



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 du Luxembourg pour la période 2021-2030

-

Projet de mise à jour

Juillet 2023

Table des matières

1	Grandes lignes et procédure d'élaboration du plan	10
1.1	Résumé	10
1.1.1	Tableau récapitulatif des objectifs clés	10
1.1.2	Tableau récapitulatif des politiques et mesures clés	12
1.2	Aperçu de l'état actuel des politiques	16
1.2.1	Contexte	16
1.2.1.1	Structure administrative	17
1.2.1.2	Situation spécifique du Luxembourg	17
1.2.2	Politiques et mesures actuelles	18
1.2.2.1	Action climat	18
1.2.2.2	Efficacité énergétique	19
1.2.2.3	Énergies renouvelables	19
1.2.2.4	Mobilité durable	20
1.3	Consultations et participation des entités nationales et de l'Union et leurs résultats	21
1.4	Coopération régionale dans la préparation du plan	23
1.4.1	Forum Pentalatéral de l'Énergie - La plateforme de coopération régionale dans le domaine de l'énergie	23
1.4.2	North Seas Energy Cooperation - Coopération régionale dans le domaine des énergies renouvelables en mer	26
2	Objectifs généraux et objectifs spécifiques nationaux	30
2.1	Dimension "décarbonation"	30
2.1.1	Émissions et absorptions de GES	30
2.1.2	Energies renouvelables	33
2.1.2.3	Secteur de l'électricité renouvelable	39
2.1.2.4	Secteur de la chaleur renouvelable	42
2.1.2.5	Secteur des transports	45
2.1.2.6	Photovoltaïque	48
2.1.2.7	Eolien	50
2.1.2.8	Biogaz	51
2.1.2.9	Critères de durabilité et de gaz à effet de serre	52
2.1.2.10	Biomasse solide	53
2.1.2.11	Pompes à chaleur	54
2.1.2.12	Hydrogène	55
2.1.2.13	Coopération européenne	57
2.1.2.13.1	Accords de coopération bilatérale – transferts statistiques	57
2.1.2.13.2	Mécanisme de financement des énergies renouvelables de l'Union - REFM	59
2.1.2.13.3	Coopération européenne 2026 à 2030	59
2.1.2.14	Trajectoire intermédiaire et objectif global	61
2.2	Dimension "efficacité énergétique"	63
2.3	Dimension "sécurité d'approvisionnement énergétique"	82
2.4	Dimension "marché intérieur de l'énergie"	84
2.4.1	Interconnexion électrique	84
2.4.2	Infrastructures de transport de l'énergie	84
2.4.3	Intégration du marché	84
2.4.4	Précarité énergétique	85

2.5	Dimension "recherche, innovation et compétitivité"	89
2.5.1	Introduction	89
2.5.2	Stratégies et objectifs thématiques	89
2.5.3	Objectifs de financement de la RDI	91
2.5.4	Exemples d'activités RDI publiques et privées en lien avec la transition énergétique et l'action climat	92
3	Politiques et mesures	95
3.1	Dimension "décarbonation"	96
3.1.1	Emissions et absorptions de GES	96
3.1.1.1	Politiques et mesures transversales	96
N° 101	Loi relative au climat	100
N° 102	Renforcement de la gouvernance climatique au sein de l'administration gouvernementale	101
N° 103	Fonds Climat et Energie	102
N° 104	Fonds pour une transition juste	103
N° 105	Taxe CO ₂	104
N° 106	Pacte Climat 2.0 avec les communes	106
N° 107	Pacte Climat pour syndicats intercommunaux industriels	108
N° 108	Pacte Nature avec les communes	109
N° 109	Stratégie de décarbonation poursuivant l'objectif de la neutralité climatique de l'administration étatique dès 2040	110
N° 110	Projet de PDAT2023: la réduction progressive de l'artificialisation du sol et la concentration du développement aux endroits les plus appropriés	111
N° 111	Ville du quart d'heure	112
N° 112	Projets « Ceinture verte autour de l'agglomération de Luxembourg-Ville » et « Zone verte interurbaine » issus de la consultation internationale « Luxembourg in Transition »	113
N° 113	Formation professionnelle au niveau de l'enseignement secondaire dans le cadre de la transition énergétique et climatique	114
N° 114	Sensibilisation, information et conseil des citoyens promouvant le changement comportemental et cadre favorable à l'engagement citoyen	116
N° 115	National Centre of Excellence in Research (NCER) pour la transition énergétique et l'action climat	118
N° 116	Programme RDI stratégique pour la gouvernance de la transition énergétique et de l'action climat	119
N° 117	Soutenir la mise en place de chaires de recherche et de partenariats public-privé ou public-public auprès de l'Université du Luxembourg et auprès des centres de recherche publics	120
N° 118	Utiliser les outils de la finance durable et climatique pour décarboner	122
N° 119	Mise à l'échelle de projets de transition énergétique et climatique	124
N° 122	Réduire notre empreinte carbone basée sur la consommation	125
N° 123	Développement de statistiques, de modèles et d'indicateurs de suivi	127
3.1.1.2	Bâtiments	128
N° 301	Réglementation concernant la performance énergétique des bâtiments	130
N° 302	Décarbonation des bâtiments : phase-out des chauffages fossiles	132
N° 303	Obligation de rénovation énergétique pour les bâtiments publics	135
N° 304	Obligation de rénovation énergétique pour les bâtiments fonctionnels	137
N° 305	Une obligation de rénovation énergétique pour les bâtiments résidentiels n'est pas envisagée au Luxembourg	139
N° 306	Régime d'aides PRIME House 2017	140
N° 307	Régime d'aides Klimabonus Wunnen	141
N° 308	Digitalisation régime d'aides Klimabonus	143
N° 309	Préfinancement dans le cadre du régime d'aides Klimabonus Wunnen	144
N° 310	Régime d'aides « prêts climatiques »	145
N° 311	Régime d'aides individuelles au logement	146
N° 312	Régime d'aides à la pierre	147
N° 313	Incitations fiscales en faveur de la rénovation énergétique de logements	148

N° 314 Régime d'aides en faveur des communes	149
N° 315 Promotion de la construction durable	150
N° 316 Stratégie de rénovation à long terme des bâtiments	151
N° 317 Sensibilisation, information, guides et services de conseil en matière de bâtiments	152
N° 318 Formation d'une main d'oeuvre qualifiée et suffisante dans le secteur des bâtiments	153
N° 319 Rôle précurseur de l'Etat en matière de bâtiments	155
N° 320 Rôle précurseur du secteur public en matière d'efficacité énergétique	156
N° 321 Rôle précurseur des communes en matière de bâtiments	157
N° 322 Réduction des impacts environnementaux de la construction	158
N° 323 Décarbonation de chantiers de construction	159
N° 324 Exigences minimales de performance énergétique pour logements mis en location (incitatifs propriétaires)	160
N° 325 Facilitation de travaux énergétiques dans les bâtiments en copropriété	161
N° 326 Harmonisation des règles urbanistiques	162
N° 327 Entité nationale d'accompagnement de la rénovation énergétique, la décarbonation et la mise en oeuvre d'installations photovoltaïques pour bâtiments résidentiels	163
N° 328 Projet pilote « rénovation de quartiers – Differdange »	165
N° 329 Assistance aux ménages en précarité énergétique	166
3.1.1.3 Transports & Mobilité	167
N° 401 Plan national de mobilité 2035	167
N° 402 Modu 2.0	168
N° 403 MMUST et Mobimpact	169
N° 404 Promotion de la mobilité active	170
N° 405 Promotion des transports publics	171
N° 406 Promotion de services de mobilité innovants	172
N° 407 Sensibilisation, information et services de conseil en matière de mobilité	173
N° 408 Mise en place d'un cadre pour le télétravail	174
N° 409 Limitation du besoin en mobilité - promotion des espaces de coworking	176
N° 410 Promotion de l'électrification du parc automobile immatriculé au Luxembourg	177
N° 411 Mise en place d'une infrastructure de charge publique	178
N° 412 Electrification du parc automobile des pouvoirs adjudicateurs et des entités adjudicatrices (Etat, communes, syndicats de communaux,...)	179
N° 413 Electrification du parc automobile étatique	180
N° 414 Electrification complète du réseau de bus RGTR jusqu'en 2030	181
N° 415 Obligation d'incorporation de biocarburants durables aux carburants routiers	182
N° 416 Biométhane dans le secteur des transports	184
N° 417 Carburants durables d'aviation à l'aéroport national	185
N° 418 Déploiement d'une infrastructure pour carburants alternatifs	186
N° 419 Taxe sur les véhicules routiers	187
N° 420 Taxe d'immatriculation sur les véhicules routiers révisée	188
N° 421 Avantage fiscal pour les voitures de fonction	189
N° 422 Leasing social automobile	190
N° 423 Régime d'aides pour véhicules à zéro émissions de CO ₂	191
N° 424 Régime d'aides pour l'installation de bornes de charge privées pour véhicules électriques	192
N° 425 Régime d'aides en faveur des entreprises investissant dans des infrastructures de charge pour véhicules électriques	193
N° 426 Régime d'aides en faveur de l'acquisition de véhicules utilitaires lourds à zéro émission	194
N° 427 Stratégie de décarbonation du transport de marchandises et du secteur logistique	195
N° 428 Eurovignette	196
N° 429 Faciliter l'installation de bornes de recharge	197
N° 430 Réductions de vitesse du trafic motorisé	198
N° 431 Système d'échange de quotas d'émission de gaz à effet de serre (SEQE) - aviation	200
3.1.1.4 Industrie	201

N° 501	Système d'échange de quotas d'émission de gaz à effet de serre (SEQE/ETS)	202
N° 502	Régime d'aides visant à compenser les surcoûts liés au système ETS pour la période 2021-2030	203
N° 503	Accord volontaire relatif à l'amélioration de l'efficacité énergétique dans l'industrie(jusqu'à 2023 inclus)	204
N° 504	Accord volontaire relatif à la décarbonation et à l'amélioration de l'efficacité énergétique dans l'industrie (à partir de 2024)	205
N° 505	Audits énergétiques obligatoires pour entreprises	206
N° 506	Audits énergétiques obligatoires pour entreprises (Révision EED 2023)	207
N° 507	Obligation d'audit énergétique et monitoring/optimisation pour bâtiments fonctionnels d'une surface supérieure à 1.000 m ²	208
N° 508	Obligation de décarbonation par un phase-out fossile accéléré pour les bâtiments fonctionnels d'une surface supérieure à 1.000 m ²	210
N° 509	Obligations de monitoring et d'amélioration de l'efficacité énergétique pour centres de données	212
N° 510	Feuille de route de décarbonation de l'industrie	213
N° 511	Pacte climat pour les entreprises (PME) (Klimapakt fir Betriber)	214
N° 512	Régime d'aides en faveur des entreprises - protection de l'environnement	215
N° 513	Fit4Sustainability	216
N° 514	SME Packages Sustainability	217
N° 515	Régime d'aides en faveur des entreprises - protection de l'environnement (Révision)	218
N° 516	Aides au fonctionnement liées aux contrats pour différence	219
N° 517	Mécanisme de partage de risques liés aux projets d'efficacité énergétique et de décarbonation des entreprises	220
N° 518	Régime d'aides en faveur des entreprises - recherche, développement et innovation	221
N° 519	Modernisation de la bonification d'impôt pour les investissements effectués dans le cadre d'un projet de transition énergétique et écologique	222
N° 520	Révision des textes législatifs en vue d'accélérer les procédures d'autorisation pour les projets de décarbonation	223
N° 521	Stratégie économie circulaire « Kreeslafwirtschaft Lëtzebuerg »	224
N° 522	Pôle de recherche public-privé en matière de CCU et DAC	225
N° 523	Règlement n° 517/2014 (F-Gas II) pour la réduction des émissions de gaz à effet de serre fluorés	226
N° 524	Renforcement de la réglementation relative au contrôle d'étanchéité des équipements frigorifiques, climatiques et thermodynamiques	227
N° 525	Ratification de l'amendement de Kigali	228
N° 526	Conseil aux entreprises pour le remplacement de leurs équipements fonctionnant avec des HFC par des équipements sans HFC et action de récupération collective d'appareils discontinués - action SuperDrecksKëscht	229
N° 527	Interdiction de certains gaz fluorés dans les systèmes de climatisation des véhicules à moteur	230
N° 528	Proposition de renforcement du règlement européen n° 517/2014 (F-Gas II) pour la réduction des émissions de gaz à effet de serre fluorés	231
3.1.1.5	Déchets	232
N° 601	Lois Déchets et PNGDR	232
N° 602	Soutien à une économie circulaire « Null Offall Lëtzebuerg »	233
N° 603	Stratégie économie circulaire « Kreeslafwirtschaft Lëtzebuerg »	234
N° 604	Incinération des déchets	235
N° 605	Systèmes de récupération du méthane	236
N° 606	Valorisation des déchets de verdure	237
N° 607	Valorisation des déchets organiques	238
N° 608	Réduction des matériaux à l'usage unique	239
N° 609	Décharge	240
N° 610	Décharge inertes	241
N° 611	Gestion des eaux usées	242
N° 612	Épuration des eaux usées	243
N° 613	Épuration des eaux usées	244

N° 614 Stratégie de valorisation des boues d'épuration	245
3.1.1.6 Agriculture	246
N° 701 Aide favorisant la réduction de la charge de bétail	246
N° 702 Aide favorisant l'utilisation d'additifs alimentaires pour réduire les émissions de méthane dues à la digestion	247
N° 703 Aide favorisant la conversion et le maintien de l'agriculture biologique	248
N° 704 Aide favorisant l'injection de lisier et le compostage du fumier	249
N° 705 Aide favorisant l'incorporation du fumier (Eco-scheme)	250
N° 706 Prime pour l'instauration d'une agriculture durable et respectueuse de l'environnement	251
N° 707 Aide aux investissements agricoles – Machines et équipement agricoles/viticoles et horticoles	252
N° 708 Aide aux investissements agricoles - Bâtiments et installations fixes	253
N° 709 Cadre légal concernant l'utilisation de fertilisants azotés dans l'agriculture	254
N° 710 Conseil agricole	255
N° 711 Cadre légal concernant le plafonnement du nombre de têtes de cheptel par exploitation	256
3.1.1.7 LULUCF	257
N° 801 Sylviculture - gestion des forêts	257
N° 802 Protection de la surface forestière totale	258
N° 803 Mise en place de forêts en évolution libre sans récolte de bois	259
N° 804 Création de zones strictement protégées dans les forêts publiques avec récolte de bois limitée	260
N° 805 Conservation des arbres à grande biodiversité et du bois mort dans les forêts productives	261
N° 806 Limitation des niveaux de récolte dans les écosystèmes forestiers naturels publics vulnérables	262
N° 807 Valorisation accrue du bois, issu des forêts luxembourgeois, comme matériau de construction	263
N° 808 Gestion forestière durable des forêts publiques	264
N° 809 Régimes d'aides pour la gestion durable des forêts privées	265
N° 810 Aide favorisant l'agroforesterie sur les terres agricoles	266
N° 811 Aide à l'installation de cultures dérobées et sous-semis	267
N° 812 Aide favorisant la transformation d'une terre arable en prairie permanente	268
N° 813 Aide favorisant la rotation et la diversification des cultures sur terres arables	269
N° 814 Prime pour l'instauration d'une agriculture durable et respectueuse de l'environnement (Viticulture)	270
N° 815 Aide favorisant le travail du sol réduit	271
N° 816 Aide favorisant la conversion et le maintien de l'agriculture biologique (MAE)	272
N° 817 Aide à l'installation de surfaces non-productives	273
N° 818 Aide à l'installation de bandes non-productives	274
N° 819 Terres urbanisées - Amendement des sols urbains, supports de végétation, en carbone organique stable visant à maximiser leurs stocks de carbone	275
N° 820 Terres urbanisées - Interdiction de la mise en place de couverts minéraux à but esthétique (« jardins de graviers ») et incitation à la conversion des jardins de graviers existants	276
N° 821 Terres urbanisées - Mettre en production des zones délaissées urbaines dans le but de produire de la biomasse non alimentaire (paysage productif)	278
3.1.2 Energies renouvelables	279
N° 201 Rémunérations pour l'électricité produite à partir des sources d'énergie renouvelables	280
N° 202 Sensibilisation, information et services de conseil en matière de sources d'énergie renouvelables	282
N° 203 Révision des textes législatifs en vue de supprimer, réduire ou faciliter ou accélérer les procédures d'autorisation	283
N° 204 Coordination des procédures relatives aux décisions concernant les énergies renouvelables	284
N° 205 Installer un système photovoltaïque sur tous les bâtiments résidentiels	285
N° 206 Appels d'offres pour centrales photovoltaïques de grande puissance	286
N° 207 Obligation "PV ready" pour bâtiments industriels et agricoles	287
N° 208 Appels d'offres pour centrales photovoltaïques en mode autoconsommation	288
N° 209 Projet d'appel d'offres pour installations photovoltaïques au sol (agri-PV)	289
N° 210 Cadre de promotion de l'autoconsommation, des communautés et des coopératives énergétiques	290
N° 211 Cadastre solaire sur le géoportail luxembourgeois	291

N° 212	Obligation de déclarer les revenus d'une centrale PV : limite relevée de 4 kW à 30 kW	292
N° 213	Baisse du taux de TVA pour les installations photovoltaïques à 3%	293
N° 214	Rémunérations pour le biogaz injecté dans le réseau de gaz naturel	294
N° 215	Stratégie biogaz et nouveaux incitatifs (financiers et autres) pour le biogaz	295
N° 216	Stratégie hydrogène	297
N° 217	Rémunération pour la production d'hydrogène renouvelable	298
N° 218	Connexion à une infrastructure européenne de transport d'hydrogène	299
N° 219	Facilitation du recours aux contrats de fourniture d'électricité renouvelable à long terme par un instrument de réduction des risques	300
N° 220	Coopération transfrontalière : Mécanisme européen de financement des énergies renouvelables	301
N° 221	Mesures de coopération avec des Etats membres de l'UE en matière d'énergie renouvelable: Transferts statistiques	302
N° 222	Promotion de réseaux de chaleur et de froid efficaces	303
N° 223	Promotion de la géothermie moyenne et profonde	304
3.1.3	Autres éléments de la dimension	306
3.2	Dimension "efficacité énergétique"	307
N° 120	Mécanisme d'obligations en matière d'efficacité énergétique (EEOS)	309
N° 121	Mécanisme d'obligations en matière d'efficacité énergétique (EEOS) : révision 2021	310
3.3	Dimension "sécurité d'approvisionnement énergétique"	314
N° 901	Rapport sur la sécurité d'approvisionnement dans le secteur de l'électricité au Luxembourg	314
N° 902	Rapport sur la sécurité d'approvisionnement dans le secteur de gaz au Luxembourg	315
N° 903	Plan de préparation aux risques du Luxembourg pour le secteur de l'électricité	316
N° 904	Plan d'urgence relatif à la sécurité d'approvisionnement en gaz naturel du Luxembourg	317
N° 905	Plan d'action préventif	318
N° 906	Réserve de pétrole	319
N° 907	PLEF Support Group "Security of Supply"	320
N° 908	BeLux Crisis Group for natural gas	321
N° 909	Groupe de coordination UE pour l'électricité	322
N° 910	Groupe de coordination UE pour le gaz	323
N° 911	Sécurité d'approvisionnement dans le secteur de l'hydrogène au Luxembourg	324
N° 912	Plans de développement des réseaux	325
3.4	Dimension "marché intérieur de l'énergie"	326
3.4.1	Infrastructures électriques	326
N° 1001	Projet 380	326
N° 1002	Renforcement du réseau nationale haute tension	327
3.4.2	Infrastructures de transport de l'énergie	328
3.4.3	Intégration du marché	328
N° 1003	Smart Meter Rollout	330
N° 1004	Plateforme de données énergétiques	331
N° 1005	Cadre réglementaire pour l'agrégation	332
N° 1006	Nouvelle structure tarifaire pour les tarifs d'utilisation du réseau	333
N° 1007	Prix dynamiques d'électricité	334
N° 1008	Facilitation de partage d'électricité et de communautés énergétiques	335
N° 1009	Soutien aux contrats à long terme (power purchase agreements PPA)	336
3.4.4	Précarité énergétique	337
3.5	Dimension "recherche, innovation et compétitivité"	338
3.5.1	Mesures spécifiques RDI	338
3.5.2	Autres mesures du PNEC en lien avec des activités RDI	339
3.5.3	Financement et coopérations	339
4	État actuel et projections sur la base des politiques et mesures existantes	341

4.1	Évolution projetée des principaux facteurs exogènes	342
4.1.1	Prévisions macroéconomiques	342
4.1.2	Hypothèses concernant les prix de l'énergie	342
4.2	Dimension "décarbonation"	343
4.2.1	Émissions et absorptions de GES	343
4.2.1.1	Evolution des émissions annuelles de GES pour la période de 2005 à 2021	343
4.2.1.2	Projections sur la base des politiques et mesures existantes (scénario WEM)	345
4.2.2	Énergies renouvelables	346
4.3	Dimension "efficacité énergétique"	357
4.4	Dimension "sécurité d'approvisionnement énergétique"	365
4.4.1	Production domestique et consommation	365
4.4.2	Dépendance à l'égard des importations	369
4.4.3	Sécurité d'approvisionnement	372
4.4.3.1	Secteur Electricité	372
4.4.3.2	Secteur Gaz	377
4.5	Dimension "marché intérieur de l'énergie"	381
4.5.1	Interconnexion électrique	381
4.5.2	Infrastructures de transport de l'énergie	382
4.5.3	Marchés de l'électricité et du gaz, prix de l'énergie	385
4.6	Dimension "recherche, innovation et compétitivité"	387
5	Analyse d'impact des politiques et mesures planifiées	388
5.1	Incidences des politiques et mesures planifiées sur le système énergétique et les émissions et absorptions de GES, avec une comparaison avec les projections sur la base des politiques et mesures existantes	388
5.1.1	Emissions et absorptions de GES	388
5.1.2	Évolution de la consommation d'énergie au Luxembourg à l'horizon 2040 suivant le scénario WAM (With Additional Measures)	391
5.1.3	Energies renouvelables	399
5.2	Incidences macroéconomiques des politiques et mesures planifiées et besoins en investissements	408
5.2.1	Introduction	408
5.2.2	Les principaux canaux de transmission de l'action climatique à l'économie	408
5.2.2.1	L'investissement, principal moteur de l'impact sur la croissance	408
5.2.2.2	Une évolution incertaine de la productivité	409
5.2.2.3	La dimension internationale à considérer	410
5.2.3	Incidences potentielles sur l'activité économique et l'emploi à l'horizon 2050	411
5.2.3.1	De faibles répercussions de la transition énergétique sur le PIB selon la littérature	411
5.2.3.2	Un effet limité à un horizon lointain équivaut à un très faible impact sur la croissance annuelle	413
5.2.3.3	Un impact probablement encore plus faible au Luxembourg?	415
5.2.3.4	Une évolution similaire du PIB dans les scénarios WAM et WEM	416
5.2.3.5	Un impact faiblement positif sur l'emploi	416
5.2.4	Incidences macroéconomiques à l'horizon 2030: calcul <i>bottom-up</i> à partir des trajectoires du PNEC	418
5.2.4.1	Transport: Les infrastructures nécessiteraient des investissements importants	420
5.2.4.2	Production et distribution d'énergie: financer l'essor de la production d'énergies renouvelables	420
5.2.4.3	Bâtiments: une hausse progressive des investissements	421
5.2.4.4	Industrie: une décarbonation ambitieuse dépendant de l'approvisionnement en hydrogène renouvelable	422

