de production énergétique à partir de sources renouvelables (le cas échéant) sont au cœur de la présente analyse. Ces deux facteurs sont évidemment pris en compte dans les études économiques menées. En effet, les investissements permettent de donner une forte impulsion au tissu économique complexe d'un point de vue macroéconomique, et le soutien financier, quant à lui, engendre des coûts directs liés à l'exécution des mesures adoptées et des futures mesures. Le Tableau 26 offre une vue d'ensemble détaillée sur ce point. En effet, il indique les besoins en matière d'investissements et de soutien financier liés à la production d'énergie à partir de sources renouvelables, ventilés par secteur de l'énergie (électricité, chaleur, transport (biocarburants uniquement) pour la période allant jusqu'en 2040, et ce pour le scénario de référence et le scénario cible. Ces données peuvent également être comparées directement afin de tenir compte du changement inhérent lorsqu'on vise le scénario cible au lieu du scénario de référence.

Tandis qu'au cours de la prochaine décennie (2021 à 2030), selon le scénario de référence, l'investissement annuel total requis pour les nouvelles installations de production énergétique à partir de sources renouvelables sera d'environ 153 millions d'euros, dans le scénario cible; celui-ci dépassera nettement la barre des 200 millions d'euros atteignant environ 214 millions d'euros, soit une croissance d'environ 40 %.²⁹ Au cours de l'année 2030, les écarts sont plus faibles (+21,9 %), alors qu'en 2025, ces valeurs atteignent un pic de 93,4 %. La plus grande part des investissements est attribuable au secteur de l'électricité. En effet, il représente 64 % de l'investissement total au cours de la décennie selon le scénario cible, le reste (36 %) étant attribué aux installations d'énergies renouvelables du secteur du chauffage. Les raffineries destinées à la production de biocarburants sont situées dans les pays limitrophes et ne requièrent donc pas d'investissements au Luxembourg. Il en va de même pour la coopération EnR, car il s'agit d'énergies renouvelables produites à l'étranger.

²⁹ Dans le scénario de référence, l'investissement total cumulé pour la période de 2021 à 2030 s'élève à 1527 millions d'euros, alors que les investissements cumulés du scénario cible s'élèvent à 2142 millions d'euros.

Le soutien financier annuel requis pour la production d'énergies renouvelables selon l'estimation nette³⁰ du scénario cible se chiffre à environ 269 millions d'euros au cours de la prochaine décennie. Dans le scénario de référence, ce chiffre serait plus élevé (297 Mio €), dans la mesure où les objectifs visés à l'horizon 2030 engendreraient des dépenses massives pour la coopération EnR, bien que plutôt faibles (part EnR de 23 % au lieu de 25 %). Dans le scénario cible, ce sont les dépenses consacrées au secteur de l'électricité qui dominent ; environ 46 % du soutien financier total lié aux EnR de la prochaine décennie (2021 à 2030) incombent à l'électricité produite à partir d'énergies renouvelables, tandis que dans le scénario de référence, les dépenses consacrées à la coopération EnR représentent la part du lion (31 % du soutien financier total de la décennie).

Tableau 26 : Investissements et soutien financier pour les énergies renouvelables – comparaison entre scénario de référence et scénario cible

Referenzszenario

EE-Investitionsbedarf							EE-Förderbedarf						
Einheit		2020	2025	2030	Kumuliert		Einheit		2020	2025	2030	Kumuliert	
					21-30	2035						21-30	2035
						2040							2040
EE-Strom	Mio.€	95,5	73,0	73,0	860,4	53,4	EE-Strom	Mio.€	73,7	93,2	66,9	917,7	31,0
EE-Wärme		59,2	57,3	81,2	666,5	69,2	EE-Wärme		28,5	21,6	33,8	263,2	32,4
EE-Biokraftstoffe		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	EE-Biokraftstoffe		102,8	75,6	82,8	859,2	55,6
EE-Gesamt, national		154,8	130,3	154,3	1.526,9	122,6	EE-Gesamt, national		205,0	190,4	183,5	2.040,0	119,0
EE-Kooperationsbedarf		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	EE-Kooperationsbedarf		31,7	85,8	153,3	925,1	153,3
EE-Gesamt, inkl. Kooperation		154,8	130,3	154,3	1.526,9	122,6	EE-Gesamt, inkl. Kooperation		236,7	276,2	336,8	2.965,1	272,3
													265,7