5.2.4.5	La composante énergétique de la balance commerciale s’améliorerait avec la transition énergétique	423
5.2.4.6	Dépenses publiques: un soutien constant de l’Etat pour la transition énergétique	424
5.2.4.7	Finances publiques: les recettes d’accises reculeraient avec les énergies fossiles	424
5.2.4.8	Ménages: une baisse de la facture énergétique comme conséquence de la transition énergétique	426
5.2.5	Conclusion	428
5.2.6	Bibliographie	429
5.3	Incidences des politiques et mesures planifiées sur les autres Etats membres et la coopération régionale	431
5.4	Contribution des politiques et mesures planifiées à la réalisation de l’objectif de neutralité climatique de l’Union	432
	Liste des abréviations	434

1 Grandes lignes et procédure d'élaboration du plan

1.1 Résumé

1.1.1 Tableau récapitulatif des objectifs clés

Dimension	Objectifs clés
Décarbonation	<ul style="list-style-type: none"> • Réduction des émissions de GES attribuées au Luxembourg au titre du règlement (UE) 2018/842 de 55% d'ici à 2030 par rapport à 2005 <ul style="list-style-type: none"> ○ Objectifs climatiques sectoriels de 2021 à 2030 pour 5 secteurs (industrie, transport, bâtiments, agriculture, déchets) couvrant l'intégralité des émissions de GES attribuées au niveau national • Objectif à long terme de la neutralité climatique qui consiste à atteindre le « zéro émissions nettes » au Luxembourg d'ici 2050 au plus tard • Accroissement de l'absorption nette dans le secteur LULUCF de -27 kt CO_{2eq} en 2030 par rapport à la moyenne des absorptions nettes pour les années 2016, 2017 et 2018 (estimation de l'absorption nette totale en 2030 : -403 kt CO_{2eq})
Energies renouvelables	<ul style="list-style-type: none"> • Augmentation de la part des énergies renouvelables dans la consommation finale brute d'énergie par rapport au PNEC 2020 de 25 % en 2030 à 37 % pour 2030 • Déploiement accéléré des différentes technologies dans les secteurs de la production de l'électricité et de chaleur à partir de sources d'énergies renouvelables ainsi que de l'électromobilité et le recours à des biocarburants durables et hydrogène renouvelables et ses dérivés dans le secteur du transport
Efficacité énergétique	<ul style="list-style-type: none"> • Objectif d'amélioration de l'efficacité énergétique de 44 % à l'horizon 2030 (par rapport à la référence EU PRIMES (2007) européenne pour l'année 2030) • Rénovations énergétiques (amélioration de l'enveloppe thermique) efficaces et de qualité des bâtiments existants avec l'introduction d'obligations (européennes) pour le secteur public, incitatifs (avant la phase obligatoire) et obligations pour les bâtiments non-résidentiels et approche volontaire avec subventionnement et accompagnement pour les bâtiments résidentiels • Tous les nouveaux bâtiments résidentiels et non-résidentiels équipés d'office de systèmes de chauffage décarbonisés (fossil-free) • Décarbonation des bâtiments résidentiels existants en priorité au moyen de pompes à chaleur avec un phase-out fossile basé sur une approche volontaire accompagnée d'incitatifs financiers importants • Décarbonation par un phase-out fossile accéléré pour les bâtiments fonctionnels existants d'une surface supérieure à 1.000 m² avec une priorité sur les bâtiments administratifs du secteur tertiaire, au moyen de pompes à chaleur et après concertation avec les secteurs concernés en ce qui concerne l'échéancier de la prise d'effet de l'obligation • Mécanisme d'obligation en matière d'efficacité énergétique (EEOS – Energy Efficiency Obligation Scheme) avec objectifs annuels ambitieux • Évolution de l'accord volontaire avec l'industrie luxembourgeoise avec intégration de la décarbonation en complément à l'efficacité énergétique et la production et autoconsommation d'électricité renouvelable

	<ul style="list-style-type: none"> • Mise en œuvre du pacte climat pour entreprises avec un accompagnement des PME afin d'identifier et de mobiliser la mise en œuvre de leurs projets concrets de transition énergétique et décarbonation • 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 • Mécanisme de partage de risques liés aux projets d'efficacité énergétique et de décarbonation des entreprises • Émergence d'un important marché de l'efficacité énergétique dans le secteur industriel, les PME et les immeubles administratifs
Sécurité d'approvisionnement énergétique	<ul style="list-style-type: none"> • Assurer un niveau de sécurité d'approvisionnement énergétique très élevé pour tout type d'énergie • Rester parmi les pays avec le niveau de sécurité le plus élevé en Europe • Garder un bon équilibre entre le niveau de sécurité attendu par rapport aux ressources investies par l'état et les consommateurs, baser dans la mesure du possible sur l'efficacité énergétique, la flexibilité, ainsi que les ressources locales et renouvelables • Assurer une capacité des réseaux qui répond aux exigences croissantes du développement économique et démographique du pays • Diversifier les pays d'origine ainsi que les chemins d'approvisionnement • Anticiper les besoins en sécurité d'approvisionnement pour l'hydrogène et préparer les mesures correspondantes, y inclus les synergies avec d'autres formes d'énergie (p.ex. stockage d'excédents d'électricité renouvelable)
Marché intérieur de l'énergie	<ul style="list-style-type: none"> • Assurer un niveau d'interconnexion élevé au-delà des niveaux d'interconnexion des autres pays de l'UE • Augmenter l'intégration dans le réseau européen interconnecté d'électricité • Approfondir le marché commun du gaz avec la Belgique • Développer le marché de l'hydrogène ainsi qu'une infrastructure qui répond aux besoins futurs • Approfondir la coopération au niveau du Forum Pentalatérale de l'Énergie • Développer le marché national en vue d'un haut niveau de transparence, de compétitivité et d'efficacité au bénéfice des clients résidentiels et des entreprises • Pousser la digitalisation et flexibilisation du marché de l'énergie • Lutter contre la précarité énergétique
Recherche, innovation et compétitivité	<ul style="list-style-type: none"> • Renforcer la gouvernance et coordination des activités RDI en lien avec les thématiques du PNEC • Renforcer les collaborations interdisciplinaires sur toute la chaîne de maturité (de la recherche fondamentale vers l'implémentation technologique ou réglementaire) • Accélérer l'implémentation de solutions produites par l'écosystème RDI public et privé au Luxembourg

1.1.2 Tableau récapitulatif des politiques et mesures clés

Dimension	Politiques et mesures clés
Décarbonation	<p data-bbox="480 282 906 309"><u>Politiques et mesures transversales</u></p> <ul data-bbox="480 315 1439 1137" style="list-style-type: none"> <li data-bbox="480 315 1439 416">• Loi relative au climat établissant le cadre institutionnel et la gouvernance de la politique climatique au niveau national, notamment les objectifs climatiques nationaux et sectoriels <li data-bbox="480 423 1439 629">• Majoration annuelle de la taxe CO₂ de 5 €/t CO₂ pour atteindre en 2026 un niveau de 45 €/t CO₂, les recettes générées étant utilisées de façon équitable pour financer des mesures climatiques et de transition énergétique et des mesures de compensation sociale en faveur des ménages à faible revenu, à savoir le « crédit d'impôt climat » destiné aux deux quintiles inférieurs de revenus ainsi que l'augmentation de l'allocation de vie chère <li data-bbox="480 636 1254 663">• Développement continu du Pacte Climat avec les communes <li data-bbox="480 669 1439 741">• Stratégie de décarbonation poursuivant l'objectif de la neutralité climatique de l'administration étatique dès 2040 <li data-bbox="480 748 1439 887">• Large éventail d'incitations financières (Klimabonus Wunnen, Klimabonus Mobilité, Klimabonus Bäsch, régimes d'aides en faveur des entreprises, etc.) et consolidation des outils de financement (Fonds Climat et Energie, etc.) <li data-bbox="480 893 1439 965">• Accompagnement des citoyens et des entreprises par des offres et programmes de sensibilisation, information et conseil <li data-bbox="480 972 1439 1043">• Formations professionnelles initiales et continues en matière de compétences nécessaires dans la transition énergétique et l'action climat <li data-bbox="480 1050 1439 1137">• Conception des mesures veillant à assurer la mise en œuvre d'une transition juste et élaboration d'un « plan social pour le climat » conformément au règlement (UE) 2023/955 instituant un Fonds social pour le climat <p data-bbox="480 1144 603 1171"><u>Bâtiments</u></p> <ul data-bbox="480 1178 1439 1973" style="list-style-type: none"> <li data-bbox="480 1178 1439 1323">• Bâtiments à consommation d'énergie quasi nulle (nZEB) conformément à la réglementation sur la performance énergétique des bâtiments et systèmes de chauffage décarbonés (une pompe à chaleur est la référence pour toute nouvelle construction (décarbonation par l'électrification)) <li data-bbox="480 1330 1439 1402">• Rénovation ambitieuse du parc immobilier existant avec un accent sur le support et l'accompagnement des démarches de rénovation énergétique <li data-bbox="480 1408 1439 1509">• Décarbonation des bâtiments résidentiels existants en priorité au moyen de pompes à chaleur avec un phase-out fossile basé sur une approche volontaire accompagnée d'incitatifs financiers importants <li data-bbox="480 1516 1439 1688">• Décarbonation par un phase-out fossile accéléré pour les bâtiments fonctionnels existants d'une surface supérieure à 1.000 m² avec une priorité sur les bâtiments administratifs du secteur tertiaire, au moyen de pompes à chaleur et après concertation avec les secteurs concernés en ce qui concerne l'échéancier de la prise d'effet de l'obligation <li data-bbox="480 1695 1439 1767">• Incitations financières à la décarbonation des bâtiments résidentiels par le régime d'aides Klimabonus Wunnen, complété par un top up social <li data-bbox="480 1774 1439 1901">• Mécanisme d'obligation en matière d'efficacité énergétique (EEOS – Energy Efficiency Obligation Scheme) en place depuis 2015 avec objectifs annuels ambitieux, complété par des mesures alternatives de politique publique pour réaliser des économies d'énergie auprès des consommateurs finals <li data-bbox="480 1908 1439 1973">• Rôle précurseur de l'État et des communes, notamment au niveau de leurs bâtiments et de l'éclairage

Transports et Mobilité

- Mise en œuvre du Plan National de Mobilité 2035 (PNM2035) et promotion des transports publics et de la mobilité active
- Développement accéléré de l'électromobilité par des régimes d'aides en faveur de l'acquisition de véhicules à zéro émissions et de l'installation de bornes de charge (Klimabonus Mobilité, leasing social de voitures électriques et régimes d'aides en faveur des entreprises), complétés par des incitations fiscales favorisant les voitures électriques
- Extension de l'infrastructure de charge par le biais de régimes d'aides et en facilitant l'installations de bornes de charge, notamment dans les bâtiments en copropriété et les zones d'activités
- Réduction de la vente de carburant aux non-résidents par la hausse progressive de la taxe CO₂

Industrie

- Pacte Climat pour les entreprises (PME) (Klimapakt fir Betriber)
- Accord volontaire relatif à la décarbonation et à l'amélioration de l'efficacité énergétique dans l'industrie
- Audits énergétiques obligatoires (avec révision des critères et identification des potentiels de décarbonation)
- Mécanisme d'obligations en matière d'efficacité énergétique (EEOS – Energy Efficiency Obligation Scheme) facilitant l'identification des plus grands potentiels d'économies d'énergie dans l'industrie
- Révision des régimes d'aides en faveur des entreprises, avec l'introduction de contrats pour différence (Carbon Contracts for Difference) (aides OPEX) en complément aux aides à l'investissement (aides CAPEX), en concordance avec les règles européennes sur les aides d'Etat
- Mécanisme de partage de risques liés aux projets d'efficacité énergétique et de décarbonation des entreprises

Déchets

- Mise en œuvre et développement continu des dispositions légales en matière de déchets et du Plan national de gestion des déchets et des ressources
- Promotion de l'économie circulaire, notamment par l'exécution des stratégies « Kreeslafwirtschaft Lëtzebuerg » et « Null Offall Lëtzebuerg »
- Modernisation et extension des stations d'épuration d'eaux usées et réalisation de la stratégie de valorisation des boues d'épuration

Agriculture

- Cadre légal transposant le Plan stratégique national du Luxembourg pour la mise en œuvre de la politique agricole commune 2023-2027, comprenant notamment le conseil agricole et des aides favorisant une agriculture durable et respectueuse de l'environnement
- Renforcement du cadre réglementaire concernant l'utilisation de fertilisants azotés dans l'agriculture

LULUCF

- Consolidation de la gestion durable des forêts publiques et privées
- Promotion du régime d'aides Klimabonus Bësch pour forêts privées
- Valorisation accrue du bois issu des forêts luxembourgeoises comme matériau de construction
- Incitations financières à une gestion des terres arables favorisant l'accroissement de la teneur en carbone organique, complétées par une aide à l'agroforesterie

Energies renouvelables	<ul style="list-style-type: none"> • Déploiement accéléré du photovoltaïque grâce à des appels d’offres et une multitude de mesures règlementaires et économiques • Augmentation de l’électricité éolienne par les projets de « Repowering » et l’autorisation de nouveaux sites • Recours aux pompes à chaleur pour augmenter la part des énergies renouvelables dans le secteur du chauffage • Développement d’une infrastructure pour le transport et le stockage de l’hydrogène renouvelable et utilisation de l’hydrogène dans les secteurs de l’industrie difficilement électrifiables • Incorporation de biocarburants, déploiement accéléré de l’électromobilité et utilisation de l’hydrogène et de ses dérivés dans les différents secteurs du transport
Efficacité énergétique	<ul style="list-style-type: none"> • Bâtiments à consommation d’énergie quasi nulle (nZEB) conformément à la réglementation sur la performance énergétique des bâtiments • Rénovation ambitieuse du parc immobilier existant avec un accent sur le support et l’accompagnement des démarches de rénovation énergétique des logements • Création d’un important marché d’investissement en efficacité énergétique pour l’industrie, les PME et les grands immeubles de bureaux (par une combinaison des audits énergétiques, du renforcement de l’accord volontaire avec le secteur industriel et la mise en place du pacte climat pour entreprises ciblant notamment les PME, la poursuite et le maintien des objectifs ambitieux du mécanisme d’obligations en matière d’efficacité énergétique (EEOS – Energy Efficiency Obligation Scheme) obligeant les fournisseurs d’électricité et de gaz naturel à inciter la réalisation d’économies d’énergie auprès des consommateurs finals) • 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 (aides étatiques, mise en place d’un réseau de charge rapide sur le territoire national) • Réduction de la vente de carburant diesel aux camions en transit • Rôle précurseur de l’État et des communes, notamment au niveau de leurs bâtiments et de l’éclairage • Formations et programmes d’éducation approfondis pour les artisans et les planificateurs (ingénieurs/architectes)
Sécurité d’approvisionnement énergétique	<ul style="list-style-type: none"> • Suivi de la situation de la sécurité d’approvisionnement, en étroite collaboration avec les acteurs concernés (gestionnaires de réseau, fournisseurs, HCPN, etc.) • Développement et affinage des procédures et mesures d’urgence liées à l’électricité, au gaz naturel, le pétrole et l’hydrogène • Adresser les dépendances énergétiques moyennant une collaboration intensifiée au niveau bilatéral, régional et européen
Marché intérieur de l’énergie	<ul style="list-style-type: none"> • Mettre à niveau les capacités de transport et de distribution d’électricité • Etude sur les besoins futurs en infrastructure dédiée à l’hydrogène • Accès des usagers du réseau luxembourgeois au marché d’équilibrage allemand et européen • Mise en place d’une plateforme de données énergétiques • Nouvelle structure tarifaire pour les tarifs d’utilisation du réseau • Introduction de prix dynamiques d’électricité

	<ul style="list-style-type: none"> • Facilitation de partage d'électricité et de communautés énergétiques • Soutien aux contrats à long terme (power purchase agreements PPA)
Recherche, innovation et compétitivité	<ul style="list-style-type: none"> • Création d'un « National Centre of Excellence in Research (NCER) » pour la transition énergétique et l'action climat • Mise en place d'un programme RDI stratégique pour la gouvernance de la transition énergétique et de l'action climat • Soutenir la mise en place de chaires de recherche et de partenariats public-privé ou public-public auprès de l'Université du Luxembourg et auprès des centres de recherche publics

1.2 Aperçu de l'état actuel des politiques

1.2.1 Contexte

L'**Accord de Paris**, adopté en décembre 2015, constitue le fondement de l'action climatique au niveau mondial. L'accomplissement de l'objectif principal de cet accord requiert l'atteinte de la neutralité climatique (zéro émissions nettes de GES) d'ici la moitié du 21^e siècle, ce qui exige une transformation rapide et profonde de l'économie et de la société. Voilà pourquoi, en décembre 2019, la Commission européenne a présenté « **Le pacte vert pour l'Europe** », une stratégie pour une croissance durable et inclusive visant à transformer l'Union européenne en une société équitable et prospère, caractérisée par l'absence d'émissions nettes de GES d'ici 2050 et le découplage de la croissance de l'utilisation des ressources. La mise en œuvre du pacte vert est en cours. Ainsi, la **loi européenne sur le climat**¹, arrêtant l'objectif de neutralité climatique à l'horizon 2050 (ainsi qu'une réduction nette des émissions de GES dans l'UE d'au moins 55 % d'ici 2030), fut adoptée en date du 30 juin 2021.

A l'instar de la loi européenne sur le climat, la **loi modifiée du 15 décembre 2020 relative au climat** vise l'objectif à long terme de la neutralité climatique, qui consiste à atteindre le « zéro émissions nettes » au Luxembourg d'ici 2050 au plus tard. Dans l'ensemble, la loi relative au climat fixe le cadre juridique (objectifs, plan national intégré en matière d'énergie et de climat, stratégie à long terme pour la réduction des émissions de GES) et institutionnel (plateforme pour l'action climat et la transition énergétique, observatoire de la politique climatique) permettant d'atteindre les **objectifs climatiques nationaux à moyen et à long terme**. L'objectif intermédiaire consiste à réduire de 55% d'ici à 2030 par rapport à 2005 les émissions de gaz à effet de serre attribuées au Luxembourg au titre du règlement (UE) 2018/842 (hors émissions gouvernées par le système d'échange de quotas d'émissions de l'UE). En exécution de la loi précitée, des **objectifs climatiques sectoriels** sont fixés par voie de règlement grand-ducal² pour les cinq secteurs suivants jusqu'au 31 décembre 2030, de sorte à ce que les émissions de ces secteurs diminuent de manière régulière et continue et atteignent l'objectif climatique national de -55% en 2030 :

1. Industries de l'énergie et manufacturières, construction ;
2. Transports ;
3. Bâtiments résidentiels et tertiaires ;
4. Agriculture et sylviculture ;
5. Traitement des déchets et des eaux usées.

Le **Plan national intégré en matière d'énergie et de climat** (PNEC) pour la période 2021-2030, dont la version actuelle a été adoptée par le Gouvernement luxembourgeois en 20 mai 2020, en exécution du règlement (UE) 2018/1999³, constitue la base de la politique climatique et énergétique du Luxembourg à l'horizon 2030. Adressant les cinq dimensions suivantes, à savoir la décarbonation, avec y compris le volet des énergies renouvelables, l'efficacité énergétique, la sécurité d'approvisionnement énergétique, le marché intérieur de l'énergie ainsi que la recherche, l'innovation et la compétitivité, le PNEC est l'instrument de planification et de suivi principal en la matière. Outre l'objectif susmentionné de réduire les émissions de GES hors ETS de 55% d'ici 2030 par rapport à l'année 2005, le PNEC contient également les objectifs d'améliorer l'efficacité énergétique de 40 à 44% en termes d'énergie finale par rapport au scénario de référence européen de 2007 et d'augmenter la part des énergies renouvelables à 25% de la consommation d'énergie finale brute à l'horizon 2030. Il décrit les politiques et mesures permettant d'atteindre ces objectifs et constitue dès lors une feuille

¹ Règlement (UE) 2021/1119 établissant le cadre requis pour parvenir à la neutralité climatique

² Règlement grand-ducal du 22 juin 2022 déterminant les allocations d'émissions de gaz à effet de serre annuelles pour la période allant jusqu'au 31 décembre 2030 des secteurs visés à l'article 5 de la loi modifiée du 15 décembre 2020 relative au climat

³ Règlement (UE) 2018/1999 sur la gouvernance de l'union de l'énergie et de l'action pour le climat

de route qui est mise en œuvre par l'adoption de lois et règlements, de programmes et projets ainsi que d'autres mesures.

En vertu du règlement (UE) 2018/1999, les **Etats membres** sont **tenus d'actualiser leurs PNEC** respectifs et de soumettre à la Commission européenne un projet de mise à jour de la dernière version notifiée et par la suite une version finale de la mise à jour, au plus tard au 30 juin 2024.

1.2.1.1 Structure administrative

Le présent projet de mise à jour du PNEC est le fruit d'une intense **collaboration interministérielle au sein du Comité interministériel pour l'action climat**, sous la présidence du Ministère de l'Environnement, du Climat et du Développement durable. La compilation et la description des mesures ont été préparées dans des groupes de travail sectoriels par les experts des ministères représentés au sein du comité et de leurs administrations respectives. Un groupe de travail à part a accompagné les travaux confiés au STATEC en ce qui concerne la modélisation et les projections de la consommation et production d'énergie ainsi que des émissions de GES dans les différents secteurs, les projections concernant l'agriculture étant élaborées par le Service d'Economie rurale du Ministère de l'Agriculture, de la Viticulture et du Développement rural ainsi que celles concernant les déchets et le secteur LULUCF par l'Administration de l'Environnement.

Fort de l'expérience acquise, le Comité interministériel sert également de plateforme pour la **mise en œuvre coordonnée des politiques et mesures** en matière d'énergie et de climat.

1.2.1.2 Situation spécifique du Luxembourg

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 dernières années, la population est passée de 493 500 habitants en 2009 à 660 809 habitants en 2022. En outre, l'économie luxembourgeoise très ouverte se caractérise par un développement dynamique. Autre situation atypique : la consommation de carburant est disproportionnellement 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 différences de prix du carburant favorables par rapport aux pays limitrophes. Cette structure engendre également un pourcentage relativement faible en termes de consommation d'électricité au Luxembourg, qui est d'un peu moins de 15 %. En effet, dans le domaine de l'électricité, le pays recourt surtout à des importations (85 %) comme le Luxembourg ne dispose pas de grandes centrales de production d'électricité et que sa propre production d'électricité basée surtout sur les énergies renouvelables, bien que croissante, ne peut couvrir les besoins actuellement. De plus, il faut 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. Les facteurs cités ci-dessus ont donc influencé la structure de la consommation d'énergie au cours des dernières années et le feront probablement encore à l'avenir.

Par ailleurs, le Luxembourg se caractérise 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 pratiquement tous les combustibles 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 stockages 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. Ainsi, la coordination des mesures et le partage d'informations pertinentes au niveau européen est essentielle. 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'est 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.

La crise énergétique actuelle a entraîné la nécessité d'introduire des mesures extraordinaires pour garantir la sécurité d'approvisionnement en énergie. Au niveau national, un nombre important d'activités et mesures a été initié respectivement renforcé par les acteurs concernés, dont le Ministère de l'Énergie et de l'Aménagement du territoire, le Haut-Commissariat à la Protection Nationale, et les gestionnaires de réseau, afin d'assurer le suivi, la gestion et l'anticipation de la crise.

En conséquence, et malgré la situation géopolitique et la crise énergétique qui en résulte, la sécurité d'approvisionnement au Luxembourg reste donc à un niveau très élevé.

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.

1.2.2 Politiques et mesures actuelles

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

1.2.2.1 Action climat

En ce qui concerne l'action climat, le Luxembourg a mis en œuvre une panoplie de politiques et mesures au cours des dernières années, notamment sur la base de la version actuelle du PNEC adoptée en 2020. Des politiques et mesures qui seront encore renforcées et complétées par la présente mise à jour du PNEC. Pour ne citer que quelques **politiques et mesures actuelles**, il y a lieu de mettre en évidence la loi relative au climat, la taxe CO₂, le pacte climat avec les communes ou encore le **large éventail de régimes d'aides** incitant les citoyens, communes et entreprises à investir dans la transition énergétique et climatique.

Depuis 2021, les carburants et combustibles fossiles sont soumis à la **taxe CO₂**. Les taux annuels de la taxe CO₂ correspondaient à 20 €/t CO₂ en 2021 et 25 €/t CO₂ en 2022. A partir du 1er janvier 2023, le taux équivaut à 30 €/t CO₂. Les recettes générées par la taxe CO₂ sont utilisées de façon équitable pour financer des mesures climatiques et de transition énergétique et des mesures de compensation sociales en faveur des ménages à faible revenu, comme le crédit d'impôt destiné aux deux quintiles inférieurs de revenus (Q1 et Q2) ainsi que l'augmentation de l'allocation de vie chère.

En 2012, le Gouvernement luxembourgeois a lancé le **Pacte Climat avec les communes** en vue d'orienter, d'accompagner et de soutenir les autorités locales dans la lutte contre le changement climatique. Grâce à leur engagement dans le cadre du Pacte Climat, les communes se rallient aux objectifs fixés au niveau national et agissent activement en faveur de la protection du climat et de la transition énergétique. Par le biais d'un catalogue de 64 mesures, les communes sont orientées efficacement vers une politique durable dans les domaines de la transition énergétique, de la lutte contre le changement climatique, de l'économie circulaire, de la qualité de l'air, de l'adaptation au changement climatique ainsi que dans celui de la mobilité. Le catalogue de mesures est régulièrement révisé pour tenir compte des objectifs nationaux et des évaluations régulières du programme. En contrepartie de leur engagement, les communes bénéficient de l'assistance d'un conseiller climat ainsi que de subventions de la part de l'État en fonction du niveau de certification obtenu. L'État met à disposition le cadre législatif, financier, technique et consultatif jusqu'au 31 décembre 2030. Klima-Agence est mandatée pour la mise en œuvre opérationnelle et le développement en continu du programme.

1.2.2.2 Efficacité énergétique

Dans le domaine des nouvelles constructions de bâtiments, le Luxembourg n'a cessé de rehausser le niveau des exigences en matière d'efficacité énergétique au cours des quinze dernières années, depuis l'introduction des premiers certificats de performance énergétique au Luxembourg en 2008, et joue ici un rôle de pionnier en Europe. Le niveau national d'exigence pour un bâtiment d'habitation dont la consommation d'énergie est quasi nulle (niveau nZEB, near Zero Energy Building) est obligatoire pour chaque nouvelle construction depuis début 2017 et est aujourd'hui proche du niveau « maison passive », qui est une référence mondialement reconnue. Ces bâtiments dont la consommation d'énergie est quasi nulle sont généralement désignés comme bâtiments AA dans les certificats de performance énergétique nationaux.

En 2020, le Luxembourg a présenté sa stratégie nationale de rénovation des bâtiments (LTRS – Long Term Renovation Strategy), qui a été saluée par la Commission européenne surtout pour son aperçu détaillé du parc immobilier, mais aussi pour les programmes nationaux d'information, de sensibilisation et de formation. Compte tenu du potentiel important en matière d'économie d'énergie au niveau du parc national de 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, plusieurs mesures de cette stratégie de rénovation des bâtiments ont été développées davantage et prises en compte dans la formulation des politiques et mesures encore plus ambitieuses. Ces approches et mesures stratégiques sont actuellement mises en pratique, notamment aussi par des projets pilotes.

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 (régime de subventions étatiques Klimabonus, combiné avec les subventions proposées par les communes et les parties obligées dans le cadre du mécanisme d'obligations en matière d'efficacité énergétique) et les communes (via le Fonds climat et énergie), ainsi que l'introduction de prêts climatiques à faible taux d'intérêt pour la rénovation énergétique. Afin de donner un nouvel élan à l'efficacité énergétique, le Luxembourg a mis en place en 2015 un mécanisme qui oblige les fournisseurs de gaz naturel et d'électricité à réaliser des économies d'énergie concrètes en incitant des mesures d'efficacité énergétique auprès des consommateurs finals dans les secteurs qu'ils auront eux-mêmes déterminés. Ce mécanisme a été reconduit pour la période 2021 à 2030 à un niveau d'objectif ambitieux.

Dans le secteur de l'industrie, l'accord volontaire entre le gouvernement et la FEDIL relatif à l'amélioration de l'efficacité énergétique dans l'industrie luxembourgeoise a été réformé pour la période de 2021 à 2023 afin de faire progresser l'efficacité énergétique et en incluant la prise en compte de l'électricité renouvelable produite sur site et autoconsommée par les entreprises. 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 et adaptés temporairement dans le cadre de la flambée des prix de l'énergie afin de maintenir la compétitivité des entreprises.

1.2.2.3 Énergies renouvelables

Dans le domaine des énergies renouvelables, le Luxembourg a atteint l'objectif de 11 % d'énergies renouvelables dans la consommation finale d'énergie en 2020, qui ont été fixé par 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. La part des énergies renouvelables dans la consommation finale d'énergie a atteint 11,7 % en 2021 contre 6,38 % en 2017.

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. Depuis lors, plusieurs appels d'offres ont eu lieu. Ces mesures ont déclenché une vague d'investissements majeure, qui ont fait passer la production solaire de 131 MW en 2018 à plus de 319 MW en 2022. Récemment de nouveaux modèles ont été promus par le Gouvernement comme l'autoconsommation (chez les particuliers et les entreprises) et des concepts novateurs comme l'Agri-photovoltaïque (ce dernier à travers un appel à projets pilotes). A cela s'ajoute qu'un certain nombre de progrès ont été réalisés dans des domaines peu développés jusqu'à présent comme la géothermie et l'hydrogène renouvelables, afin de poser les jalons pour leur développement futur.

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 %. En 2020, ce taux fut même augmenté à 50% (après double comptage). 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.

1.2.2.4 Mobilité durable

Parallèlement à la promotion accrue des transports publics et de la mobilité active (le Luxembourg possède en termes relatifs le plus important programme d'investissement dans les trains, les trams et les autobus en Europe), l'électromobilité a également été fortement développée ces dernières années. Le Luxembourg avait, comme première étape, opté pour l'aménagement d'une infrastructure nationale commune pour les bornes de recharge publiques pour véhicules électriques. Avec ses environ 1400 points de recharge installés à ce jour dans toutes les communes du pays, complété par 88 bornes de recharge ultra-rapides SuperChargy, dont à peu près un tiers est déjà installé, le réseau Chargy fait office d'infrastructure de base nationale qui couvre une bonne partie du besoin actuel.

Cependant, le nombre croissant de véhicules électriques nécessite des activités complémentaires. Ainsi, un programme de subventionnement de bornes de charge électrique à domicile, ainsi qu'un régime d'aides en faveur des entreprises investissant dans des infrastructures de charge pour véhicules électriques tant accessibles au public que servant à leurs propres besoins ont été introduits et permettent à l'infrastructure de recharge de se développer continuellement. Par conséquent, le secteur privé est en mesure de prendre la relève et de compléter le réseau national de bornes de recharge. Avec plus de 3.000 points de recharge accessibles au public pour une flotte totale de plus de 30.000 voitures électriques immatriculées, le Luxembourg continue d'avoir un des réseaux de recharge les plus denses de l'Union européenne.

1.3 Consultations et participation des entités nationales et de l'Union et leurs résultats

Faire participer les citoyens et les parties prenantes à l'élaboration respectivement la mise à jour du plan national intégré en matière d'énergie et de climat est un objectif important du règlement (UE) 2018/1999 sur la gouvernance de l'Union de l'énergie et l'action pour le climat ainsi que de la loi modifiée du 15 décembre 2020 relative au climat.

Ainsi, lors de la préparation de l'avant-projet et du projet de cette mise à jour du PNEC, des formes de participation conventionnelles (réglementées par la loi) et non conventionnelles (non fondées sur la loi) ont été appliquées.

La loi relative au climat établit le cadre pour les processus de participation conventionnels, en instaurant l'Observatoire de la politique climatique et la Plateforme pour l'action climat et la transition énergétique, et en définissant les dispositions de l'enquête publique.

L'**Observatoire de la politique climatique (OPC)** est un conseil scientifique composé actuellement de sept scientifiques nationaux et internationaux ayant une expertise dans différents domaines liés au climat. Ses missions consistent à conseiller en matière de projets, actions ou mesures susceptibles d'avoir un impact sur la politique climatique, à évaluer scientifiquement les mesures réalisées ou envisagées dans le domaine de la politique climatique et à analyser leur efficacité, ainsi qu'à proposer de nouvelles mesures et de proposer des recherches et des études dans tous les domaines ayant trait au climat. Ses tâches comprennent également la rédaction d'un rapport annuel à l'adresse du Gouvernement sur la mise en œuvre de la politique climatique.

Dans le cadre du rapport annuel 2022, l'OPC a formulé des recommandations en vue de la mise à jour du PNEC. Ces recommandations ont été analysées et prises en compte dans l'élaboration de l'avant-projet de mise à jour. Ensuite, l'OPC a formulé une déclaration au sujet de l'avant-projet dont il a été tenu compte dans la finalisation du projet de mise à jour.

La **plateforme pour l'action climat et la transition énergétique (Plateforme climat)** a été créée afin d'instaurer un dialogue multiniveau entre les autorités locales et nationales, les organisations de la société civile, les chambres professionnelles et organisations patronales et salariales, et d'autres parties prenantes concernées, comme la jeunesse. Elle a notamment pour mission de participer à l'élaboration de l'avant-projet du PNEC. Dans ce contexte, elle a été appelée à formuler un avis relatif à l'avant-projet de mise à jour.

Cet avis, transmis aux ministres en juillet 2023, reprend à la fois les éléments sur lesquels un consensus a été constaté au sein de la plateforme, les éléments dont l'importance est reconnue par l'ensemble des membres, mais sur lesquels il existe des points de vue nuancés quant à leur application / mise en œuvre, et encore les éléments sur lesquels les vues divergent. Les contributions et prises de position individuelles des membres de la plateforme sont annexées à l'avis et en font partie intégrante.

En outre, la loi relative au climat prévoit l'organisation et la réalisation d'une **consultation publique** d'une durée de 30 jours. Celle-ci était ouverte du 17 avril au 16 mai 2023 et accessible via les portails emwelt.lu et enquetes.public.lu. Pendant cette période, les personnes intéressées pouvaient exprimer leur opinion et consulter une série de documents, notamment l'avant-projet de mise à jour du PNEC, tel qu'adopté par le Conseil de Gouvernement en date du 31 mars 2023, un résumé de l'avant-projet et une foire aux questions. Elles avaient aussi la possibilité de soumettre leurs commentaires par courrier électronique ou par voie postale.

Au total, 42 contributions ont été reçues. Parmi celles-ci, 19 provenant de citoyen.ne.s et 23 de la part d'organisations, pour la plupart regroupées au sein de la plateforme climat : ABBL, ALFI, Alliance pour le climat, Chambre d'Agriculture, Chambre de Commerce, Chambre des Métiers, Chambre des Salariés, Confédération Luxembourgeoise du Commerce, Fédération des Artisans, FEDIL, Groupement Energies Mobilité Luxembourg,

House of Automobile, ILR, LCGB, LSFI, Mouvement Ecologique, Mouvement Patrimonial, OAI, OGBL, SYVICOL, UNICEF, Ville de Differdange, Votum Klima.

Outre les organes et processus de participation conventionnels, le gouvernement a lancé une nouvelle initiative, le « **Klima-Biergerrot** » (KBR) (Bureau du Citoyen pour le Climat), visant à introduire des mécanismes de consultation non conventionnels additionnels, permettant une participation représentative et une meilleure sensibilisation sur les politiques en matière d'énergie et de climat. « Le Luxembourg peut-il et veut-il aller plus loin en matière de lutte contre le réchauffement climatique ? Et si oui, comment ? » De fin janvier à début juillet 2022, le KBR a réuni un échantillon représentatif de 100 personnes vivant ou travaillant au Luxembourg pour discuter de cette question. Au cours d'une quinzaine de réunions, les membres du KBR se sont exprimés sur l'engagement actuel du Luxembourg dans la lutte contre le changement climatique. Dans leur rapport final, ils ont rassemblé 56 propositions visant à faire émerger de nouvelles impulsions dans la politique climatique.

En septembre 2022, les membres du KBR ont présenté leurs propositions au gouvernement. Par la suite, les propositions ont également été présentées et débattues à la Chambre des Députés. Outre la prise en compte des mesures proposées dans l'élaboration de l'avant-projet de mise à jour du PNEC, elles pourront aussi informer d'autres plans et stratégies. Les représentants du KBR ont par ailleurs été invités par les ministères compétents (Ministère de l'Énergie et l'Aménagement du territoire et Ministère de l'Environnement, du Climat et du Développement durable) à participer à des échanges bilatéraux afin de discuter les différentes propositions et de leur expliquer le processus décisionnel y relatif.

Toutes les **contributions** issues des différentes consultations conventionnelles et non conventionnelles ont été **répertoriées, analysées et dûment considérées dans une démarche intrinsèquement collaborative entre les ministères concernés**, en vue d'une intégration dans l'avant-projet respectivement le projet de mise à jour du PNEC. Premièrement, les contributions reçues ont mené à des modifications de mesures contenues dans l'avant-projet de mise à jour et à quelques nouvelles mesures. En outre, certaines contributions nécessitent des analyses et échanges supplémentaires et pourraient être intégrées dans la version finale de la mise à jour. Par ailleurs, de nombreux commentaires concernaient des précisions de mise en œuvre de mesures contenues dans le plan, dont il sera tenu compte lors du processus d'implémentation, le cas échéant en concertation avec les parties prenantes concernées.

1.4 Coopération régionale dans la préparation du plan

1.4.1 Forum Pentalatéral de l'Énergie - La plateforme de coopération régionale dans le domaine de l'énergie

Le Forum pentalatéral de l'énergie (Penta) est une coopération régionale volontaire entre la Belgique, la France, l'Allemagne, le Luxembourg, les Pays-Bas et, depuis 2011, l'Autriche. Ces pays représentent plus de 40 % de la population de l'UE et couvrent plus de 50 % de la production d'électricité dans l'UE. La Suisse a rejoint le forum en tant qu'observateur permanent en 2011 et contribue activement aux travaux techniques et à l'élaboration des décisions. En étroite collaboration avec la Commission européenne (sur invitation), le Forum pentalatéral de l'énergie renforce la coopération entre toutes les parties concernées afin de contribuer à la mise en place d'un système électrique fiable, décarboné et efficace, fondé sur des marchés intégrés et performants. Comme le secteur de l'électricité joue un rôle crucial dans la décarbonisation de l'ensemble de nos sociétés d'ici 2050 au plus tard, les pays du Penta ont pour objectif d'augmenter encore la part des énergies renouvelables et de décarboniser totalement leur système électrique dès que possible et, idéalement, à l'horizon 2035.

La coopération est dirigée par les ministres responsables de la politique énergétique, qui se réunissent régulièrement. Le suivi des activités est assuré par les coordinateurs Penta sous la direction des directeurs généraux respectifs des pays Penta. Le programme de travail est mis en œuvre par les ministères, les gestionnaires de réseaux de transport (GRT), les gestionnaires de réseaux de distribution (GRD), les autorités de régulation et les acteurs du marché qui se réunissent régulièrement au sein de quatre groupes de soutien thématiques. Pour que chaque groupe de soutien atteigne son objectif, les échanges entre les groupes de soutien et au sein de ceux-ci sont fortement encouragés et supervisés au niveau des coordinateurs penta. Les groupes de soutien assurent également la liaison avec d'autres forums internationaux, tels que le « North Seas Energy Cooperation » (Coopération énergétique de la mer du Nord).

Alors que la transition vers un système énergétique décarboné s'accélère, les pays deviennent de plus en plus interdépendants et la coopération régionale devient de plus en plus importante pour relever les défis qui se posent. Le Forum pentalatéral de l'énergie est bien placé pour relever bon nombre de ces défis, en travaillant par exemple sur la sécurité de l'approvisionnement, l'intégration des marchés, l'efficacité énergétique et la décarbonisation. Au cours des deux dernières décennies, les pays du Penta sont passés d'une perspective politique purement nationale sur les marchés de l'énergie à l'adoption d'une approche régionale. Les pays du Penta sont donc idéalement placés pour contribuer à la prochaine phase de la transition énergétique.

Sécurité de l'approvisionnement

La sécurité de l'approvisionnement est au cœur du Forum pentalatéral de l'énergie depuis sa création. Depuis le début, les pays coopèrent étroitement pour favoriser la sécurité d'approvisionnement et pour prévenir, préparer et gérer les crises électriques dans un esprit de solidarité et de confiance. Des étapes importantes ont été franchies grâce à diverses évaluations régionales de l'adéquation, à des exercices de crise communs et à un cadre commun au titre du règlement (UE) 2019/941 sur la préparation aux risques dans le secteur de l'électricité.

Aujourd'hui, les travaux sur la sécurité de l'approvisionnement sont organisés au sein d'un groupe de soutien spécifique, structuré par deux axes de travail principaux : l'évaluation de l'adéquation des ressources, d'une part, et la préparation aux risques, d'autre part. Des travaux futurs sont prévus pour ces deux axes de travail ainsi que pour l'interface entre eux.

Évaluation de l'adéquation des ressources

En ce qui concerne les évaluations de l'adéquation des ressources, les pays du Penta travailleront de concert avec les études européennes réalisées par ENTSO-E (évaluation de l'adéquation des ressources européennes,

perspectives saisonnières) afin d'améliorer l'alignement et l'utilité pour les pays du Penta. Sur la base de l'expertise et des connaissances approfondies dans ce domaine, des analyses de sensibilité complémentaires pourraient être réalisées par les GRT de Penta, en mettant l'accent sur la région de Penta et en tenant compte des spécificités régionales et des interdépendances transfrontalières. Les sujets qui méritent d'être approfondis au niveau régional sont les suivants

- L'articulation entre la planification du système énergétique national, la mise en œuvre du règlement RTE-E et l'évolution rapide du système énergétique européen ;
- Le rôle de la réponse côté demande et des autres ressources de flexibilité pour l'adéquation du système ;
- Amélioration des méthodes d'évaluation de l'adéquation des ressources ;
- La nécessité d'augmenter les capacités du réseau et d'optimiser le réseau existant ;
- Analyse des situations critiques et des contre-mesures possibles.

Préparation aux risques

En ce qui concerne la préparation aux risques, l'objectif est de favoriser la coopération régionale dans la région de Penta en vue de prévenir, de préparer et de gérer les crises électriques dans un esprit de solidarité et de transparence et en respectant pleinement les exigences d'un marché intérieur concurrentiel de l'électricité et les procédures de sécurité opérationnelle des GRT. Les pays du Penta vont rechercher des solutions d'efficacité entre toutes les entités compétentes impliquées dans la gestion d'une crise et entre les niveaux européen, régional et national. À ce titre, les travaux se concentreront sur la mise en œuvre du protocole d'accord sur la préparation aux risques dans le secteur de l'électricité, signé le 1^{er} décembre 2021, et en particulier sur :

- Analyse et évaluation des mesures régionales, y compris les dispositions techniques, juridiques et financières nécessaires à leur mise en œuvre ;
- Organisation d'exercices régionaux ;
- Révision des scénarios de crise régionale de l'électricité pour la région de Penta en étroite collaboration avec le ENTSO-E et la Commission en ce qui concerne les méthodologies applicables
- En cas de crise électrique au sein de Penta, application du cadre convenu.

Interface entre l'évaluation de l'adéquation des ressources et la préparation aux risques

En complément de ce qui précède, les pays Penta travailleront également à l'interface entre les évaluations de l'adéquation des ressources et la préparation aux risques. Une première étape a été franchie grâce à l'étude Penta sur les améliorations méthodologiques de l'évaluation de l'adéquation des ressources (Methodological improvements of Resource Adequacy Assessment), qui a permis d'examiner les différences et les recoupements. Les pays Penta s'efforceront de combler les écarts existants entre l'analyse à long terme et la planification opérationnelle à court terme, la prise de décision technique et politique, ainsi qu'entre les pays. Plus précisément, les pays Penta ont l'intention d'aider au développement d'outils analytiques et de procédures pour l'échange d'informations et la prise de décision, en impliquant étroitement les ministères, les GRT, les autorités de régulation, ainsi que l'ACER, l'ENTSO-E, l'EU DSO et les centres de sécurité régionaux situés dans la région Penta (à savoir Coreso et TSCNet).

Intégration des marchés

Le Forum pentalatéral de l'énergie a deux décennies d'expérience en matière d'intégration des marchés. Au cours de cette période, le Penta a été le témoin et le moteur de grands changements dans le paysage politique, les étapes les plus importantes étant l'introduction du couplage des marchés basé sur les flux, d'abord dans la région de Penta, et maintenant dans une plus grande partie de l'Europe continentale.

Promouvoir une conception du marché à l'épreuve du temps

Ces dernières années, le travail sur l'intégration des marchés au sein de Penta s'est élargi en termes d'accents et de sujets abordés. Les ministres Penta ont fermement inscrit l'hydrogène à l'ordre du jour national et européen en tant qu'élément clé nécessaire à l'intégration des systèmes et des marchés. Le SG4 nouvellement créé contribue activement au développement d'un marché européen intégré de l'hydrogène.

Le Forum pentalatéral de l'énergie vise également à contribuer à l'intégration des énergies renouvelables et au développement d'un futur système électrique décarbonisé, dans lequel les marchés intégrés jouent un rôle crucial. Plus récemment, deux études ont été réalisées : « Vision 2050 » et « Flexibilité ». Ces études ont été menées dans le cadre du groupe de soutien 3 (SG3) sur le futur système électrique et serviront de base aux travaux futurs du Forum Penta.

Le rapport Vision 2050 compare les scénarios nationaux de décarbonisation et propose des éléments de base pour une vision politique commune du futur système électrique. Ces éléments constitutifs décrivent les éléments nécessaires au développement efficace d'un futur système électrique. Les pays du Penta poursuivront leurs travaux sur le projet « Vision 2050 » en rédigeant une déclaration politique qui contiendra une vision commune du futur système énergétique intégré.