Zielszenario Paris Art. 2.1a

EE-Investitionsbedarf							EE-Förderbedarf						
Einheit		2020	2025	2030	Kumuliert		Einheit		2020	2025	2030	Kumuliert	
					21-30	2035						21-30	2035
						2040							2040
EE-Strom	Mio.€	89,6	191,9	76,3	1.380,9	64,0	EE-Strom	Mio.€	73,9	146,8	92,0	1.239,8	32,0
EE-Wärme		59,2	60,0	111,7	761,6	38,8	EE-Wärme		28,5	28,7	51,5	352,8	15,4
EE-Biokraftstoffe		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	EE-Biokraftstoffe		79,6	62,4	61,7	673,4	66,6
EE-Gesamt, national		148,9	252,0	188,1	2.142,5	102,7	EE-Gesamt, national		182,0	237,9	205,2	2.266,0	114,1
EE-Kooperationsbedarf		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	EE-Kooperationsbedarf		31,7	41,2	53,0	423,8	0,5
EE-Gesamt, inkl. Kooperation		148,9	252,0	188,1	2.142,5	102,7	EE-Gesamt, inkl. Kooperation		213,7	279,1	258,3	2.689,8	114,6
													99,7

Veränderung Zielszenario zu Referenzszenario

EE-Investitionsbedarf							EE-Förderbedarf						
Einheit		2020	2025	2030	Kumuliert		Einheit		2020	2025	2030	Kumuliert	
					21-30	2035						21-30	2035
						2040							2040
EE-Strom	%, Veränderung, bezogen auf Referenzszenario	-6,2%	163,0%	4,5%	60,5%	19,9%	EE-Strom	%, Veränderung, bezogen auf Referenzszenario	0,3%	57,5%	37,6%	35,1%	3,4%
EE-Wärme		0,0%	4,8%	37,5%	14,3%	-44,0%	EE-Wärme		0,0%	33,0%	52,6%	34,1%	-52,4%
EE-Biokraftstoffe							EE-Biokraftstoffe		-22,6%	-17,4%	-25,5%	-21,6%	19,8%
EE-Gesamt, national		-3,8%	93,4%	21,9%	40,3%	-16,2%	EE-Gesamt, national		-11,2%	25,0%	11,9%	11,1%	-4,1%
EE-Kooperationsbedarf							EE-Kooperationsbedarf		0,0%	-52,0%	-65,4%	-54,2%	-99,7%
EE-Gesamt, inkl. Kooperation		-3,8%	93,4%	21,9%	40,3%	-16,2%	EE-Gesamt, inkl. Kooperation		-9,7%	1,1%	-23,3%	-9,3%	-57,9%
													-62,5%

³⁰ Par soutien financier on entend les financements directs requis de la société dus au déploiement ou à l'exploitation des installations de production énergétique à partir de sources renouvelables. Les recettes commerciales par exemple issues de la commercialisation d'électricité sur le marché de l'électricité, ne sont pas prises en compte dans l'estimation nette.

5.3.3. Incidences sur les frais d'utilisation du réseau de distribution

Au cours de la transition énergétique et du passage des sources d'énergie fossiles aux sources d'énergies renouvelables qui en découle, le réseau électrique revêt une importance particulière. La nécessité d'expansion des réseaux de distribution est principalement due aux changements de volumes et de la répartition spatiale des charges et des installations de production reliées aux réseaux de distribution. Le scénario de référence et le scénario cible indiquent tous deux une vaste expansion des installations de production énergétique à partir de sources renouvelables. Parallèlement, la charge augmente principalement en raison d'une hausse au niveau des pompes à chaleur et de l'électromobilité, susceptible de surcompenser la diminution de charge liée à l'efficacité et donc de créer en partie la nécessité d'étendre le réseau.