Pour développer ce système électrique futur, les pays du Penta reconnaissent la nécessité d'une conception de marché à l'épreuve du temps et échangeront activement sur l'amélioration et la mise en œuvre de la réglementation du marché de l'électricité, tout en soulignant les domaines dans lesquels des travaux supplémentaires sont nécessaires. Sur la base de leur expérience passée, les pays du Penta travailleront ensemble pour mettre en évidence les gains de bien-être liés à l'adoption d'une approche intégrée et fondée sur le marché dans le cadre des questions politiques susceptibles de se concrétiser. Ils continueront également à organiser des échanges techniques et des projets qui contribuent à la mise en œuvre effective des politiques énergétiques dans les régions du Penta.

Flexibilité

Le rapport sur la flexibilité (« Flexibility ») a fourni des informations supplémentaires sur l'état actuel et futur de la flexibilité dans la région. Il décrit les besoins et les sources de flexibilité en 2030/40/50, sous l'effet de l'intégration des énergies renouvelables, et montre que la coopération peut permettre de dégager des synergies importantes entre les pays, réduisant ainsi les besoins globaux en matière de flexibilité. Le rapport fournit également des recommandations importantes sur la manière de promouvoir la flexibilité dans la région et des mesures potentielles pour améliorer la flexibilité des acteurs du marché. Par conséquent, les pays Penta:

- Vont échanger sur l'harmonisation des produits non normalisés tels que les services de réseau (par exemple, redispaching et mesures correctives topologiques).
- Vont échanger sur la manière de faciliter la contribution d'un comportement flexible des acteurs du marché à l'équilibre du système énergétique via les marchés de gros et à l'exploitation des réseaux électriques d'une manière sûre et stable.
- Vont suivre le développement des exigences techniques pour la demande supplémentaire d'électricité (par exemple les pompes à chaleur et d'autres sources de flexibilité) afin de garantir l'interopérabilité pour que la demande supplémentaire d'électricité soit réellement flexible.
- Collaborer à la mise en œuvre des dispositions relatives à la flexibilité dans la législation européenne à venir, comme la réforme du marché de l'électricité et le code de réseau sur la réponse côté demande. Dans la mesure du possible, les pays du Penta s'efforceront de prendre en compte les besoins de flexibilité de la région lors de l'élaboration de la politique nationale.

Efficacité énergétique

Le Forum pentalatéral de l'énergie reconnaît l'importance d'améliorer continuellement l'efficacité énergétique comme moyen de réduire la dépendance à l'égard des combustibles fossiles et d'atténuer l'ampleur du défi que représente la transition énergétique. À cet égard, le Penta considère qu'il est important d'économiser l'énergie et de flexibiliser la demande d'énergie. Les pays du Penta ont échangé sur la mise en œuvre de l'obligation de réduction de la demande d'électricité imposée par la législation de l'UE pour l'hiver 2022/2023.

Les pays du Penta continueront à travailler ensemble en échangeant sur la mise en œuvre de la directive révisée sur l'efficacité énergétique et sur les meilleures pratiques en matière d'économies d'énergie.

Décarbonation

Comme décrit ci-dessus, et sur la base des travaux antérieurs sur la Vision 2050, les pays du Penta continuent à travailler à une vision politique commune sur un système électrique décarbonisé, qui devrait être réalisé dès que possible et idéalement d'ici 2035. Les pays du Penta travailleront ensemble pour continuer à développer les énergies renouvelables et à faire prendre conscience de l'importance de la flexibilité pour évoluer vers un système électrique entièrement décarboné sans perdre la sécurité de l'approvisionnement. Les pays du Penta reconnaissent pleinement l'importance d'une meilleure coopération régionale et s'efforcent de l'améliorer afin d'exploiter les synergies et d'obtenir des gains d'efficacité. Les pays du Penta étudieront la valeur ajoutée d'une coopération régionale supplémentaire sur l'intégration des énergies renouvelables, la planification des réseaux, la connexion entre l'offshore et l'onshore (en coopération avec la North Seas Energy Cooperation) et le traitement d'autres questions ayant un impact transfrontalier qui peuvent se poser lors de la transition vers un système électrique décarbonisé.

Hydrogène

En 2020, un groupe de soutien dédié à l'hydrogène a été créé dans le but de faire progresser les travaux et la coopération étroite de Penta dans le domaine de l'hydrogène. Le SG4 se concentre sur l'évolution de la réglementation et du marché en vue du déploiement de l'hydrogène dans les pays du Penta, en relation avec le cadre national, européen et international. Sur la base de la déclaration politique sur le rôle de l'hydrogène dans la décarbonisation du système énergétique en Europe signée en 2020 et des développements récents, notamment REPowerEU et le rapport de l'AIE intitulé « A 10-Point Plan to Reduce the European Union's Reliance on Russian Natural Gas », les pays du Penta échangent des informations et définissent des positions communes sur la future conception du marché pour les développements en vue du déploiement de l'hydrogène. En particulier, le SG4 continuera à travailler sur le développement de la certification de l'hydrogène, l'infrastructure émergente de l'hydrogène dans la région Penta et les mesures nécessaires pour développer les interconnexions transfrontalières. Il suivra également les progrès de la mise en œuvre des stratégies de l'hydrogène des pays Penta en examinant le développement de la réglementation, les mécanismes de soutien, les investissements, l'évolution de l'offre et de la demande, le commerce, entre autres.

1.4.2 North Seas Energy Cooperation - Coopération régionale dans le domaine des énergies renouvelables en mer

Luxembourg fait partie de la région de la mer du Nord, qui dispose d'un important potentiel en matière d'énergies renouvelables. Le déploiement de l'énergie éolienne en mer va jouer un rôle de plus en plus important dans la réalisation des objectifs énergétiques et climatiques de l'Europe. La stratégie de l'UE en matière d'énergie offshore a fixé l'objectif ambitieux d'une capacité installée de 300 GW pour l'énergie éolienne offshore et de 40 GW pour l'énergie marine d'ici à 2050. Le 19 janvier 2023, la Coopération énergétique de la mer du Nord (NSEC) a facilité l'élaboration d'un accord non contraignant sur les objectifs de

production d'énergie renouvelable en mer en 2050 avec des étapes intermédiaires en 2040 et 2030 pour le corridor prioritaire des réseaux en mer du Nord dans le cadre du règlement RTE-E. Les objectifs pour le corridor de réseau offshore prioritaire NSOG sont de 60,3 GW en 2030, entre 134,9 et 158 GW en 2040, et entre 171,6 et 218 GW en 2050. Cela représente un changement d'échelle significatif pour le secteur offshore, le déploiement des énergies renouvelables et le développement stratégique intégré de l'offshore. Les prix élevés de l'énergie, par exemple en 2022, et les événements géopolitiques qui menacent le système énergétique européen ont mis en évidence l'impératif d'accélérer le déploiement des capacités nationales de production d'énergie renouvelable et des réseaux de transmission en mer au niveau régional le plus rapidement possible, améliorant ainsi de manière significative la sécurité énergétique.

Luxembourg collabore avec les autres pays du NSEC pour identifier, analyser et réaliser des possibilités de projets de coopération concrets. Le NSEC est une initiative de coopération régionale volontaire, bottom-up, orientée vers le marché, établie en 2016, qui vise à :

- Créer des synergies ;
- Éviter les incompatibilités entre les politiques nationales ;
- Partager les connaissances sur les bonnes pratiques internationales ;
- Favoriser les stratégies communes lorsque cela est possible et bénéfique.

Les ministres responsables de l'énergie se réunissent régulièrement dans le cadre du NSEC. En 2023, le NSEC sera composé de la Belgique, du Danemark, de la France, de l'Allemagne, de l'Irlande, du Luxembourg, des Pays-Bas, de la Norvège et de la Suède, avec la participation de la Commission européenne. Le 18 décembre 2022, les ministres de l'énergie des pays nordiques et le commissaire européen à l'énergie ont signé un protocole d'accord sur la coopération avec le Royaume-Uni dans le domaine des énergies renouvelables en mer. L'établissement de ce protocole d'accord a été prévu par l'accord de commerce et de coopération entre l'Union européenne et le Royaume-Uni du 30 décembre 2020, s'appuie sur le NSEC et est distinct mais complémentaire du cadre du NSEC.

Pour le secteur de l'éolien en mer, il est essentiel d'offrir un environnement d'exploitation prévisible et stable à long terme afin de faciliter les investissements à long terme et de poursuivre la réduction des coûts. À cette fin, les obstacles existants doivent être supprimés et des conditions d'investissement attrayantes doivent être créées. Les membres du NSEC travaillent ensemble pour apporter une contribution importante à la réalisation de ces objectifs grâce à un échange régulier d'expertise axé sur plusieurs sujets au sein des quatre groupes de soutien (SG) du NSEC :

- SG1 : développement de projets hybrides et communs ;
- SG2 : autorisations, planification de l'espace maritime et considérations environnementales ;
- SG3 : cadres de financement et de soutien ;
- SG4 : planification à long terme du réseau et des infrastructures.

Pour que chaque groupe de soutien atteigne son objectif, les échanges entre les groupes de soutien et au sein de ceux-ci sont fortement encouragés et supervisés au niveau des coordinateurs penta. Les exemples suivants illustrent cette démarche : les ports (SG1 et SG4), la planification de l'espace maritime et la planification du réseau (SG2 et SG4), et la manière dont les critères non tarifaires peuvent renforcer l'innovation sur des défis clés pour un déploiement accéléré, rentable et responsable de l'énergie éolienne en mer (SG1, SG3 et SG4). Enfin, les groupes de soutien travaillent en étroite collaboration avec d'autres forums internationaux, tels que le Pentilateral Energy Forum et le Clean Industrial Forum, en ce qui concerne la planification des réseaux terrestres, les accords de marché et l'engagement des parties prenantes.

Développement de projets hybrides et communs

Le SG1 du NSEC sert de plateforme pour collaborer sur des concepts de projets potentiels d'éoliennes en mer et sur une infrastructure électrique coordonnée, y compris l'infrastructure de transmission. L'activité du groupe s'est intensifiée à mesure que les pays du NSEC ont lancé davantage de projets conjoints et hybrides en mer du Nord, afin de faciliter les discussions techniques et ministérielles et le partage des meilleures pratiques au fur et à mesure de l'avancement des projets.

Outre les projets communs sur l'éolien en mer, qui seront connectés et soutenus par plusieurs pays, le groupe de soutien travaille également sur d'éventuelles solutions « hybrides » qui utilisent des options transfrontalières pour connecter les parcs éoliens en mer à plus d'un marché de l'électricité et créer des synergies entre les pays, ainsi que sur les dispositions correspondantes de l'UE et des marchés nationaux.

Par conséquent, les membres du SG1 développent des opportunités de collaboration sur des projets hybrides ainsi que sur d'éventuels obstacles juridiques, réglementaires et commerciaux. Le SG1 continuera à travailler sur les obstacles et les étapes des projets hybrides et conjoints, qui peuvent être abordés au niveau national et régional. En outre, la collaboration continuera à fonctionner comme un forum de réflexion sur la manière de travailler sur les questions liées aux processus législatifs au niveau de l'UE et au niveau national.

Autorisations, planification de l'espace maritime et considérations environnementales

Pour atteindre nos objectifs en matière d'énergie et de climat au sein de l'UE, il est nécessaire d'accélérer les procédures de planification et d'autorisation au niveau européen et national, et en même temps de mieux comprendre les limites écologiques possibles du développement éolien à grande échelle dans les mers du Nord et les impacts sur les autres utilisateurs de la mer. SG2 a dressé un inventaire des tensions spatiales des développements de parcs éoliens offshore à l'horizon 2030 à l'échelle de la mer régionale. Les prochaines étapes consisteront à mieux définir les tensions écologiques et les menaces potentielles pour le développement et à définir des stratégies spatiales pour éviter ou atténuer ces menaces. Afin d'améliorer les connaissances et de soutenir le déploiement de l'énergie éolienne en mer du Nord, les pays de la mer du Nord continueront à coopérer étroitement en matière d'aménagement de l'espace maritime, de recherche environnementale et d'évaluation de l'impact cumulé des parcs éoliens entre les autorités responsables de l'énergie, de l'aménagement de l'espace maritime et de l'environnement.

Cadres de financement et d'appui

Les appels d'offres offshore sont un sujet central pour les cadres de financement et de soutien. Les membres du NSEC coordonnent les appels d'offres offshore en partageant les informations relatives aux calendriers des appels d'offres nationaux dans le cadre du SG3. Au sein du groupe de travail, les pays échangent également des bonnes pratiques concernant la conception des appels d'offres, le soutien sans subvention, les éléments de conception favorisant l'intégration des systèmes et des secteurs, ainsi que les régimes de connexion au réseau. Pour atteindre ces objectifs ambitieux, il devient de plus en plus important de mettre en œuvre des projets conjoints.

C'est pourquoi le groupe se penche également sur les possibilités de financement de projets offshore transfrontaliers communs, notamment par l'intermédiaire d'instruments financiers de l'UE tels que le mécanisme Connecting Europe Facility et le mécanisme de financement de l'Union pour les énergies renouvelables. Enfin, les accords d'achat d'électricité (AAE) jouent un rôle de plus en plus important dans le financement des projets offshore. Les pays se pencheront sur les problèmes, les obstacles et les solutions pour une adoption plus large des AAE. En outre, le groupe échange sur le démantèlement, l'extension de la durée de vie et la réalimentation en énergie des parcs éoliens.

L'objectif de ces échanges est également de développer et de discuter conjointement des idées concernant l'avenir à moyen terme du système énergétique offshore en termes de capacité installée, par exemple par le biais de calendriers d'appels d'offres coordonnés.

Delivering 2050 : planification à long terme du réseau et de l'infrastructure

Le SG4 du NSEC travaille avec l'ENTSO-E pour fournir et coordonner les contributions au plan de développement du réseau offshore pour les réseaux offshore des mers du Nord dans le cadre du règlement RTE-E de l'UE. En outre, le SG4 vise à élargir la discussion sur la planification à long terme du réseau afin d'inclure également le développement précoce et l'augmentation de la production et du transport de l'hydrogène vert en mer, ainsi que son rôle potentiel dans un système énergétique de la mer du Nord de plus en plus interconnecté. L'hydrogène vert jouera un rôle important dans la décarbonisation de notre système énergétique. Le Power-to-x, et en particulier l'hydrogène, jouera un rôle clé en apportant la flexibilité là et quand elle est nécessaire. La demande d'hydrogène devrait croître de manière significative, surtout après 2030, en raison de son potentiel en tant que vecteur d'énergie stockable et en tant que combustible et matière première pour les activités difficiles à électrifier. Plusieurs pays NSEC ont annoncé des objectifs de production d'hydrogène vert à terre et en mer. Dans le cadre du SG4, les pays NSEC échangeront leurs premières expériences avec l'hydrogène en corrélation avec l'éolien offshore, et échangeront des connaissances sur les infrastructures de transport, le développement des énergies renouvelables et la production Power-to-x offshore. Ils travailleront ensemble pour fournir des informations sur la production d'hydrogène en mer, pour discuter du déploiement de l'électrolyse et pour accroître les synergies entre la planification à long terme du réseau en mer et du réseau d'hydrogène. Dans tous les aspects de la planification des infrastructures à moyen et long terme, le SG4 souligne l'importance d'un large engagement dans ce processus de planification avec les États membres et les parties prenantes concernées, y compris l'industrie et les ONG, afin d'anticiper et d'éliminer les goulets d'étranglement de la chaîne d'approvisionnement (par exemple, le développement et la disponibilité des ports) dans le déploiement et l'accélération de la mise en place de notre système énergétique en mer du Nord. Cela est étroitement lié à l'importance de préserver la sécurité des infrastructures critiques offshore et sous-marines, ainsi que l'approvisionnement en matières premières essentielles, par l'intermédiaire de l'innovation et d'une meilleure circularité.

2 Objectifs généraux et objectifs spécifiques nationaux

2.1 Dimension "décarbonation"

2.1.1 Émissions et absorptions de GES

Faisant suite à l'adoption du plan national intégré en matière d'énergie et de climat pour la période 2021-2030 (PNEC) en mai 2020, la loi modifiée du 15 décembre 2020 relative au climat a posé la base légale de la politique climatique du Grand-Duché de Luxembourg. La loi relative au climat fixe notamment les objectifs climatiques nationaux, à savoir :

- l'objectif à long terme de la **neutralité climatique** qui consiste à atteindre le « zéro émissions nettes » au Luxembourg **d'ici 2050 au plus tard** ; et
- l'objectif intermédiaire qui consiste à **réduire de 55% d'ici à 2030 par rapport à 2005 les émissions de gaz à effet de serre attribuées au Luxembourg au titre du règlement (UE) 2018/842⁴** (hors émissions gouvernées par le système d'échange de quotas d'émissions de l'UE).

Ainsi, l'objectif climatique national à l'horizon 2030 dépasse la contribution contraignante demandée au Luxembourg en vertu de la modification du règlement (UE) 2018/842 dans le cadre du paquet « Ajustement à l'objectif 55 », qui retient un objectif de réduction de 50% pour le Luxembourg. Le Luxembourg n'est donc pas tenu d'ajuster son objectif de réduction des émissions de gaz à effet de serre à l'horizon 2030 dans le cadre de la révision du PNEC.

La loi précitée stipule également que des **objectifs climatiques sectoriels** sont fixés, par voie de règlement grand-ducal, pour cinq secteurs couvrant l'intégralité des émissions de GES attribuées au niveau national et dont la délimitation est définie avec précision par la loi :

1. Industries de l'énergie et manufacturières, construction ;
2. Transports ;
3. Bâtiments résidentiels et tertiaires ;
4. Agriculture et sylviculture ;
5. Traitement des déchets et des eaux usées.

Le règlement grand-ducal du 22 juin 2022⁵ détermine les allocations d'émissions annuelles des 5 secteurs pour la période allant jusqu'au 31 décembre 2030, de sorte à ce que les émissions de ces secteurs diminuent de manière régulière et continue selon le mécanisme visé à l'article 4 du règlement (UE) 2018/842 et atteignent l'objectif climatique national de -55% en 2030.

⁴ Règlement (UE) 2018/842 du Parlement européen et du Conseil du 30 mai 2018 relatif aux réductions annuelles contraignantes des émissions de gaz à effet de serre par les États membres de 2021 à 2030

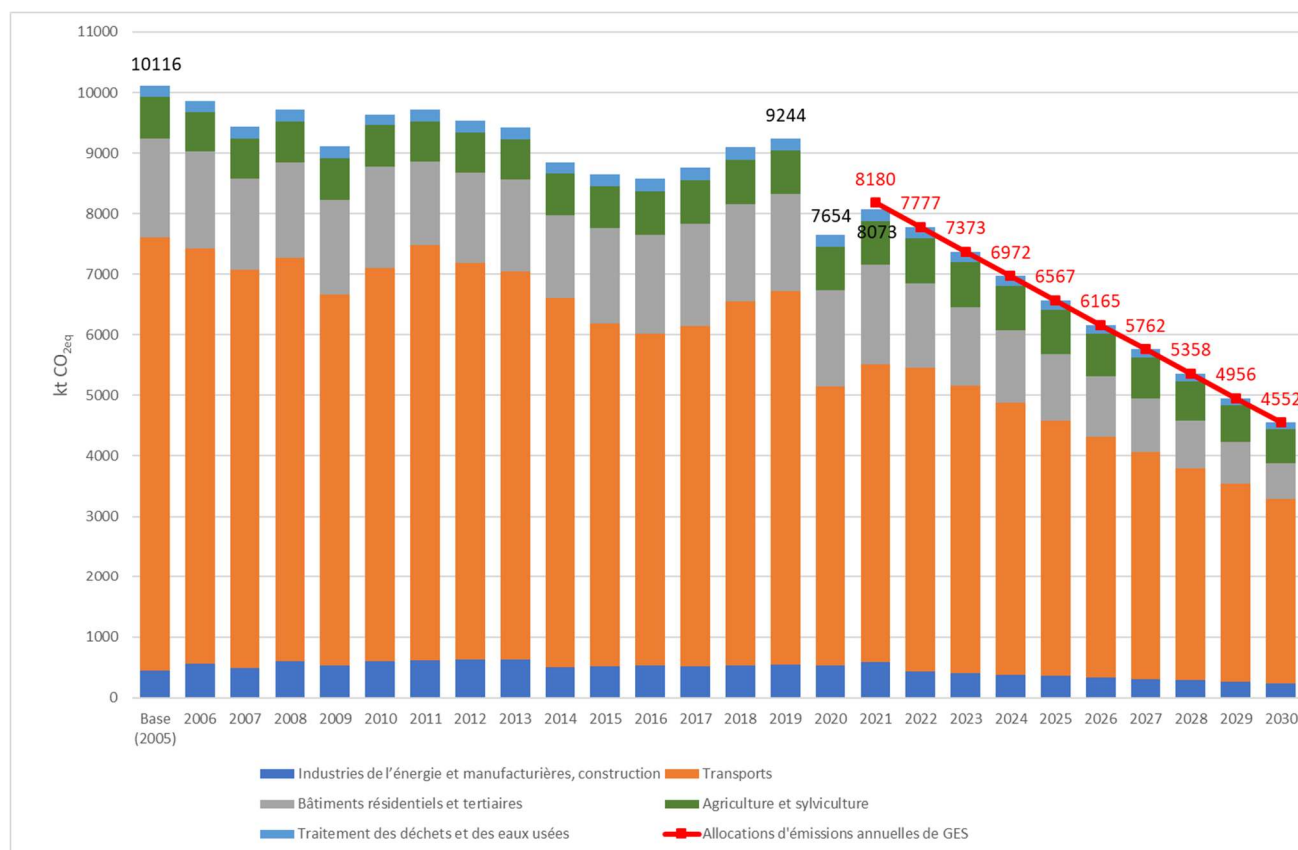
⁵ Règlement grand-ducal du 22 juin 2022 déterminant les allocations d'émissions de gaz à effet de serre annuelles pour la période allant jusqu'au 31 décembre 2030 des secteurs visés à l'article 5 de la loi modifiée du 15 décembre 2020 relative au climat

Tableau 1 : Allocations d'émissions annuelles de GES pour la période allant jusqu'au 31 décembre 2030

[Milliers de tonnes CO ₂ eq (AR5)]	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Industries de l'énergie et manufacturières, construction	455	431	408	384	360	337	313	289	266	242
Transports	5279	5018	4757	4494	4228	3986	3747	3504	3271	3053
Bâtiments résidentiels et tertiaires	1497	1396	1295	1195	1094	993	893	792	691	590
Agriculture et sylviculture	760	752	742	736	731	704	672	645	609	556
Traitement des déchets et des eaux usées	189	180	171	163	154	145	137	128	119	111
TOTAL	8180	7777	7374	6971	6568	6164	5761	5358	4955	4552

Les allocations d'émissions annuelles de GES sont exprimées sur base des valeurs pour les potentiels de réchauffement planétaire retenues au Cinquième Rapport d'Evaluation du GIEC (Fifth Assessment Report (AR5), 2014).

Figure 1 : Allocations d'émissions annuelles de GES pour la période allant jusqu'au 31 décembre 2030 (avec émissions historiques de 2005 à 2021)



Source : Inventaire des émissions de GES (soumission de mars 2023) ; Règlement grand-ducal du 22 juin 2022 déterminant les allocations d'émissions de gaz à effet de serre annuelles pour la période allant jusqu'au 31 décembre 2030

Conformément à la modification du règlement (UE) 2018/841⁶ dans le cadre du paquet « Ajustement à l'objectif 55 » et afin de consolider les puits de carbone en vue de la neutralité climatique visée d'ici 2050 au plus tard, le Grand-Duché de Luxembourg renforce ses **objectifs en matière d'absorptions nettes de gaz à effet de serre dans le secteur de l'utilisation des terres, du changement d'affectation des terres et de la foresterie (UTCATF)** (« Land Use, Land Use Change and Forestry (LULUCF) ») pour la période 2026-2030. L'objectif pour 2030 consiste à accroître l'absorption nette de -27 kt CO_{2eq} par rapport à la moyenne des absorptions nettes pour les années 2016, 2017 et 2018, ce qui, à titre d'information et sur base des données déclarées dans l'inventaire présenté en 2020, mènerait à une absorption nette totale de -403 kt CO_{2eq} en 2030. Pour la période 2026-2029, un volume d'absorption à respecter sera établi en 2025 sur la base d'une trajectoire linéaire débutant en 2022 à la moyenne des absorptions nettes pour les années 2021, 2022 et 2023 et aboutissant à l'objectif 2030.

⁶ Règlement (UE) 2018/841 du Parlement européen et du Conseil du 30 mai 2018 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

2.1.2 Energies renouvelables

<u>Objectifs généraux</u>
<ul style="list-style-type: none">● Développement des énergies renouvelables sur le territoire national :<ul style="list-style-type: none">○ Augmentation de la part des énergies renouvelables dans la consommation finale brute d'énergie par rapport au PNEC 2020 de 25 % en 2030 à 37 % suite au « Green Deal », au « Fit for 55 », au « REPowerEU » et à la révision de la directive relative aux énergies renouvelables ;○ Déploiement ambitieux de l'éolien, du solaire, des pompes à chaleur et de l'électromobilité au Luxembourg.● Mesures de coopération :<ul style="list-style-type: none">○ Recours annuel au mécanisme de financement des énergies renouvelables de l'Union Européenne comme instrument de référence ;○ Conclusion ponctuelle d'accords de coopération avec d'autres États-membres en vue de promouvoir notamment des projets novateurs comme des îles énergétiques et le développement de l'hydrogène et de ses dérivés renouvelables (<i>Renewable liquid and gaseous transport fuels of non-biological origin (RFNBO)</i>).● Scénario avec mesures actuelles :<ul style="list-style-type: none">○ En 2030, l'électricité renouvelable produite sur le territoire atteindra 37% dans la consommation finale d'électricité et ensemble avec les mesures du mécanisme de financement de l'Union européenne, cette part atteindra 60% (en 2030) et passera à 100% en 2035 (objectif de décarbonation de l'AIE).○ L'éolien devra nettement dépasser la production projetée du PNEC 2020 (674 GWh) pour atteindre 1043 GWh en 2030.○ L'objectif ambitieux de 1112 GWh prévu pour le photovoltaïque dans le PNEC 2020 pose un défi au regard de l'interruption des chaînes de production dans le domaine de la réalisation d'installations photovoltaïques mais est maintenu comme objectif à atteindre.○ En 2030, la chaleur/froid renouvelable produite sur le territoire atteindra 40% dans la consommation finale de ce secteur avec notamment un rôle accru pour les pompes à chaleur.● Scénario avec mesures supplémentaires : une augmentation de la part de 25% à 37 % d'ici 2030 implique la nécessité de mesures additionnelles, tant sur le plan national à travers une offensive solaire encore plus poussée et des mesures de coopération européennes avec des quantités plus importantes.
<u>Objectifs spécifiques nationaux</u>
<ul style="list-style-type: none">● <u>Electricité renouvelable :</u>● Photovoltaïque<ul style="list-style-type: none">○ Continuation des appels d'offres et augmentation continue des volumes pour les grandes installations photovoltaïques :<ul style="list-style-type: none">▪ Appels d'offres annuels réguliers avec primes de marché ;▪ Appels d'offres ciblés avec des aides à l'investissement en mettant l'accent sur l'autoconsommation ;

- Appel d'offres dits « agrivoltaïques » visant l'installation de panneaux photovoltaïques dans le milieu agricole en vue d'assurer une exploitation agricole continue et une amélioration de la qualité écologique de la surface concernée ;
 - Introduction d'une obligation solaire pour les nouveaux bâtiments, combinée à une aide organisationnelle ciblée pour les ménages avec moins de revenus.
 - Adaptation et élargissement des régimes d'aides pour les petites et moyennes installations ;
 - Augmentation de l'autoconsommation dans le secteur résidentiel et des entreprises ;
 - Information et sensibilisation des citoyens et des entreprises ;
 - Mise à jour et amélioration continue de l'outil du cadastre solaire ;
 - Elaboration de recommandations pour uniformiser et faciliter les procédures d'autorisation.
- **Eolien**
 - Possibilité d'autorisation de nouveaux sites pour l'implantation d'éoliennes en recourant à des technologies nouvelles pour la protection et la détection des oiseaux et des chauves-souris ;
 - Identification et abolition de barrières au développement de l'énergie éolienne (p.ex. installations d'éoliennes à proximité de zones d'activités économiques et le long d'infrastructures de transport) ;
 - Promotion de grandes installations en recourant notamment au « repowering » des anciennes installations ;
 - Facilitation des procédures d'autorisation.
- **Biomasse solide / Biogaz**
 - Recours au bois durable de la Grande Région, principe de l'utilisation en cascade ;
 - Mise en œuvre de la stratégie biogaz, stratégie élaborée en 2022 et publiée en 2023, tel que prévu par le PNEC 2020 avec notamment promotion accrue de l'utilisation des effluents d'élevage locaux ;
 - Promotion des réseaux de chaleur alimentés par la chaleur renouvelable issue des centrales de biogaz ;
 - Promotion de la sensibilisation et de la formation des exploitants dans le secteur du biogaz ;
 - Mise en œuvre des critères de durabilité et de réduction des émissions de gaz à effet de serre.
- **Chaleur renouvelable**
- **Pompes à chaleur**
 - Accélération du déploiement des pompes à chaleur dans le secteur résidentiel et tertiaire ;
 - Maintien des incitatifs financiers pour soutenir le déploiement des pompes à chaleur ;
 - Facilitation des procédures d'autorisation pour les pompes à chaleur géothermiques.
- **Géothermie**
 - Accélération du déploiement des installations pour utiliser la géothermie superficielle (jusqu'à 400 m de profondeur) en combinaison avec des pompes à chaleur par la réévaluation régulière et, le cas échéant l'adaptation des incitatifs financiers ;

- Exploitation du potentiel de la géothermie de profondeur moyenne (400 – 2000 m) pour décarboner le secteur de la chaleur. En vue de la réalisation de premiers projets pilotes, le service géologique mène une étude sismique au sud du pays pour affiner le potentiel dans cette région ;
- Mise à disposition d'outils et de sources d'informations sur la géologie nationale afin de faciliter la planification et le dimensionnement d'installations géothermiques.
- **Réseaux de chaleur**
 - Développement des réseaux de chaleur industriels et urbains à partir de chaleur renouvelable et fatale et mise en place d'une législation favorable à leur développement ;
 - Adaptations des incitatifs financiers pour tenir compte des réseaux de chaleur à basse température ;
 - Mise en place d'un cadre légal favorisant la mise en place de réseaux de chaleur ;
 - Promotion des réseaux de chaleur et de froid efficaces par la mise à disposition d'un outil de planification informatique.
- **Transport**
 - Déploiement accentué de l'électromobilité (rail, tram et mobilité individuelle) ;
 - Continuation de l'utilisation de biocarburants avancés, biocarburants et bioliquides et hydrogène ainsi que ses dérivés renouvelables pour les véhicules difficiles à électrifier (par exemple carburants synthétiques et renouvelables d'origine non-biologique).
- **Hydrogène**
 - Mise en œuvre des sept mesures de la stratégie hydrogène, stratégie élaborée et publiée le 27 septembre 2021, tel que prévu par le PNEC 2020 ;
 - Préparer le terrain pour le déploiement d'une infrastructure de transport (et de transit) de l'hydrogène notamment par la mise en place d'une législation structurée et par la continuation des études infrastructurelles régionales et européennes ;
 - Développement des instruments de soutien à la production et la consommation de l'hydrogène renouvelable et soutien de projets pilotes.

2.1.2.1 PNEC – version actuelle

Le Conseil de gouvernement a adopté le 20 mai 2020 la version initiale du Plan national climat et énergie (PNEC). Ce plan décrit les politiques et mesures permettant d'atteindre les objectifs nationaux ambitieux en matière de réduction des émissions de gaz à effet de serre (-55 %), d'une quotepart minimale d'énergies renouvelables dans la consommation finale brute d'énergie du Luxembourg (25 %) et d'une amélioration de l'efficacité énergétique (réduisant la consommation d'énergie de 40 à 44 %) à l'horizon 2030. Il constitue dès lors une feuille de route qui sera mise en pratique par l'adoption de lois et règlements, de programmes et de projets dans les domaines spécifiques.

Le projet du PNEC a été adopté pour la période 2021 - 2030 par le Gouvernement en conseil en sa séance du 7 février 2020 et soumis à une consultation publique du 12 février au 29 mars 2020 inclus. Dans le cadre de la consultation publique, 328 citoyennes et citoyens ont fait parvenir des commentaires et propositions. S'y ajoutent 30 acteurs et groupements institutionnels de la société civile organisée, ainsi que des organisations patronales et salariales qui ont soumis leurs avis.

La grande majorité des intéressés a salué le niveau d'ambition général du PNEC. Dans les commentaires et propositions plus détaillés, les citoyens et groupements se sont principalement référés à des questions de mise en œuvre du PNEC. Dans la mesure du possible, des adaptations au PNEC ont été réalisées par la suite et

le Conseil de gouvernement a retenu de tenir compte des commentaires et propositions lors de l'élaboration des règlements, programmes et projets dans les domaines spécifiques du PNEC entre 2020 et 2030.

Depuis l'adoption de la version initiale, le monde a dû faire face à de multiples crises, notamment la crise sanitaire et la crise liée à la situation de guerre en Ukraine. En général, le PNEC peut être considéré comme un élément clé du paquet de relance économique suite à la crise sanitaire permettant de faire face à la menace pressante et urgente du changement climatique. Le PNEC soutient l'économie nationale et permettra de libérer d'importants potentiels pour renforcer le lien entre la transition énergétique et la politique climatique d'une part et le développement économique d'autre part.

Les ambitions du PNEC initial (ci-après PNEC 2020) par secteur sont reprises dans le Tableau 2.

Tableau 2 : Parts sectorielles des énergies renouvelables selon le scénario cible de 25 % tel que défini dans le PNEC 2020

PNEC 2020	2017	2020	2025	2030	2035	2040
Part EnR, secteur électricité %	8,1%	11,9%	23,5%	33,6%	38,8%	45,4%
Part EnR, secteur chaleur %	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%	7,7%	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%

EnR : énergies renouvelables

2.1.2.2 Énergies renouvelables – Accélérer la transition vers les 100% renouvelables

La directive 2009/28/CE (remplacée au 30 juin 2021 par la directive 2018/2001/UE) prévoyait l'établissement par chaque État-membre d'un plan d'action en matière d'énergies renouvelables, le NREAP, qui définissait l'objectif national concernant la part de l'énergie produite à partir de sources renouvelables et consommée dans la production d'électricité, dans le secteur du transport, dans le secteur de la chaleur et de refroidissement en 2020, en tenant compte des effets d'autres mesures liées à l'efficacité énergétique sur la consommation finale d'énergie. Cet objectif était fixé à 11 % pour le Luxembourg, et fut atteint avec une part de 11,7 %, grâce à un développement national soutenu ainsi que la conclusion d'accords de coopération avec l'Estonie et la Lituanie. De 2019 à 2020, la part de l'électricité renouvelable est passée de 10,9 % à 13,9 %, celle du transport de 7,7 % à 8 % (12,6% suivant la méthode de calcul de la directive 2009/28/CE) et celle de la chaleur/froid de 8,7 % à 12,6 %. Les efforts et les politiques entrepris tout au long de la période 2010 à 2020 ont porté leurs fruits et ont également contribué à l'objectif global de l'Union européenne.

Pour 2021, le cap est maintenu et le Luxembourg atteint, selon les modélisations STATEC/EUROSTAT, 11,7 %.

Le

Tableau 3 montre l'évolution suivant les différents secteurs et l'impact de la coopération européenne.

Tableau 3: Parts des énergies renouvelables dans la consommation finale brute d'énergie dans les différents secteurs de 2017 à 2021

EUROSTAT-SHARES	2017	2018	2019	2020	2021
Part EnR, secteur électricité %	8,1%	9,1%	10,9%	13,9%	14,2%
Part EnR, secteur chaleur %	7,5%	8,5%	8,9%	12,7%	12,9%
Part EnR, secteur transport (sans multiplicateurs) %	5,4%	5,4%	7,0%	8,0%	8,0%
Part EnR totale - production / consommation %	5,9%	6,2%	7,0%	10,1%	9,9%
Part EnR totale - Coopération EnR incluse %	5,9%	8,6%	7,0%	11,7%	11,7%

Source : STATEC-EUROSTAT-SHARES

La période 2021 à 2030 est régie par la refonte de la directive relative à la promotion de l'utilisation de l'énergie produite à partir de sources renouvelables (2018/2001/UE), entrée en vigueur le 30 juin 2021. Entretemps et depuis la crise sanitaire et la crise énergétique, les ambitions au niveau européen ont évolué et les instances européennes ont élaboré deux plans nommés « Fit for 55 » et « REPowerEU », revoyant à la hausse les ambitions en termes de production d'énergies renouvelables.

Pour le Luxembourg l'augmentation de la part des énergies renouvelables dans la consommation finale brute d'énergie par rapport au PNEC 2020 passera en principe de 25 % à 37 % en 2030.

Cette augmentation nécessitera des efforts accrus notamment par un déploiement constant, voire accéléré et ciblé de l'éolien, des installations photovoltaïques tant dans les secteurs résidentiels, par un renforcement des obligations pour les nouvelles bâtisses, industriels et tertiaires et le recours aux pompes à chaleur comme installation de chauffage de référence dans la bâtisse nouvelle et comme solution de décarbonation de la bâtisse existante.

A côté des efforts nationaux, la coopération européenne reste un pilier important pour la réalisation des objectifs à court, moyen et long terme, que ce soit par des accords de coopération avec d'autres États (le Luxembourg a signé un tel accord avec le Danemark le 3 octobre 2022 pour la période 2021-2025) ou via le mécanisme de financement des énergies renouvelables de l'UE (REFM). Le Luxembourg estime que cet instrument deviendra un instrument de référence pour le développement de la coopération européenne en matière des énergies renouvelables vu la taille du territoire national et le potentiel national limité. Le Luxembourg restera en première ligne pour participer à ces appels à candidatures organisés par la Commission européenne.

Tableau 4: Évolution projetée des parts sectorielles pour atteindre les objectifs revus à la hausse du PNEC mise à jour

PNEC - mise à jour	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Part EnR - secteur électricité %	16,5%	18,9%	24,8%	28,0%	30,0%	31,8%	33,2%	35,2%	37,3%
Part EnR - secteur chaleur %	13,9%	15,4%	22,8%	24,8%	27,1%	29,7%	32,8%	36,0%	40,3%
Part EnR - Transports * %	9,0%	9,0%	9,4%	10,5%	11,2%	12,1%	13,4%	14,9%	18,0%
Part EnR globale - sans coopération %	10,7%	11,6%	15,0%	16,5%	18,0%	19,7%	21,6%	23,7%	26,1%
Part EnR globale - avec coopération %	13,7%	11,6%	15,0%	24,0%	18,8%	29,0%	23,6%	26,6%	37,0%
Trajectoire indicative et objectif global %	13,5%	11,0%	11,0%	24,0%	11,0%	29,0%	11,0%	11,0%	37,0%

* avec multiplicateurs (article 27 Directive 2018/2001/CE)

Les États membres sont également obligés à respecter tout au long de la période l'objectif spécifique national contraignant de 2020, à savoir 11 % pour le Luxembourg. A partir de 2023, ce cap sera atteint sans coopération européenne.

2.1.2.3 Secteur de l'électricité renouvelable

Le secteur de l'électricité tire son énergie renouvelable principalement de trois ressources ; l'éolien, le photovoltaïque et la biomasse. L'éolien et le photovoltaïque resteront les deux ressorts avec le potentiel le plus important.

Le Tableau 5 reprend les productions annuelles en électricité à partir des sources renouvelables pour les années 2017 à 2021.

Tableau 5 : Production d'énergie à partir de sources/technologies renouvelables dans le secteur de l'électricité renouvelable 2017 – 2021 :

STATEC		2017	2018	2019	2020	2021
Hydro-électrique	GWh	78	85	98	84	97
Éolienne*	GWh	235	255	281	351	314*
Photovoltaïque	GWh	108	120	130	161	160
Déchets renouvelables	GWh	47	47	47	43	43
Biogaz**	GWh	72	75	71	63	61
Biomasse solide***	GWh	52	95	159	266	285
Total	GWh	593	677	787	968	960

Source : STATEC

*projets de « repowering » en cours

**inclus: gaz de stations d'épuration des eaux usées et le gaz de décharge

***inclus: bois de rebut

Au fil des 5 dernières années, la part de l'électricité renouvelable a augmenté de plus de 62 %, notamment grâce à 3 grandes installations de cogénération basées sur la biomasse solide ou le bois de rebut et l'agrandissement du parc éolien, et passe de 593 GWh produits en 2017 à 960 GWh en 2021. Les technologies primaires pour la production d'énergie à partir de sources renouvelables au Luxembourg sont l'énergie éolienne (32,8 %), l'énergie issue de la biomasse solide (29,7 %) et l'énergie photovoltaïque (16,7 %).

En 2019, la révision des tarifs pour les installations photovoltaïques, l'élargissement du cadre des bénéficiaires des tarifs entre 30 et 200 kW à toutes les personnes privées et entreprises (réservés auparavant aux sociétés coopératives), ainsi que les différents appels d'offres ont accéléré le déploiement des installations photovoltaïques, de sorte qu'en 2021, quelques 90 MW⁷ en termes d'installations photovoltaïques ont été construites, un record malgré la crise sanitaire. La puissance totale installée du photovoltaïque en 2020 était de 187 MW⁸.

L'année 2022 fut marquée par des crises sur les différents marchés de l'énergie ainsi que par des problèmes d'approvisionnement. Parmi les secteurs touchés on retrouve ceux de l'artisanat et de la construction. Afin d'éviter que la dégression des tarifs ait des effets pénalisants et dissuasifs pour des retards indépendants de la mise en œuvre des installations de la volonté des investisseurs, la dégression fut temporairement gelée pour les nouvelles centrales dont la première injection a lieu en 2023.

La puissance additionnelle de toutes les technologies renouvelables était de 68 MW en 2022. Des projets de « *repowering* », et des nouvelles installations éoliennes ont apporté environ 29 MW, le photovoltaïque 38 MW et la biomasse 1 MW.⁹

Force est de constater que l'énergie éolienne et le photovoltaïque constituent les principaux moteurs de l'électricité renouvelable et il est impératif d'en accélérer le développement et la promotion. Les mesures détaillées sont reprises dans le chapitre des objectifs et technologies.

Tableau 6: PNEC 2020 – Évolution projetée des technologies renouvelables du secteur de l'électricité renouvelable

PNEC 2020		2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Hydroélectrique	GWh	95	95	96	97	98	98	99	100	100
Eolienne	GWh	245	288	333	382	436	492	552	613	674
Photovoltaïque	GWh	418	526	650	786	917	1014	1053	1085	1112
Biogaz*	GWh	68	70	73	70	77	82	88	91	93
Biomasse solide**	GWh	194	193	219	228	241	243	254	257	271
Production_{EnR}	GWh	1020	1172	1370	1563	1769	1930	2046	2146	2251
Consommation_{el}	GWh	6374	6449	6542	6656	6664	6669	6674	6682	6708
Part EnR_{el}	%	16,0%	18,2%	20,9%	23,5%	26,5%	28,9%	30,6%	32,1%	33,6%

*y inclus : gaz de stations d'épuration d'eaux usées et gaz de décharge

**y inclus : bois de rebut

⁷ ILR - CHIFFRES CLÉS DU MARCHÉ DE L'ÉLECTRICITÉ 2021 - <https://assets.ilr.lu/energie/Documents/ILRLU-1685561960-998.pdf>

⁸ ILR- CHIFFRES CLÉS DU MARCHÉ DE L'ÉLECTRICITÉ 2020 - <https://assets.ilr.lu/energie/Documents/ILRLU-1685561960-889.pdf>

⁹ Registre national des centrales de production d'énergie (RNCP)

Tableau 7: PNEC mise à jour – Évolution projetée des technologies renouvelables du secteur de l'électricité renouvelable

PNEC - mise à jour		2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Hydroélectrique	GWh	100	95	96	97	100	100	100	100	100
Eolien	GWh	330	430	511	699	800	867	903	962	1043
Photovoltaïque	GWh	316	390	480	580	680	780	890	1000	1112
Déchets renouvelables	GWh	43	44	45	46	47	48	49	49	50
Biogaz*	GWh	67	71	75	79	84	88	92	96	100
Biomasse solide**	GWh	285	290	540	554	568	582	596	610	624
Production_{EnR}	GWh	1141	1321	1747	2055	2278	2465	2630	2817	3029
Consommation_{el}	GWh	6910	6972	7056	7351	7582	7753	7923	8013	8122
Part EnR_{el}	%	16,5%	18,9%	24,8%	28,0%	30,0%	31,8%	33,2%	35,2%	37,3%

* y inclus: gaz de stations d'épuration d'eaux usées et gaz de décharge

**y inclus: bois de rebut

On constate que grâce à l'apport de l'éolien suite à de nombreux projets de « *repowering* » et d'une troisième grande installation de cogénération à base de bois de rebut (environ 250 GWh d'électricité produite) sur un site industriel, prévue pour 2024, la production totale d'électricité à partir de sources renouvelables du PNEC mise à jour est de 35 % supérieure au PNEC 2020 pour 2030.

La consommation en électricité est également susceptible d'être plus importante, notamment en raison du déploiement des pompes à chaleur et par le principe de l'électrification générale du système énergétique pour décarboner notamment l'industrie, d'où l'importance que jouera également le volet de l'efficacité énergétique, de même pour les bâtiments d'habitation et fonctionnels.

Par rapport au PNEC 2020 où la consommation finale en électricité était estimée à 6.708 GWh pour 2030, la nouvelle modélisation de la consommation finale de l'électricité pour l'année 2030 montre une nette progression de la consommation en électricité à 8.122 GWh à cause des explications précitées et des hypothèses de croissance économique et démographique du Luxembourg jusqu'en 2030.

Au regard des efforts accrus que le Luxembourg entend déployer dans le domaine du développement des énergies renouvelables au niveau national, et malgré la progression de la consommation électricité projetée, le Luxembourg vise désormais un objectif de 37,3% d'électricité renouvelable dans sa consommation finale d'électricité en 2030 qui constitue une progression nette vis-à-vis de l'objectif du PNEC 2020 (objectif PNEC 2020 : 33,6%). La production totale d'électricité par des sources d'énergies renouvelables en 2030 sera donc nettement plus élevée que celle prévue par le PNEC 2020 (3.029 GWh au lieu de 2.251 GWh), soit une progression de 35%.