En 2007, année servant de référence, on compte des installations de production énergétique à partir de sources renouvelables avec une capacité installée d'un peu plus de 300 MW, dont les systèmes photovoltaïques et les éoliennes représentent la plus grande part de l'ordre d'environ 185 MW et 75 MW respectivement. D'après le scénario cible, la capacité de production d'énergies renouvelables devrait augmenter au total d'environ 2 500 MW, la capacité de production des systèmes photovoltaïques atteignant ainsi un peu plus de 1 800 MW et les éoliennes, environ 550 MW. En comparaison avec la situation actuelle, la capacité totale de production installée des installations de production énergétique à partir de sources renouvelables se verra multiplier par huit (contre seulement +1 500 MW au total dans le scénario de référence en raison de la diminution des capacités des systèmes photovoltaïques).

À côté de la capacité de production installée, il faut s'attendre à une augmentation des charges due aux véhicules électriques, au raccordement de pompes à chaleur électriques, mais aussi à la construction de nouveaux logements. Cette charge de pointe, causée par les consommateurs raccordés au réseau de distribution, est principalement à attribuer à la croissance des véhicules électriques, qui feront presque tripler la charge de point actuelle d'ici 2040 selon le scénario cible et la feront doubler selon le scénario de référence. Cette évolution se reflète dans les différents frais de réseau de distribution, qui augmentent d'environ 30 % dans le scénario de référence et d'environ 70 % dans le scénario cible d'ici 2030. Parallèlement, la charge totale de coûts se répartit sur un nombre beaucoup plus élevé d'utilisateurs finaux et une consommation d'électricité légèrement plus élevée, réduisant ainsi proportionnellement les coûts spécifiques.

De plus, l'évolution de la charge de pointe dépend de manière cruciale des mesures sous-jacentes en matière d'exploitation du réseau et de conception du marché, qui n'ont pas pu être prises en compte de manière globale dans la quantification en raison de leur complexité. Par conséquent, le développement ultérieur d'options de flexibilité (cf. chapitre 3.4.3.ii), telles que la gestion intelligente de la charge pour les véhicules électriques ou des incitations fondées sur le marché pour la demande systémique, devrait permettre de réduire considérablement la charge de pointe. Une nécessité d'expansion du réseau due à une hausse de charge devrait en principe pouvoir être amortie grâce à une augmentation simultanée de la capacité de production décentralisée, mais ce, uniquement à condition que la charge et la production se trouvent à proximité et soit corrélées dans le temps ou intégrées dans des solutions de stockage décentralisées. Notons aussi que, de manière générale, la nécessité d'étendre le réseau pour les systèmes photovoltaïques est plus élevée que pour les éoliennes, étant donné que ces dernières sont généralement reliées directement à des niveaux de réseau plus élevés. Ceci rend également la plus grande nécessité d'expansion du réseau du scénario cible plus plausible, vu que celui-ci prévoit beaucoup plus de systèmes photovoltaïques.

5.4. Incidences des politiques et mesures planifiées décrites dans la section 3 sur les autres États membres et la coopération régionale

Dans un petit pays ouvert comme le Luxembourg, les objectifs de la politique climatique et énergétique ont également une dimension transfrontalière. En fin de compte, seule la mise en œuvre des mesures décrites au chapitre 3 permettra de tirer les conclusions sur leurs incidences exactes sur les pays voisins et d'autres États membres. Ces incidences restent toutefois gérables en raison de la taille proportionnellement petite du Luxembourg.