Ensemble avec la coopération européenne et notamment le mécanisme de financement des énergies renouvelables de l'Union Européenne, le Luxembourg sera en mesure de produire environ 60 % de sa consommation électrique à partir de sources renouvelables sur le territoire national et européen en 2030. Le Luxembourg déploiera ainsi des efforts conséquents dans la coopération européenne et vise production nationale et européenne cumulées, un objectif de 100% d'électricité renouvelable par rapport à sa consommation électrique en 2035.

2.1.2.4 Secteur de la chaleur renouvelable

Le secteur de la chaleur a connu une importante avancée au cours des dernières années, notamment en raison de grandes installations de biomasse solide ou de bois de rebut et ces dernières ont largement contribué à la réalisation des objectifs en général. Pour les particuliers l'acquisition de pompes à chaleur, de chauffage aux granulés de bois ou le raccordement à un réseau urbain est en partie financé par une revalorisation des aides à l'investissement, appelés *Klimabonus*, de sorte que la chaleur renouvelable trouvera également des repreneurs dans le secteur résidentiel.

D'un autre côté la consommation de chaleur a augmenté en 2021 passant de 12.800 GWh en 2020 à 13.400 GWh en 2021 (Source : Statec-Eurostat), après une année 2020 marquée par la crise sanitaire et un ralentissement de l'activité économique.

La consommation de chaleur devrait à nouveau baisser dans les prochaines années en raison des mesures prises que ce soit au niveau de la rénovation des bâtiments résidentiels, des aides allouées aux particuliers (*Klimabonus*), ou le renforcement de l'accord volontaire avec le secteur industriel. De plus amples détails se trouvent dans la rubrique 2.2. « Dimension "efficacité énergétique" ».

La production centralisée de chaleur englobe la chaleur qui est distribuée par des réseaux de chaleur aux utilisateurs finaux tandis que dans le système de production décentralisée, la chaleur est produite sur le lieu de consommation.

Tableau 8: Production d'énergie à partir de sources/technologies renouvelables dans le secteur de la chaleur renouvelable 2017 – 2021

STATEC		2017	2018	2019	2020	2021
Biogaz (centralisé)*-Biométhane	GWh	98	102	96	85	82
Biomasse solide **(centralisé)	GWh	260	418	689	1122	1202
Biomasse solide (décentralisé)	GWh	236	251	154	142	131
Solaires thermiques	GWh	25	27	28	30	31
Pompes à chaleur (PAC)	GWh	30	38	45	55	65
Chaleur totale issue des ENR	GWh	649	835	1012	1433	1511

Source : STATEC

*y inclus: gaz de stations d'épuration d'eaux usées et gaz de décharge

**y inclus: bois de rebut

Tableau 9: PNEC 2020 - Évolution projetée de la production de chaleur à partir de sources renouvelables

PNEC 2020		2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Biogaz (centralisé)*-	GWh	129	133	138	133	146	155	168	172	176
Biométhane										
Biomasse solide**, centralisée	GWh	593	588	619	621	642	638	657	653	672
Biomasse solide, décentralisée	GWh	842	878	912	955	978	1005	1028	1059	1091
Systèmes solaires thermiques	GWh	80	90	101	115	127	141	156	173	190
Pompes à chaleur	GWh	132	153	178	207	239	277	319	368	422
Chaleur totale issue des EnR	GWh	1776	1843	1948	2030	2133	2216	2328	2425	2551
Consommation_{ch}	GWh	11199	10883	10555	10223	9877	9519	9152	8775	8371
Part EnR_{ch}	%	14,5%	16,9%	18,5%	19,9%	21,6%	23,3%	25,4%	27,6%	30,5%

*y inclus: gaz de stations d'épuration d'eaux usées et gaz de décharge

**y inclus: bois de rebut

Les pompes à chaleur jouent un rôle important dans ce secteur, non seulement dans le secteur résidentiel où pour les bâtiments neufs, construits après le 1^{er} janvier 2023, où elles deviennent la technologie de référence, mais également dans le secteur industriel ou tertiaire. A côté de la bâtisse nouvelle, les pompes à chaleur seront implémentées à vitesse croissante également dans la bâtisse existante lors de rénovations énergétiques. Le taux de rénovation des bâtiments existants devra être accéléré dans les années à venir afin de décarboner le secteur de la bâtisse jusqu'en 2050.

D'autres pistes seront également étudiées, notamment la géothermie de moyenne profondeur ou encore les réseaux de chauffage urbain renouvelable alimentés à partir de chaleur renouvelable ou fatale.

La géothermie se révèle comme technologie prometteuse pour soutenir la décarbonation du secteur de la chaleur. On y distingue entre la géothermie proche de la surface (0 – 15 m), la géothermie peu profonde allant jusqu'à 400 m et la géothermie moyennement profonde à partir de 400 m de profondeur. La géothermie peu profonde ou proche de la surface sert principalement à fournir de la chaleur aux maisons unifamiliales ou résidences en combinaison avec une pompe à chaleur. Cette technologie est actuellement éligible dans le cadre des régimes d'aides *Klimabonus* qui prévoit des contributions étatiques pour les pompes à chaleur géothermiques moyennant des capteurs verticaux (sondes géothermiques) ou des capteurs horizontaux (corbeilles géothermiques). Tandis qu'il y a donc déjà des instruments de subsides en place pour promouvoir l'exploitation de la géothermie proche de surface et peu profonde, le gouvernement vise à développer des instruments d'aide économiques pour soutenir également le déploiement de la géothermie moyennement profonde.

La géothermie moyennement profonde est composée de doublets hydrothermaux qui peuvent atteindre des températures plus élevées par rapport aux systèmes peu profonds. Cette technologie est à favoriser pour les projets à besoin énergétique plus élevé comme par exemple les sites scolaires/sportifs ou pour le chauffage de quartiers résidentiels.

Pour déterminer le potentiel de la géothermie profonde au Luxembourg, une étude a été menée qui a démontré un potentiel élevé notamment au sud-est et à l'est du pays, donc principalement dans des zones

avec un besoin énergétique thermique élevé. Afin d'exploiter ce potentiel au Luxembourg, plusieurs projets pilotes sont actuellement analysés. Par exemple pour le projet Neischmelz à Dudelange ou le vélodrome à Mondorf-les-Bains où des études de faisabilité sont poursuivies.

L'étude susmentionnée a conclu qu'au Luxembourg, la puissance thermique estimée par doublet géothermique peut atteindre environ entre 0,45 MW et 0,95 MW suivant les sites étudiés. L'étude souligne également que la région située dans le triangle Esch-sur-Alzette - Contern – Mondorf-les-Bains présente les conditions les plus favorables pour l'exploitation de la géothermie de moyenne profondeur.

Sachant que les communes d'Esch-sur-Alzette, de Schifflange et de Dudelange font partie des zones à forte densité énergétique et présentent des demandes de chaleur supérieures à 10 GWh/a par commune en 2030, un approvisionnement centralisé via des réseaux de chaleur alimenté par des doublets géothermiques semble une option viable. Prochainement, en guise d'estimation du potentiel de décarbonation de l'emploi de cette technologie, il pourra être supposé qu'un certain nombre de réseaux de chaleur pourrait être installé dans la région propice susmentionnée.

Actuellement, les ministères et administrations concernés travaillent en concertation pour faciliter les procédures d'autorisations pouvant représenter un obstacle majeur concernant la réalisation des projets de géothermie à profondeur moyenne.

Au Luxembourg il existe un certain nombre de réseaux de chaleur de tailles différentes. Les dernières années le développement des réseaux de chaleur a porté à la fois sur une densification et extension de réseaux existants et sur la réalisation de projets innovants à basse température dans de nouveaux quartiers.

Il est prévu de développer les réseaux de chaleur efficaces sur base de sources d'énergies renouvelables et de récupération de chaleur fatale. Alors que les réseaux de chaleur classiques opèrent à une température élevée, la cinquième génération des réseaux de chaleur permet une intégration de sources d'énergie à basse température, une gestion intelligente des flux d'énergie ainsi d'une décentralisation de la production.

La fourniture de chaleur par les réseaux de chaleur n'est actuellement pas soumise à des dispositions réglementaires spécifiques, respectivement à une autorité de régulation. Il est prévu de mettre en place un cadre réglementaire spécifique en vue de définir les droits et obligations des opérateurs de réseaux de chaleur.

Le gouvernement met en place les mesures nécessaires pour développer les réseaux de chaleur et de froid à partir d'installations de biomasse solide, de biogaz, d'énergie solaire, d'énergie ambiante et d'énergie géothermique ainsi qu'à partir de chaleur et de froid fatales.

En 2022 une baisse dans la consommation de la chaleur est attendue grâce aux efforts d'économie d'énergie face à une offre de plus en plus limitée en gaz naturel depuis l'invasion russe du territoire ukrainien en février 2022.

En industrie la consommation du gaz naturel connaîtra une réduction en 2022. Cette réduction est cependant liée aux efforts de sobriété énergétique, comme décrit ci-dessus, et devra être complétée dans les années à venir par le déploiement de procédés de production industrielle moins énergivores et /ou à base de vecteurs énergétiques décarbonés. Les pompes à chaleur permettront ainsi de décarboner la production de chaleur « basse température » (jusqu'à des températures de 150°C). Certains procédés, surtout dans la sidérurgie, et en général ceux qui nécessitent des températures au-delà des 800°C, nécessiteront des carburants alternatifs comme l'hydrogène renouvelable (ou ses dérivés).

Tableau 10: PNEC mise à jour - Évolution projetée des sources/technologies renouvelables du secteur de la chaleur renouvelable

PNEC- mise à jour		2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Biogaz (centralisé)* - biométhane	GWh	119	125	132	138	145	151	158	164	170
Biomasse solide (centralisé)**	GWh	1300	1310	2050	2068	2103	2139	2177	2217	2259
Biomasse solide (décentralisé)	GWh	150	170	190	210	230	250	270	290	310
Déchets renouvelables (centralisé)	GWh	12	12	12	13	13	13	13	13	14
Panneaux solaires thermiques	GWh	35	40	45	50	55	60	65	70	75
Pompes à chaleur (PAC)	GWh	151	237	317	396	485	593	706	840	1036
Hydrogène renouvelable (Industrie)	GWh	0	0	0	0	0	0	35	63	130
Consommation_{EnR}	GWh	1767	1894	2747	2875	3030	3206	3424	3658	3994
Consommation_{ch}	GWh	12750	12290	12021	11617	11191	10800	10454	10160	9915
Part EnR_{ch}	%	13,9%	15,4%	22,8%	24,8%	27,1%	29,7%	32,8%	36,0%	40,3%

*y inclus : gaz de stations d'épuration d'eaux usées et gaz de décharge

**y inclus : bois de rebut

Avec une troisième grande installation industrielle de cogénération à base de bois de rebut, prévue dans le sud du pays pour 2024 et le déploiement accéléré des pompes à chaleur la production de chaleur à partir de sources renouvelables connaîtra encore une nette progression. Les modélisations ont démontré par ailleurs que la consommation totale en chaleur est nettement supérieure à celle calculé au PNEC 2020 (9.915 GWh au lieu de 8.371 GWh). Cependant la part renouvelable augmente de 30,5 % à 40,3 % ce qui constitue une progression nette par rapport aux ambitions du PNEC 2020. La production totale de chaleur/froid par des sources d'énergies renouvelables en 2030 sera donc nettement plus élevée que celle prévue par le PNEC 2020 (3.994 GWh au lieu de 2.551 GWh), soit une progression de 57%.

La production de chaleur par les panneaux solaires thermiques pourrait progresser moins fortement que prévue dans le PNEC pour laisser place aux installations photovoltaïques et pompes à chaleur. Enfin, la dégression au niveau de la consommation de chaleur risque d'être moins élevée que prévue dans le PNEC malgré les mesures visant à diminuer la consommation d'énergie suite à la crise énergétique.

2.1.2.5 Secteur des transports

Dans le secteur des transports, la directive 2009/28/CE prévoyait pour 2020 une part minimale de 10 % d'énergie produite à partir de sources renouvelables dans la consommation totale d'énergie (du secteur des transports) ce qui a été atteint avec une part de 12,6 % (multiplicateurs inclus), grâce au recours accru des biocarburants repris à l'annexe IX de la directive 2009/28/CE, dits de « double-comptage ». L'incorporation de biocarburants se fait conformément à la loi modifiée du 17 décembre 2010 fixant les droits d'accises et les taxes assimilées sur les produits énergétiques, l'électricité, les produits de tabacs manufacturés, l'alcool et les boissons alcooliques. Le taux de biocarburants mélangé à l'essence est resté constant depuis 2021, en raison

des incertitudes sur les marchés et des crises multiples (pandémie, flambée des coûts), mais devrait s'orienter dans les années vers la hausse pour revenir aux taux repris dans le PNEC 2020.

Depuis 2020, le Luxembourg a limité l'utilisation de biocarburants présentant un haut risque d'induire des changements indirects dans l'affectation des sols à 5 %, et compte diminuer cet apport dans les années à venir conformément à la directive 2018/2001/UE.

Dans les années à venir le secteur des transports connaîtra des changements substantiels au vu de la progression continue de l'électromobilité. Selon le STATEC, la part des voitures électriques dans les nouvelles immatriculations de voitures, a atteint 15,2 % en 2022 alors qu'elles ne représentaient que 10,5 % des nouvelles immatriculations en 2021. Les véhicules hybrides se maintiennent et progressent même légèrement avec une part de 28,2% par rapport à 26,3 % en 2021.¹⁰

Tableau 11: PNEC 2020 – Évolution projetée du taux de biocarburants et des consommations - secteur du transport

PNEC 2020		2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Taux	%	8,7%	8,6%	8,6%	8,8%	9,0%	9,2%	9,4%	9,7%	10,0%
Biocarburants										
Consommation	GWh	3 066	3 228	3 436	3 755	3 916	4 101	4 305	4 527	4 769
<small>EnR</small>										
Consommation -	GWh	21735	21282	20919	20454	20098	19688	19317	18989	18601
<small>Tr.*</small>										
Part Enr – Consommation avec multiplicateurs	%	14,1%	15,2%	16,4%	18,4%	19,5%	20,8%	22,3%	23,8%	25,6%

¹⁰ <https://statistiques.public.lu/fr/actualites/2023/stn03-nouvelles-immatriculations.html>

Tableau 12: PNEC mise à jour – Évolution projetée du taux de biocarburants et des consommations - secteur du transport

PNEC- mise à jour		2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Taux d'incorporation biocarburants %	%	8,0%	8,0%	8,4%	8,8%	9,0%	9,2%	9,4%	9,7%	10,0%
Carburants fossiles	GWh	18157	18701	18444	17443	16120	14445	13032	11822	10634
Part biocarburants - transport routier	GWh	1453	1496	1549	1535	1451	1329	1225	1147	1063
- <i>Biocarburants simple comptage</i>	GWh	1126	1159	1217	1151	1096	1011	938	887	697
- <i>Biocarburants double comptage</i>	GWh	309	318	314	297	274	246	222	201	181
- <i>Biocarburants avancés</i>	GWh	18	19	18	87	81	72	65	59	186
Hydrogène renouvelable + SAF	GWh	0	2	10	177	179	182	205	229	524
- <i>transport routier</i>	GWh	0	2	10	15	20	25	50	75	100
- <i>transport aérien</i>	GWh	0	0	0	162	159	157	155	154	424
Part électricité	GWh	186	213	250	299	355	416	482	552	624
- <i>EnR transport</i>	GWh	5	10	18	28	51	74	101	129	158
- <i>EnR rail</i>	GWh	20	22	26	28	38	43	47	50	53
Consommation_{EnR}*	GWh	1478	1530	1603	1606	1560	1471	1423	1401	1374
Consommation_{EnR}**	GWh	1831	1907	2000	2120	2118	2063	2067	2104	2326
Consommation-Tr.	GWh	20386	21099	21235	20275	18900	17019	15481	14165	12904
Part EnR - **	%	9,0%	9,0%	9,4%	10,5%	11,2%	12,1%	13,4%	14,9%	18,0%

* sans multiplicateurs

** avec multiplicateurs (article 27 Directive 2018/2001/CE)

La directive (UE) 2018/2001 du Parlement européen et du Conseil du 11 décembre 2018 relative à la promotion de l'utilisation de l'énergie produite à partir de sources renouvelables prévoit des coefficients multiplicateurs pour l'électricité renouvelable afin de promouvoir cette dernière dans le secteur des transports et de réduire le désavantage comparatif dans les statistiques relatives à l'énergie. Ces multiplicateurs n'interviennent pas dans le calcul final de la part globale des énergies renouvelables.

À compter du 31 décembre 2023 et jusqu'au 31 décembre 2030 au plus tard, la limite des biocarburants présentant un haut risque d'induire des changements indirects dans l'affectation des sols doivent diminuer progressivement pour s'établir à 0 %, conformément à la directive 2018/2001/UE et ces derniers devront être remplacés par des biocarburants présentant un faible risque d'induire des changements indirects dans l'affectation des sols. À côté des biocarburants simple comptage, on retrouve les biocarburants dits « double comptage », produits principalement à partir d'huiles usagées et pouvant être comptabilisées deux fois. Enfin, la part des biocarburants avancés produits en autres à partir de déchets, doivent être incorporés dans le secteur du transport routier à hauteur d'au moins 0,2 % en 2022, d'au moins 1 % en 2025 et d'au moins 3,5 % en 2030.

Concernant les multiplicateurs, l'article 27 de la directive 2018/2001/UE ne stipule pas clairement si ces derniers sont à considérer dans le numérateur ou le dénominateur, de sorte que l'interprétation juridique de la Commission est qu'ils s'appliquent aux deux. Cette interprétation a pour conséquence que la méthodologie d'application des multiplicateurs n'est plus comparable à celle qui a été prise en compte lors du calcul des parts d'énergies renouvelables dans le secteur du transport du PNEC 2020.¹¹

¹¹ <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/38154/4956088/SHARES+tool+manual-2021.pdf/11701ebe-1dae-3b00-4da4-229d86d68744?t=1664793455773> (page 18)

La consommation dans le secteur des transports sera liée à l'essor de l'électromobilité et à sa progression. Le Luxembourg continue également à investir des montants importants dans le secteur des transports publics comme le réseau ferroviaire ou le réseau d'autobus, et dans la construction de parkings relais.

Avec l'annonce, en 2022, de la réalisation d'une première station-service pour l'hydrogène une première étape de la stratégie hydrogène du Luxembourg se trouve en voie de matérialisation. Certes il importe de constater qu'une station n'a qu'un effet limité sur la décarbonation du transport. En effet une certaine redondance dans l'offre de ce vecteur énergétique sera nécessaire avant que les acteurs des secteurs logistiques et du transport public investissent dans l'acquisition de nouveaux véhicules électriques à pile à combustible. D'ici 2030, cette technologie pourra contribuer avec un certain potentiel de décarbonation dans le secteur des transports. La situation le long des axes autoroutiers européens (corridors TEN-T) et la taille limitée du Luxembourg sont les raisons pourquoi l'hydrogène renouvelable pourra offrir un potentiel significatif de décarbonation pour le transport dit de transit.

Dans le domaine de l'aviation, il importe d'augmenter l'offre en carburants synthétiques produits à partir d'hydrogène renouvelable. En effet l'aviation constitue une part significative de la demande en énergie totale. Les gains d'efficacité énergétique supplémentaires étant limités pour ce secteur, et les solutions électriques étant improbables dans le moyen terme, il s'avère que la seule option pour contribuer à la décarbonation du secteur de l'aviation est l'utilisation de biocarburants ou de carburants synthétiques d'origine non-biologique produits à partir de l'hydrogène renouvelable. Ainsi l'application accélérée des SAFs (Sustainable Aviation Fuel) et surtout des carburants synthétiques d'origine non-biologique produits à partir de l'hydrogène renouvelable est indispensable en vue d'une décarbonation de ce secteur essentiel pour l'économie luxembourgeoise.

Un important changement réglementaire au niveau européen (discussion en cours aux trilogues) est attendu en 2023. Par ce changement, issu des mesures du Fit for 55, les statistiques d'énergies renouvelables relatives à l'hydrogène renouvelable et ses dérivés, qui devront être importés en quantités importantes vers le Luxembourg vu le potentiel limité de production domestique, pour satisfaire la demande dans le secteur des transports et de l'industrie, pourraient être comptabilisées pour le bilan de l'Etat-membre dans lequel ces vecteurs énergétiques sont consommés. L'approvisionnement de ces vecteurs énergétiques devra être sécurisé dans les années à venir. Les différentes approches de coopération européenne en matière d'énergies renouvelables (bilatérale et par le biais du REFM) préparent d'ores et déjà le terrain. Au bout d'un tel approvisionnement l'énergie sera comptabilisée au Luxembourg.

2.1.2.6 Photovoltaïque

Le photovoltaïque joue un rôle central dans la production énergétique du pays et jouera un rôle essentiel dans les années à venir, en raison du potentiel restreint global d'autres sources d'énergies renouvelables au Luxembourg.

L'évolution de la filière photovoltaïque ayant stagné en 2018 (+3 MW de puissance nouvellement installée), les tarifs d'injections ont été revus à la hausse et un premier appel d'offres pour grandes centrales a été lancé pour insuffler un nouvel élan. Les puissances installées ont augmenté graduellement : 29 MW en 2019, 27 MW en 2020 (crise sanitaire) et 90 MW en 2021. 2022 étant marqué par des crises multiples, la puissance installée était néanmoins supérieure à 40 MW et donc supérieure à 2019 et 2020.

Cette évolution est due à la hausse des tarifs en 2019, l'ouverture de catégories de puissances de 30 à 200 kW à toutes les personnes physiques et morales (mesure qui a apporté à elle seule environ 30 MW en 2021) et les différents appels d'offres organisés par l'Etat. Lors des cinq appels d'offres publiés depuis 2018, sur les quatre premiers 74,9 MW ont pu être attribués sur les 155 MW à allouer, le taux étant partiellement dû aux crises multiples (pandémie, flambée des coûts, crise énergétique, chaîne d'approvisionnement, manque de main d'œuvre qualifié). C'est pourquoi, les modélisations de l'évolution de la puissance installée ont dû être

adaptées et de nouvelles mesures envisagées par rapport au PNEC 2020. Les difficultés de livraison pourront être allégées par une production de panneaux photovoltaïques sur le territoire national avec une capacité de produire des panneaux correspondant à environ 50 MW par année.

Tableau 13: évolution projetée de la production d'énergie photovoltaïque du PNEC 2020 et du PNEC mise à jour

Photovoltaïque – production d'électricité		2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
PNEC 2020	GWh	418	526	650	786	917	1 014	1 053	1 085	1 112
PNEC mise à jour	GWh	316	390	480	580	680	780	890	1 000	1 112

Pour réaliser les objectifs ambitieux en matière de photovoltaïque, il faudra intensifier les mesures – les 90 MW de l'année 2021 montrant que les objectifs peuvent être atteints. Cet effort a en partie déjà été entamé, respectivement a été accéléré sous les effets des crises multiples. Les mesures décrites ci-dessous, déjà en cours ou en perspective de réalisation, peuvent être nommées.

Les résultats des cinq premiers appels d'offres étaient mitigés. Les quatre premiers étaient publiés avant la flambée des prix de l'électricité qui a mis en lumière la nécessité de recourir d'avantage aux énergies renouvelables notamment en renforçant la possibilité de l'autoconsommation. Pour soutenir cette tendance, un premier appel d'offres spécial visant l'autoconsommation a été lancé, allouant un budget de 30 millions d'euro moyennant une aide à l'investissement. Après clôture de ce dernier, le budget utilisé s'élève à 16 millions d'euros pour une puissance attribuée de 46.3 MW, le meilleur résultat d'un appel d'offres à ce jour, de sorte qu'un deuxième appel d'offres de ce genre est publié en juillet 2023. Quant aux appels d'offres réguliers, un nouveau – le cinquième en date – a aussi été lancé fin 2022. D'ici la fin 2023, il conviendra d'analyser les résultats des deux appels d'offres, d'en tirer les conclusions et de perfectionner cet instrument en vue de l'objectif de 2030.

Face aux objectifs ambitieux concernant l'énergie photovoltaïque, d'autres installations seront nécessaires à l'avenir pour atteindre les objectifs ambitieux : des centrales de grande envergure sur terrains vagues. Or, par leur empreinte au sol directe, ces parcs solaires sont souvent considérés comme une concurrence à l'activité agricole. Une technologie prometteuse permettant d'associer la production agricole à la production d'énergie renouvelable en protégeant les cultures contre les aléas climatiques et en favorisant une transition vers une agriculture plus respectueuses de l'environnement est l'agrivoltaïque (« agri-PV »). Cette technologie est la combinaison de la production agricole en tant qu'utilisation primaire et de la production d'électricité à partir d'un système photovoltaïque en tant qu'utilisation secondaire sur une même surface. En octobre 2022, un appel d'offres pilote portant sur des projets pilotes dédiés à la réalisation et à l'exploitation de centrales « agri-PV » sur des terres agricoles a été lancé. L'objectif de cet appel d'offres est de réaliser des projets pilotes adaptés aux spécificités de l'agriculture luxembourgeoise avec des suivis scientifiques pour valider le concept de l'agrivoltaïsme sur le plan énergétique, agricole et environnemental au Luxembourg.

Sur base des conclusions et de l'adhésion de ces projets pilotes, une future stratégie pour l'« agri-PV » sera développée. Dès 2025 il est visé d'organiser régulièrement des appels d'offres concernant l'agrivoltaïsme (de l'ordre de 50 MW par année).

À côté des différents appels d'offres, la possibilité offerte par la « Directive (UE) 2022/542 du Conseil du 5 avril 2022 modifiant les directives 2006/112/CE et (UE) 2020/285 en ce qui concerne les taux de la taxe sur la valeur ajoutée » a été saisie par le Luxembourg et le taux de TVA pour les centrales photovoltaïques a été baissé de 17 % au taux super-réduit de 3 %. En ce qui concerne l'obligation de déclarer les revenus de la production

d'électricité dans la déclaration d'impôt des personnes physiques, la limite de puissance en-dessous de laquelle les revenus générés par une centrale photovoltaïque ne doivent pas être déclarés, a été relevée de 4 à 10 kW à partir de l'année fiscale 2021 et sera relevé à 30 kW suivant le troisième accord tripartite conclu en mars 2023.

L'installation du photovoltaïque sur des surfaces déjà construites, imperméables ou impactées par des infrastructures, reste la priorité du gouvernement. Afin d'y parvenir, plusieurs nouvelles mesures sont envisagées.

Un cadre légal sera mis en place pour l'obligation d'installer des centrales photovoltaïques sur tous les bâtiments neufs respectivement de prévoir les installations (conduit pour câblages par exemple) servant au futur d'installer des panneaux photovoltaïques (PV-Ready). Pour créer une plus grande visibilité sur le marché et accompagner les entreprises, grandes, petites ou artisanales, dans la transition énergétique dès le début de la construction du bâtiment. Dans le domaine des bâtiments en copropriété, une modification de la loi y relative essaie de faciliter les travaux énergétiques dont e.a. l'installation de centrales photovoltaïques. A partir du 1^{er} janvier 2025, chaque nouveau bâtiment industriel doit être conçu de manière à pouvoir accueillir une installation photovoltaïque sur sa toiture. Une autre piste à explorer serait la facilitation de l'installation de centrales PV type « *plug and play* ».

A côté de ces mesures, il est prévu d'introduire une mesure de soutien aux personnes qui n'ont pas les moyens financiers d'installer une installation photovoltaïque chez eux. A la fois les propriétaires et les locataires sont visés. Avec la possibilité d'autoconsommer l'électricité ainsi produite, l'Etat poursuit un double objectif : installation de panneaux photovoltaïques sur des toitures où il est difficile de promouvoir le développement des énergies renouvelables et faire bénéficier les personnes plus vulnérables d'un soutien financier en permettant de réduire une partie de leur facture d'électricité.

Il appartient encore à l'Etat de prendre un rôle exemplaire. L'Etat installe sur tous ses nouveaux bâtiments des panneaux photovoltaïques en vue notamment de l'autoconsommation. A l'horizon 2030 l'Etat vise ainsi à couvrir majoritairement la consommation électrique de son patrimoine immobilier par des installations photovoltaïques sur le territoire national. Cet objectif inclut le projet d'équiper tous les parkings publics d'ombrières photovoltaïques jusqu'en 2030 (à l'exception d'éventuels cas d'impossibilité techniques ou réglementaires).

Finalement, il est visé à faciliter les procédures d'autorisations en identifiant des allègements potentiels, et en élaborant des formulations-types, dans les règles urbanistiques des communes, qui peuvent varier (fortement) d'une commune à l'autre avec des niveaux de restrictions forts différents. Avec l'entrée en vigueur du règlement (UE) 2022/2577 du Conseil, les procédures d'autorisations pour les installations photovoltaïques sont soumises à des délais d'un mois avec accord tacite pour les installations avec une puissance totale inférieure ou égale à 50 kW ce qui comprend la majorité des installations dans le secteur résidentiel. Toutes les autres installations photovoltaïques sont à traiter dans un délai de 3 mois.

2.1.2.7 Eolien

A côté du photovoltaïque, l'énergie éolienne jouera un rôle clé en vue des objectifs en termes d'énergies renouvelables et les chiffres de la puissance installée montrent d'ores et déjà un dépassement significatif des objectifs en cas d'efforts continus et ambitieux.

Tableau 14: évolution projetée de la production d'énergie éolienne du PNEC 2020 et du PNEC mise à jour

Eolien - production d'électricité		2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
PNEC 2020	GWh	245	288	333	382	436	492	552	613	674
PNEC mise à jour	GWh	330	430	511	699	800	867	903	962	1043

Le parc éolien actuel compte actuellement (janvier 2023) 62 éoliennes avec une puissance totale installée de 166 MW. Au fil des prochaines années cette capacité devrait augmenter, notamment grâce au progrès technologique et au « Repowering » offrant des éoliennes plus puissantes, avec des heures de production annuelles plus élevées. Il sera dorénavant plus facile de concilier la protection des espèces et le développement de l'énergie éolienne en recourant à des technologies innovatrices aptes à détecter des oiseaux et chauve-souris et pouvant ainsi désactiver les éoliennes en cas de nécessité. Cette technologie permet d'augmenter les heures de production annuelles et ainsi rendre des sites constructibles qui autrefois n'étaient pas éligibles.

Au Luxembourg, il existe un nombre limité de porteurs de projet spécialisés dans l'énergie éolienne. La réalisation des projets dépend largement des conditions de vent sur le site d'implantation et des possibilités de raccordement au réseau électrique. Le potentiel éolien se concentre principalement sur la partie nord du pays et est limité par la superficie du territoire national, les zones de protection Natura 2000, les zones urbanisées ou encore les zones réservées à la couverture du radar.

Il existe néanmoins des possibilités peu exploitées pour le moment comme l'installation d'éoliennes sur des sites industriels ou près des axes routiers. Des modifications légales sont avisées afin de permettre l'implantation des éoliennes dans ces zones. Une autre facilitation et non des moindres concerne l'octroi des autorisations liées au projets d'exploitation où différentes pistes sont analysées en vue de la facilitation des procédures d'autorisation en vue de l'issue du plan REPowerEU visant à accélérer davantage le déploiement des énergies renouvelables. Le règlement (UE) 2022/2577 impose un délai maximal de 6 mois pour les projets de « Repowering » et supprime la nécessité d'effectuer une évaluation des incidences sur l'environnement sous des conditions déterminées par ledit règlement.

2.1.2.8 Biogaz

Depuis l'année 2018 on observe une stagnation au niveau du développement de la filière biogaz, malgré les modifications réglementaires cadrant la production d'électricité à partir du biogaz ainsi que l'injection de biométhane dans le réseau de gaz naturel. Pour relancer la filière biogaz, l'accord de coalition de 2018 prévoyait une analyse technico-économique, avec la prémisse de prioriser la production de biogaz à partir du lisier. En février 2021, une étude qui dresse un état des lieux et des scénarii de développement de la filière, tout en mettant en évidence les aspects environnementaux du biogaz, a été finalisée. L'étude a identifié un grand potentiel au niveau de la biométhanisation des effluents d'élevage et des mesures environnementales visant la réduction des émissions lors de l'exploitation des centrales ainsi que l'optimisation de la gestion des digestats. Sur base des résultats de cette étude, le gouvernement a adopté le 26 mars 2021 les lignes directrices pour l'élaboration de la stratégie nationale biogaz.

Dans le cadre de la stratégie nationale biogaz qui sera publié en printemps 2023, le gouvernement s'est fixé les objectifs de valoriser 50 % du gisement des effluents d'élevage avec un maximum d'1,0 millions de tonnes par an, de mobiliser 75 % du potentiel des biodéchets et des déchets de verdure tel que défini par la loi 21 mars 2012 relative à la gestion des déchets et, en tenant compte des objectifs du plan de gestion des déchets et des ressources 2018, de limiter la surface consacrée à la production de cultures énergétiques à 1.500 ha. Pour promouvoir la valorisation des effluents d'élevage et de tenir compte des nouvelles conditions d'exploitation

visant la réduction des gaz à effet de serre, les lignes directrices prévoient une révision des rémunérations pour la production d'électricité à partir du biogaz et pour l'injection de biométhane dans le réseau du gaz naturel. La promotion de la production de biogaz s'inscrit également dans le plan « REPowerEU » de la Commission européenne visant à accélérer la transition énergétique et de réduire la dépendance énergétique de l'Europe vis-à-vis des fournisseurs peu fiables et des combustibles fossiles volatils.

A partir de 2023, les centrales à biogaz avec une puissance thermique nominale totale égale ou supérieure à 2 MW produisant de l'électricité, de la chaleur et du froid et les centrales à injection de biogaz ou sans injection dont les caractéristiques permettraient potentiellement une injection avec une capacité de production égale ou supérieure à 19,5 GWh de pouvoir calorifique supérieur par an doivent se conformer aux critères de durabilité et de réduction des émissions de gaz à effet de serre prévues par la directive (UE) 2018/2001 du Parlement européen et du Conseil du 11 décembre 2018 relative à la promotion de l'utilisation de l'énergie produite à partir de sources renouvelables.

Concernant le gaz des stations d'épuration d'eaux usées et le gaz de décharge, une augmentation modérée de la production d'électricité et de chaleur est prévue pour l'horizon 2030.

Tableau 15: évolution projetée de la production d'énergies produites à partir de biogaz du PNEC 2020 et du PNEC mise à jour

Biogaz* - Production d'électricité		2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
PNEC 2020	GWh	68	70	73	70	77	82	88	91	93
PNEC mise à jour	GWh	67	71	75	79	84	88	92	96	100
Biogaz* – Production de chaleur		2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
PNEC 2020	GWh	129	133	138	133	146	155	168	172	176
PNEC mise à jour	GWh	119	125	132	138	145	151	158	164	170

*y inclus : gaz de stations d'épuration d'eaux usées et gaz de décharge

2.1.2.9 Critères de durabilité et de gaz à effet de serre

Les critères de durabilité et de réduction des émissions de gaz à effet de serre pour les biocarburants, les bioliquides et les combustibles issus de la biomasse prévus dans la directive (UE) 2018/2001 du Parlement européen et du Conseil du 11 décembre 2018 relative à la promotion de l'utilisation de l'énergie produite à partir de sources renouvelables ont été transposé en droit national par le règlement grand-ducal du 3 février 2023 fixant les critères de durabilité et de réduction des émissions de gaz à effet de serre pour les biocarburants, les bioliquides et les combustibles issus de la biomasse. Les biocarburants, les bioliquides et les combustibles issus de la biomasse, utilisés pour atteindre l'objectif en termes d'énergie renouvelable de l'Union européenne et faisant l'objet de régimes d'aide, doivent répondre aux critères de durabilité et de réduction des émissions de gaz à effet de serre. Les critères de durabilité et de réduction des émissions de gaz à effet de serre s'appliquent :

- aux combustibles issus de la biomasse solide s'ils sont utilisés dans des installations dont la puissance thermique nominale totale est égale ou supérieure à 20 MW produisant de l'électricité, de la chaleur et du froid ou des combustibles ou carburants ;
- au biogaz s'il est utilisé dans des installations dont la puissance thermique nominale totale est égale ou supérieure à 2 MW produisant de l'électricité, de la chaleur et du froid ;

- au biogaz injecté dans un réseau de gaz naturel, ou au biogaz sans injection dans les réseaux de gaz naturel et dont les caractéristiques permettraient potentiellement une injection s'il est produit dans une installation dont la capacité de production est égale ou supérieure à 19,5 GWh de pouvoir calorifique supérieur par an.

Les acteurs économiques concernés doivent apporter une preuve du contrôle indépendant à l'aide de systèmes nationaux ou internationaux volontaires autorisés par la Commission européenne.

2.1.2.10 Biomasse solide

Durant les dernières années, la production d'énergie à partir de la biomasse solide et de bois de rebut est surtout axée sur des grandes centrales de cogénération. Par la transposition des dispositions de la directive (UE) 2018/2001 du Parlement européen et du Conseil du 11 décembre 2018 relative à la promotion de l'utilisation de l'énergie produite à partir de sources renouvelables, les centrales à biomasse solide avec une puissance thermique nominale totale égale ou supérieure à 20 MW doivent se conformer aux critères de durabilité et de réduction des émissions gaz à effet de serre à partir de 2023.

La stratégie du gouvernement en matière de bioénergie est alignée sur le principe de l'utilisation en cascade de la biomasse. Les futurs régimes d'aides tiennent compte de la disponibilité de la biomasse pour des utilisations énergétiques et non énergétiques, de la protection de écosystèmes forestiers, des principes de l'économie circulaire et de l'utilisation en cascade de la biomasse solide. Conformément au principe d'utilisation en cascade, la biomasse ligneuse devrait être utilisée en fonction de sa valeur ajoutée économique et environnementale la plus élevée, selon l'ordre de priorité suivant : 1) produits à base de bois, 2) allongement de la durée de vie, 3) réutilisation, 4) recyclage, 5) valorisation énergétique et 6) élimination. Lorsqu' aucune utilisation de la biomasse ligneuse n'est économiquement viable ou appropriée sur le plan environnemental, la valorisation énergétique aide à réduire la production d'énergie à partir de sources non renouvelables.

Le potentiel de biomasse solide se concentre sur un bassin d'approvisionnement formée par les pays et les régions frontalières (englobant la Grande Région) afin de réduire les émissions de gaz à effet de serre lié au transport.

Vu le potentiel limité en biomasse solide, le gouvernement envisage de faire des modifications au niveau des régimes d'aides pour des nouvelles centrales produisant de l'électricité à partir de la biomasse solide. Il est prévu que le développement des centrales alimentées en biomasse solide connaît une certaine progression jusqu'en 2030 pour ensuite se stabiliser. L'augmentation de la production à partir de biomasse solide se base principalement sur le bois de rebut (671 GWh). A l'égard des ressources limités de biomasse solide, il n'est pas prévu d'augmenter de manière substantielle l'utilisation de biomasse solide. Le principe de l'utilisation en cascade du bois sera renforcé. A moyen terme, l'utilisation de biomasse solide pour la production d'énergie dans le secteur de la chaleur va diminuer et continuellement être remplacée par l'énergie issue des pompes à chaleur respectivement par des chaudières à hydrogènes – principalement pour les chaudières alimentant des réseaux de chaleur

Tableau 16: évolution projetée de la production d'énergies produites à partir de biomasse solide (y inclus le bois de rebut) du PNEC 2020 et du PNEC mise à jour

Biomasse solide –										
Production d'électricité		2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
PNEC 2020	GWh	194	193	219	228	241	243	254	257	271
PNEC mise à jour	GWh	285	290	540	554	568	582	596	610	624
Biomasse solide –										
Production de chaleur*		2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
PNEC 2020	GWh	1435	1466	1532	1576	1621	1643	1685	1712	1763
PNEC mise à jour	GWh	1450	1480	2240	2278	2333	2389	2447	2507	2569

*Biomasse solide centralisée et décentralisée

2.1.2.11 Pompes à chaleur

Les exigences réglementaires en matière d'efficacité énergétique des bâtiments résidentiels et fonctionnels ont eu un impact majeur sur le développement des systèmes de pompes à chaleur. Les pompes à chaleur aérothermiques et géothermiques sont devenues la technologie de référence pour le chauffage des nouveaux bâtiments. Cette technologie s'inscrit dans l'objectif de la décarbonation par l'électrification du secteur du bâtiment. A partir de 2023, la pompe à chaleur est utilisée comme chauffage de référence lors de l'établissement du certificat de performance énergétique d'une nouvelle construction. Les pompes à chaleur peuvent être combinées avec des installations photovoltaïques favorisant l'autoconsommation de l'électricité produite. La pompe à chaleur géothermique d'un autre côté permet l'utilisation de l'énergie géothermique et offre une efficacité énergétique supérieure aux pompes à chaleur aérothermiques, ce qui la rend également intéressante pour une application dans la bâtisse existante.

Pour les bâtiments existants les systèmes hybrides avec pompes à chaleur constituent une solution transitoire pour décarboner le chauffage en étape en vue de faire assainissement énergétique complet. Par rapport au PNEC 2020, l'évolution projetée montre une forte accélération. Cette tendance est entre autres liée à aux exigences réglementaires citées ci-dessus mais aussi à la continuation des régimes d'aides étatiques pour les pompes à chaleur (Klimabonus Wunnen). De plus, la nécessité de devenir successivement indépendant d'importations de gaz naturel renforcera le déploiement des pompes à chaleur.

Le potentiel réalisable en 2030 en termes de chaleur des pompes à chaleur est estimé à environ 1036 GWh/a par rapport à 422 GWh modélisé pour le PNEC 2020.

Tableau 17: évolution projetée de la production de chaleur produite à partir de pompes à chaleur du PNEC 2020 et du PNEC mise à jour

pompes à chaleur – production de chaleur		2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
PNEC 2020	GWh	132	153	178	207	239	277	319	368	422
PNEC mise à jour	GWh	151	237	317	396	485	593	706	840	1 036

2.1.2.12 Hydrogène

Comme annoncé dans le PNEC 2020, la stratégie hydrogène du Luxembourg a été adoptée le 8 juillet 2021 par le Gouvernement et le document a été présenté au public le 28 septembre 2021. Ce document présente les aspects et ambitions politiques à différents niveaux (national, régional, international) et les 7 mesures prévues par le gouvernement luxembourgeois pour développer un marché de l'hydrogène renouvelable.

Parmi ces mesures on retrouve la coopération au niveau de l'infrastructure et la certification, la réalisation de projets phare ou pilote, l'identification des potentiels d'offre, d'importation et de demande, le développement des instruments financiers pour stimuler l'offre et la demande, par exemple, par le biais d'aides au fonctionnement ou d'investissement comme pour les autres énergies renouvelables et le déploiement de stations-service à hydrogène, dont une première installation est en construction et sera mise en service en 2023.

La stratégie hydrogène du Luxembourg avait fixé comme objectif national la substitution de 100% de l'hydrogène fossile actuellement utilisé en industrie par de l'hydrogène renouvelable d'ici 2030 au plus tard.

La stratégie a été élaborée sous l'initiative du ministère de l'Énergie et de l'Aménagement du territoire et finalisée en étroite concertation avec le ministère de l'Environnement, du Climat et du Développement durable, le ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, le ministère de l'Économie, le ministère des Finances, le ministère de la Mobilité et des Travaux publics et le ministère des Affaires étrangères et européennes (Direction de la Coopération et de l'Action humanitaire). Avec l'adoption de la stratégie hydrogène, les deux niveaux de la « taskforce H₂ Luxembourg » ont été lancés. Sous la coordination du département de l'énergie du ministère de l'Énergie et de l'Aménagement du territoire le comité de pilotage s'est réuni une première fois en septembre 2021 et de manière trimestrielle depuis lors, et une première réunion de la taskforce H₂ Luxembourg avec les acteurs des différents secteurs a eu lieu en novembre 2022 pour poursuivre les consultations afin de garantir l'implémentation des différentes mesures de la stratégie.

En vue du développement d'un instrument d'aide pour subventionner la production et la consommation de l'hydrogène renouvelable au Luxembourg, le département de l'énergie collabore avec un consultant externe en utilisant la plateforme de la taskforce H₂ Luxembourg pour des fins de consultation avec les acteurs. Il est prévu de lancer des premiers appels d'offre en vue de la réalisation de projets pilotes sur le territoire luxembourgeois, dans le cadre de cet instrument au cours de l'exercice de 2024.

À côté des efforts au niveau national, le Luxembourg participe régulièrement aux réunions de groupes internationaux (Grande Région, Union Benelux, Forum Pentalatéral de l'Énergie (PLEF), North Seas Energy Cooperation (NSEC), et Hydrogen European Network HyENet), afin de faire valoir les positions luxembourgeoises dont le développement et la régulation d'une future infrastructure (transeuropéenne) dédiée à l'hydrogène.

Suite à l'élaboration et l'adoption en mai 2020 d'une déclaration politique par les ministres des pays du Forum Pentalatéral de l'Énergie (le Benelux, en coopération avec l'Allemagne, l'Autriche, la France et la Suisse), le Luxembourg a contribué à l'élaboration et l'adoption d'un papier commun concernant le cadre réglementaire

du marché et des infrastructures futures de l'hydrogène en Europe. Sous initiative luxembourgeoise, et sous la présidence luxembourgeoise en 2022, le groupe de travail hydrogène au sein du Secrétariat général du Benelux a lancé une étude dans le cadre des objectifs de décarbonation de la société, sur les besoins futurs en infrastructure dédiée à l'hydrogène au sein de la région Benelux et les interconnexions avec les régions voisines, étude qui, suite à un appel d'offre, a été confié à un consultant externe et dont le rapport se trouve en phase de finalisation.

Au niveau national, deux études ont été lancées en 2022 qui ont un impact sur le secteur de l'hydrogène parce qu'il ressort que surtout en industrie une demande significative pourra émerger plus rapidement que prévue dans la stratégie nationale. En effet une étude de décarbonation de l'industrie et une étude de décarbonation du secteur de transport routier (logistique) montrent que la demande en hydrogène pourra se substantiver déjà avant la fin de la décennie. Il importe de rappeler que la stratégie avait identifié un potentiel de demande totale se situant entre 4 000 et 10 000 GWh (H₂ renouvelable) qui contribuerait à la décarbonation de la société et donc à l'objectif de la neutralité climatique. Les deux études au niveau national qui se trouvent en phase de finalisation (janvier 2023) montrent donc qu'une partie de la demande potentielle du transport et celle dans l'industrie va devoir être satisfaite plus rapidement que prévu.