Les projets d'infrastructures de transport touchant les déplacements des frontaliers auront certainement un impact transfrontalier. L'accord entre le Luxembourg et la France, qui prévoit de tels investissements, de l'ordre de 120 millions d'euros du côté luxembourgeois et de 110 millions d'euros du côté français (Lorraine), devrait d'ailleurs contribuer à cela. Actuellement, les exportations de carburant vers la région frontalière sont à l'origine du mauvais bilan carbone du Luxembourg. La tarification du carbone planifiée ainsi que l'augmentation des accises sur le diesel et sur l'essence devraient engendrer une réduction progressive de l'écart des prix du carburant entre le Luxembourg et les régions voisines.

Pour ce qui est des mécanismes de coopération, le Luxembourg s'est engagé contractuellement envers la Lituanie et l'Estonie (cf. section 3.1.2.ii.) à ce que les contreparties financières soient réinvesties dans de nouveaux projets concrets du domaine des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique. Le Luxembourg continuera de miser sur des mécanismes de coopération pour atteindre ses objectifs. La coopération future sur des projets concrets, que ce soit dans le cadre de la région du Benelux ou au niveau des plateformes existantes « Forum pentalatéral de l'Énergie » et « North Seas Energy Cooperation » (cf. section 1.4.), aura certainement un impact économique positif dans les domaines correspondants.

Bibliographie

Klobasa, M., Steinbach, J. & Pudlik, (2016) : Bewertung des Potenzials für den Einsatz der hocheffizienten KWK und der effizienten Fernwärme und Fernkälteversorgung Rapport du ministère de l'Économie luxembourgeois respectant l'obligation de rapport en vertu de § 14 de la directive 2012/27/UE du Parlement européen et du Conseil du 25 octobre 2012 relative à l'efficacité énergétique

Ministère de l'Économie (2017), Weiterentwicklung der Gebäuderenovierungsstrategie, <https://meco.gouvernement.lu/dam-assets/publications/rapport-etude-analyse/minist-economie/domaine-energie/bericht-weiterentwicklung-der-gebaeuderenovierungsstrategie-juli-2017/Bericht-Weiterentwicklung-der-Gebauderenovierungsstrategie-Juli-2017.pdf>, dernière vérification le 8.1.2019

Energieinstitut Vorarlberg & Vallentin+Reichmann (2017), Energieperspektiven Luxemburg 2010 – 2070
Gouvernement du Grand-Duché de Luxembourg Ministère de l'Économie (2017) : Weiterentwicklung der Gebäuderenovierungsstrategie – Weiterreichende Strategieansätze und Maßnahmen, rapport du Gouvernement du Grand-Duché de Luxembourg Ministère de l'Économie

PNAEE (2017), Quatrième plan national d'action en matière d'efficacité énergétique Luxembourg - élaboré en vertu de la directive 2012/27/UE du Parlement européen et du Conseil du 25 octobre 2012 relative à l'efficacité énergétique, modifiant les directives 2009/125/CE et 2010/30/UE et abrogeant les directives 2004/8/CE et 2006/32/CE, Gouvernement du Grand-Duché de Luxembourg Ministère de l'Économie

Les partis de la coalition DP, LSAP et déi gréng (2018), Accord de coalition 2018-2023

Ministère du Développement durable et des Infrastructures (2018), Modu 2.0 – Stratégie de mobilité durable

Gouvernement du Grand-Duché de Luxembourg (2018), Agenda 2030 – 3^{ème} Plan National pour un Développement Durable

Resch Gustav, F. Reitze, J. Steinbach, M. Ragwitz (2019), Empfehlungen zum Nationalen Energie- und Klimaplan 2030 (NEKP - 2030) für Luxemburg – Executive Summary. Une étude de l'IREEs, de

l'Université technique de Vienne (TU Wien) et de l'Institut Fraunhofer ISI mandatée par le ministère de l'Économie et le ministère du Développement durable et des Infrastructures. Vienne, Karlsruhe

Krail Michael, Sievers Luisa (2019), NECP Luxembourg – Makroökonomische Folgenabschätzung. Une étude de l'institut Fraunhofer ISI mandatée par le ministère de l'Environnement, du Climat et du Développement durable et le ministère de l'Énergie et de l'Aménagement du territoire. Karlsruhe