Le déploiement coordonné d'une infrastructure transfrontalière d'hydrogénéoducs, non seulement pour assurer l'acheminement de l'hydrogène vers le Luxembourg pour satisfaire la demande susmentionnée, mais aussi utile en termes de transit, s'impose comme une priorité. En effet il s'avère utile de tenir également compte du potentiel de demande en hydrogène dans les régions voisines du Grand-Duché, identifiée dans l'étude menée au niveau Benelux et régions voisines. Une collaboration étroite avec le gestionnaire de réseau de transport de gaz naturel luxembourgeois ainsi qu'avec les gestionnaires de réseau de transport de gaz naturel des pays voisins a été initiée. Le Luxembourg œuvre pour permettre assurer une connexion à une Infrastructure européenne d'hydrogène qui permettra l'acheminement de quantités importantes d'hydrogène afin de satisfaire à la demande émergente pour décarboner les secteurs et procédés difficiles à électrifier. Il est estimé qu'une mise en service d'un premier hydrogénéoduc pourrait être réalisé vers 2035.

Tableau 18: évolution projetée de la production de la consommation d'hydrogène du PNEC 2020 et du PNEC mise à jour

Hydrogène		2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
PNEC 2020	GWh	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
PNEC mise à jour- Consommation totale	GWh	0	2	10	15	20	25	85	138	230
Consommation en industrie	GWh	0	0	0	0	0	0	35	63	130
Consommation en transport routier	GWh	0	2	10	15	20	25	50	75	100

L'évolution projetée montre des besoins en hydrogène dans le transport routier ainsi que dans l'industrie, remplaçant des vecteurs énergétiques fossiles. Vu qu'une infrastructure de transport d'hydrogène à travers des pipelines ne pourra pas être réalisée avant 2030, idéalement la production de cet hydrogène renouvelable se situera au territoire national.

2.1.2.13 Coopération européenne

Le cadre actuel pour la coopération en matière d'énergies renouvelables est défini par la Directive 2018/2001/CE. Cette directive se trouve actuellement en révision. Une refonte est attendue au cours de l'année 2023.

Néanmoins il peut d'ores et déjà être différencié entre quatre types de coopération :

- Transferts statistiques d'un Etat-membre à un autre (Art 8 - Directive 2018/2001/CE) : à la fin de chaque exercice, un Etat-membre ayant atteint un excédent de statistiques d'énergies renouvelables par rapport à son objectif, peut décider de coopérer et de céder (une partie) de cet excédent à un Etat-membre avec un besoin de statistiques pour atteindre son objectif. Il s'agit ici d'un instrument déjà utilisé avec succès dans le passé par le Luxembourg.
- Projets communs au sein de l'UE ou avec des pays tiers en cas d'interconnexion physique avec l'Union (Art. 9, 10, 11 et 12 - Directive 2018/2001/CE) : de manière à exploiter les potentiel d'énergies renouvelables les plus attractifs, deux pays peuvent en coordination bilatérale développer des projets communs avec la possibilité de contribuer financièrement en amont à un projet pour lequel les statistiques d'énergies renouvelables sont partagées de manière équitable selon la production annuelle. De tels projets engendrent en principe lors de l'implémentation un travail administratif important de sorte qu'ils sont plus difficiles à être implémentés.
- Mécanisme de financement des énergies renouvelables de l'Union – REFM (Art.31 - Règlement 2018/1999/CE) : Il s'agit d'un instrument nouveau utilisé très récemment par le Luxembourg. L'instrument est mis en place par la Commission et le Luxembourg attend la finalisation d'un premier appel d'offres aboutissant à des projets photovoltaïques à réaliser en Finlande. Cet instrument permet aussi de s'assurer en amont de quantités statistiques transférées annuellement selon la production des centrales soutenues financièrement. Ce mécanisme permet à des Etats disposant de potentiels d'énergies renouvelables moins élevés, de contribuer à la construction et l'exploitation de sites ou centrales plus productifs en termes d'énergies renouvelables en dehors de leur territoire, p.ex. éolien offshore en mer du Nord, ou photovoltaïque en méditerranée.
- Importation de carburants renouvelables d'origine non-biologique en vue de la substitution de carburants fossiles en industrie ou dans le transport au Luxembourg (prévu dans l'art. 22a – Refonte de la Directive 2018/2001/CE) : La consommation et non pas la production sera déterminante pour le calcul statistique des molécules énergétiques renouvelables telles l'hydrogène renouvelable et ses dérivés renouvelables. Ces molécules pourront être importées au sein de UE, ou depuis des pays tiers disposant de potentiels intéressants pour la production d'hydrogène renouvelable. Dans cette optique le Luxembourg finalisera une étude de faisabilité de production d'hydrogène en vue de l'exportation avec le Cap Vert. Le Luxembourg suit cette évolution de très près. L'industrie luxembourgeoise ainsi que le transport difficile à électrifier (aviation et logistique de transit) auront besoin de ces molécules et contrairement aux méthodes de comptabilisation dans le marché de l'électricité, ici l'Etat-membre consommateur pourrait bénéficier des statistiques.

2.1.2.13.1 Accords de coopération bilatérale – transferts statistiques

Durant la période 2018 à 2020 et sous l'égide encore de la directive 2009/28/CE le Luxembourg avait conclu deux accords de coopération avec la Lituanie et l'Estonie. Pour l'année statistique 2020, le Luxembourg a acquis 650 GWh à parts égales auprès de l'Estonie et de la Lituanie, et grâce aux efforts nationaux et à cette coopération, l'objectif de 11% a pu être dépassé avec une part de 11,70%.

Suite à cette excellente expérience de coopération européenne, un accord de coopération a été conclu avec le Danemark pour la période 2021-2025, compte tenu des objectifs et prévisions repris dans le PNEC 2020. Il

est prévisible que suivant les conclusions du « Fit for 55 » et « REPowerEU », la trajectoire indicative devra être ajustée et que des quantités supplémentaires devront être acquises pour 2025 (

Tableau 23), avant d’entamer la période de coopération allant de 2026 à 2030.

Tableau 19: Quantités à acquérir dans le cadre de la coopération européenne selon le PNEC 2020.

Quantités coopération européenne		2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
PNEC 2020	GWh	1150	1 225	1 299	1 374	1 449	1 524	1 599	1 674	1 748

Des pourparlers ont également eu lieu avec la Lituanie, l’Estonie et le Portugal, et compte tenu des relations étroites entre les deux derniers pays, non seulement un « Memorandum of Understanding » en vue d’un accord de coopération est envisagé, mais également une coopération en termes de production d’hydrogène renouvelable, que ce soit de manière directe, par le biais de projets communs, ou en passant par le mécanisme de financement des énergies renouvelables (REFM).

2.1.2.13.2 Mécanisme de financement des énergies renouvelables de l'Union - REFM

À côté des accords de coopération, le règlement 2018/1999 sur la gouvernance de l'Union de l'énergie et de l'action pour le climat prévoit un mécanisme de financement des énergies renouvelables de l'Union où deux appels à candidatures ont déjà été organisés par la Commission européenne et auxquels le Luxembourg a à chaque fois participé et compte continuer sur cette voie lors des futures publications, ceci en tant qu’État membre contributeur.

Après un premier appel à candidatures infructueux, faute de projets probants du côté d’États membres hôtes (pays réalisant des projets sur leur territoire), le Luxembourg a de nouveau participé au deuxième appel à candidatures lancé le 4 mars 2022. Le Luxembourg s’est engagé en février 2023 avec un budget de 40 millions d’euros avec un Etat hôte, à savoir la Finlande qui a soumis une capacité suffisante au mécanisme. La répartition prévoit que 80 % de l’énergie produite revient statistiquement au Luxembourg ; les transferts atteindront ainsi quelques 150 à 200 GWh par année. Etant donné que le projet est lancé au cours de l’année 2023, que les candidats doivent remettre leurs offres et être sélectionnées, il est probable que les premières installations débiteront avec leur production d’électricité mi, respectivement fin 2024. En l’an 2025 les quantités attendues pourront donc prévisiblement entrer dans les statistiques nationales.

2.1.2.13.3 Coopération européenne 2026 à 2030

Pour la période 2026 à 2030 le besoin en coopération augmente en considérant les paquets « Fit for 55 » et « REPowerEU », qui ont pour conséquence que les objectifs de l’Union et donc nationaux seront revus à la hausse. Ainsi l’objectif de l’Union passera prévisiblement à 45 % d’ici 2030, alors que l’objectif luxembourgeois en matière d’énergies renouvelables passera de son côté à 37 %. Les potentiels d’énergies renouvelables étant limités sur le territoire luxembourgeois, il sera de plus en plus important de se tourner vers ces mécanismes de coopération européenne, que ce soient le REFM ou des accords de coopération.

Les quantités à acquérir suite au « Fit for 55 » et « REPowerEU » seront plus importantes que celles prévues dans le PNEC 2020.

Tableau 20: Quantités à prévoir Fit for 55 / REPowerEU – sans mesures additionnelles - GWh

	Objectif 2030 PNEC 2020	Objectif 2030 (37%) PNEC mise à jour
Production d'énergies renouvelables au niveau national	6287	8397
Quantité requise par coopérations européennes (REFM et transferts statistiques)	1748	3500
Somme - Production nationale et coopération	8035	11891
Consommation nationale d'énergie finale ajustée*	32141	32159
Part Enr – Production/Consommation – Coopération incluse	25%	37%
Objectif 2030	Min. 25%	Min. 37%

*voir chapitre sur 2.1.2.14 Trajectoire intermédiaire et objectif global

Avec l'augmentation des objectifs la participation du Luxembourg au REFM doit être revue vers la hausse afin de construire un socle temporel stable plus important de quantités d'énergies renouvelables dans les statistiques nationales. En effet le REFM, étant actuellement le moyen le moins onéreux et beaucoup plus concret que les transferts statistiques pour atteindre les objectifs, doit être privilégié.

Ainsi il est prévu, à condition que les pays européens se montrent déterminés à utiliser cet instrument comme instrument de référence pour la coopération européenne dans le domaine des énergies renouvelables, à réaliser environ la moitié des besoins en coopération par le biais du REFM. Comme les délais de réalisation des projets financés dans le cadre du REFM sont de l'ordre d'au moins 1 à 2 années, les quantités suivantes pourraient être atteintes avec le REFM, d'ici 2030.

Tableau 21: Quantités prévisionnelles acquises par le REFM – 2026-2035

	Engagement prévisionnel REFM [GWh]	Réalisation REFM cumulée – Production annuelle [GWh]
2022	150	
2023	200	
2024	300	
2025	300	150
2026	400	350
2027	400	650
2028	500	950
2029	500	1350
2030	500	1750

Les coopérations européennes dans le domaine des énergies renouvelables pourraient prendre un ordre de grandeur de 200 à 500 GWh par année. Les coûts à associer à ces projets se situent dans une fourchette de 40 à 100 millions d'euros par année. Il peut être attendu que les coûts par unité d'énergie renouvelable produite de ce mécanisme vont diminuer à l'avenir et se situer autour de 10 à 13 €/MWh, voire moins. A noter également qu'à partir du moment où le socle de la coopération européenne atteint un niveau suffisamment

élevé grâce au REFM, les dépenses annuelles liées à la participation des appels à projets annuels vont à nouveau diminuer (probablement à partir de 2031).

Les quantités non atteintes par le REFM devront être réalisées par des transferts statistiques (il existe des objectifs contraignants pour les années 2025, 2027 et 2030). Avec les hypothèses prémentionnées, un besoin en transferts statistiques pour l'année 2030 de 1.750 GWh est attendu.

Alors que la Directive 2018/2001/UE se trouve encore en révision, il est attendu que les objectifs intermédiaires de 2025 et de 2027 vont aussi être revus à la hausse pour atteindre environ 24 % et 29 % respectivement (PNEC 2020 – 17 % en 2025 et 20 % en 2027). L'instrument des transferts statistiques permettra d'atteindre ces objectifs intermédiaires afin de lisser la trajectoire poursuivie. Avec un prix moyen de 14 €/MWh le coût annuel en 2030 avoisinera 24,5 millions d'euros.

L'évolution de la production d'énergies renouvelables nationale ainsi et la consommation finale brute d'énergie dans les années à venir montrera si les besoins en termes de quantités de transferts statistiques à acquérir devront être ajustés.

2.1.2.14 Trajectoire intermédiaire et objectif global

Tableau 22: Part des énergies renouvelables par secteurs et globale d'ici 2030 – PNEC 2020

PNEC 2020		2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Part EnR - secteur électricité	%	16,0%	18,2%	20,9%	23,5%	26,5%	28,9%	30,6%	32,1%	33,6%
Part EnR - secteur chaleur	%	15,9%	16,9%	18,5%	19,9%	21,6%	23,3%	25,4%	27,6%	30,5%
Part EnR - Transports	%	14,1%	15,2%	16,4%	18,4%	19,5%	20,8%	22,3%	23,8%	25,6%
Part globale - sans coopération	%	11,2%	11,9%	12,8%	13,9%	15,0%	16,1%	17,2%	18,3%	19,6%
Part globale - avec coopération	%	14,1%	15,0%	16,2%	17,6%	19,0%	20,4%	21,9%	23,3%	25,0%
Production EnR nationale	GWh	4547	4691	4920	5156	5449	5677	5890	6071	6287
Coopération européenne	GWh	1.150	1.225	1.299	1374	1.449	1.524	1.599	1.674	1748
Production EnR + coopération européenne	GWh	5696	5916	6220	6530	6898	7201	7488	7745	8035
Consommation finale brute d'énergie ajustée	GWh	40428	39380	38381	37203	36276	35248	34231	33232	32140
Part EnR globale - %	%	14,1%	15,0%	16,2%	17,6%	19,0%	20,4%	21,9%	23,3%	25,0%

Tableau 23: Part des énergies renouvelables par secteur d'ici 2030 - PNEC mise à jour

PNEC- mise à jour		2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Production EnR nationale	GWh	4386	4745	6097	6537	6868	7142	7478	7876	8397
Coopération européenne	GWh	1200	1000	500	3000	2350	3350	2950	3350	3500
- dont transferts statistiques	GWh	1200	1000	500	2850	2000	2700	2000	2000	1750
- dont REFM	GWh	0	0	0	150	350	650	950	1350	1750
Production EnR + coopération européenne	GWh	5586	5745	6597	9537	9218	10492	10428	11226	11897
Consommation d'énergie finale	GWh	45823	46163	45837	44851	43464	41705	40275	39025	37866
Aviation	GWh	7820	7986	8056	7964	8037	8109	8179	8250	8048
- Part actuel Aviation	%	17,1%	17,3%	17,6%	17,8%	18,5%	19,4%	20,3%	21,1%	21,3%
- Seuil Aviation	%	6,18%	6,18%	6,18%	6,18%	6,18%	6,18%	6,18%	6,18%	6,18%
Consommation finale brute d'énergie ajustée	GWh	40834	41030	40614	39659	38113	36174	34585	33187	32159
Part EnR globale	%	13,7%	14,0%	16,2%	24,0%	24,2%	29,0%	30,2%	33,8%	37,0%
Trajectoire indicative et objectif global	%	13,5%	11,0%	11,0%	24,0%	11,0%	29,0%	11,0%	11,0%	25,0%
Part EnR - secteur électricité	%	16,5%	18,9%	24,8%	28,0%	30,0%	31,8%	33,2%	35,2%	37,3%
Part EnR - secteur chaleur	%	13,9%	15,4%	22,8%	24,8%	27,1%	29,7%	32,8%	36,0%	40,3%
Part EnR - Transports *	%	9,0%	9,0%	9,4%	10,5%	11,2%	12,1%	13,4%	14,9%	18,0%
Part EnR globale - sans coopération	%	10,7%	11,6%	15,0%	16,5%	18,0%	19,7%	21,6%	23,7%	26,1%
Part EnR globale - avec coopération	%	13,7%	14,0%	16,2%	24,0%	24,2%	29,0%	30,2%	33,8%	37,0%
Trajectoire indicative et objectif global	%	13,5%	11,0%	11,0%	24,0%	11,0%	29,0%	11,0%	11,0%	25,0%

*avec multiplicateurs (article 27 Directive 2018/2001/CE)

Le tableau reprend à titre comparatif les parts sectorielles et la part globale atteinte d'ici 2030. La comparaison montre que les mesures et politiques auront un impact positif sur les différents secteurs que ce soit le photovoltaïque et l'éolien pour l'électricité ou encore les pompes à chaleur pour le secteur de la chaleur, sans oublier l'influence des mesures d'efficacité énergétique. Un paramètre joue un rôle non négligeable, le « aviation cap ».

En effet, la directive (UE) 2018/2001 du Parlement européen et du Conseil du 11 décembre 2018 relative à la promotion de l'utilisation de l'énergie produite à partir de sources renouvelables prévoit pour le calcul de la consommation finale brute d'énergie d'un État membre que la part de l'énergie consommée dans le secteur de l'aviation est considérée comme ne dépassant pas 6,18 % de la consommation finale brute d'énergie de l'État membre en question, ce qui implique un ajustement de la consommation finale brute d'énergie.

2.2 Dimension "efficacité énergétique"

La modélisation qui est à la base de la définition des objectifs nationaux en efficacité énergétique a été établie par le STATEC, en étroite collaboration avec les experts des ministères directement concernés pour les différents secteurs, notamment concernant la définition des hypothèses de calcul et l'impact des différentes mesures (PaMs).

La base pour cette modélisation sont les modèles NEAM et Lux-GEM du STATEC. Le modèle NEAM tient compte des projections nationales pour l'évolution de la conjoncture et donc de l'évolution de la population, des emplois, du nombre de frontaliers, des surfaces d'habitation, des activités tertiaires et industrielles et de construction etc., tel que résumé dans le Tableau 24.

Tableau 24 : Indicateurs économiques utilisés dans NEAM (évolution conjoncture)

Indicateur	Unité	2005	2020	2025	2030	2035	2040
PIB	milliards €	42.4	59.2	69.3	79.4	91.0	104.2
Population	1000 personnes	469.1	634.7	698.3	764.1	833.1	900.4
Emploi	1000 personnes	307.5	471.6	536.6	603.5	667.6	736.4
Frontaliers	1000 personnes	97.7	163.7	196.5	230.0	261.5	299.9
Surface bâtiments résidentiels	millions m ²	24.8	33.9	37.6	41.3	45.0	48.7
Surface bâtiments non-résidentiels	millions m ²	7.9	13.0	14.1	15.3	16.5	17.6

Source : STATEC (2023)

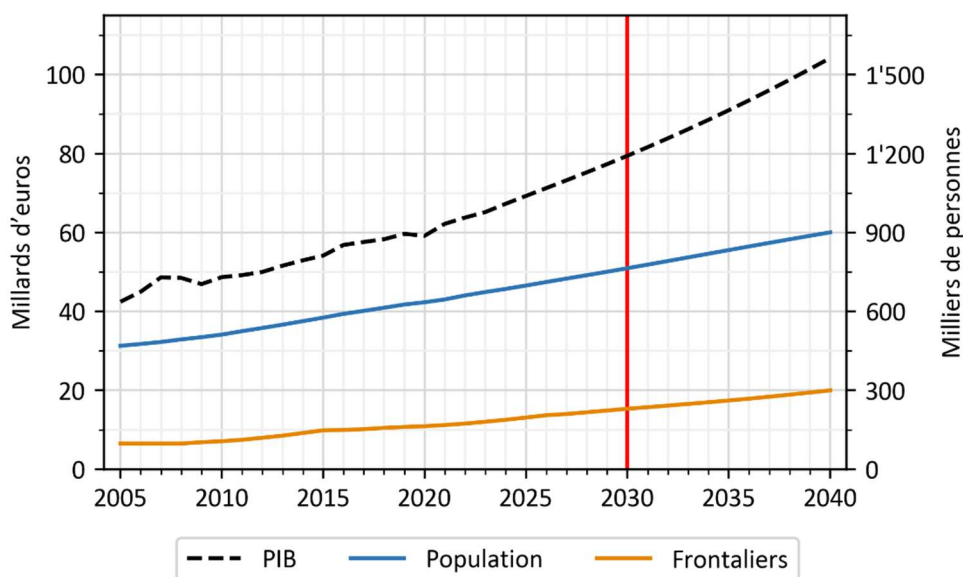
Le Tableau 25 résume les projections de conjoncture pour l'année 2030. Pour différents indicateurs (le produit intérieur brut (PIB), la population, l'emploi, le nombre de frontaliers, etc.), les prévisions pour l'année 2030 sont comparées aux valeurs historiques respectives en 2020. Cette croissance dans les différents domaines est essentielle pour les objectifs du PNEC à l'horizon 2030.

Tableau 25 : Projections de conjoncture pour l'année 2030 comparées à l'année 2020

Indicateur	Unité	2020	2030	Variation
PIB	milliards €	59.2	79.4	+34%
Population	1000 personnes	634.7	764.1	+20%
Emploi	1000 personnes	471.6	603.5	+28%
Frontaliers	1000 personnes	163.7	230.0	+41%
Surface bâtiments résidentiels	millions m ²	33.9	41.3	+22%
Surface bâtiments non-résidentiels	millions m ²	13.0	15.3	+18%

Source : Modélisation STATEC 2023

Figure 2 : Évolution de la conjoncture nationale



Source : Modélisation STATEC 2023, Graphiques MEA

La croissance conjoncturelle exceptionnellement élevée au Luxembourg, prise en compte dans les projections actuelles du STATEC (et dans la modélisation pour cette mise à jour du PNEC par rapport au PNEC 2020) contrebalance une partie des efforts d'amélioration de l'efficacité énergétique (qui sont pourtant bien existants et pris en compte dans la modélisation), ce qui explique pourquoi la réduction de la consommation finale d'énergie à l'horizon 2030 est relativement faible ou quasiment inexistante pour certains secteurs (tel que l'industrie manufacturière et la construction p.ex.) et est même croissante pour le secteur de l'aviation par exemple.

En ce qui concerne les bâtiments résidentiels (inclus dans le secteur « ménages ») et les bâtiments tertiaires (inclus dans le secteur « commerce et services ») l'évolution de la conjoncture qui signifie évolution du PIB et par là de l'emploi, de la population et du nombre de frontaliers entraîne également une augmentation des surfaces de bâtiments, tel que représentée à la Figure 8.

Cette augmentation des surfaces de bâtiments est prise en compte dans la modélisation et toute augmentation nette (au niveau national) de la surface signifie des consommations d'énergie supplémentaires, qui contrebalancent en partie les mesures d'efficacité énergétique au niveau des bâtiments.

Une éventuelle future adaptation des projections concernant la conjoncture nationale aura par conséquent un impact direct sur la modélisation et nécessitera, le cas échéant, une adaptation des objectifs.

Remarque « directives EED et EPBD »

Les objectifs pour l'efficacité énergétique, ainsi qu'une bonne partie des mesures additionnelles reprises dans le présent projet de mise à jour du PNEC sont basées sur les versions actuellement en cours de révision (situation début mars 2023) des deux directives européennes suivantes, qui prennent en compte le « Fit For 55 » (FF55) ainsi que le « REPowerEU » :

EED – Energy Efficiency Directive (2012/27/UE, directive relative à l'efficacité énergétique) ;

EPBD – Energy Performance of Buildings Directive (2010/31/UE, directive sur la performance énergétique des bâtiments).

L'adoption des versions révisées (EED recast et EPBD recast) de ces deux directives au niveau européen est attendue avant la fin de l'année 2023.

Depuis la crise sanitaire et la crise énergétique, les ambitions ont évolué et les instances européennes ont élaboré deux plans nommés « Fit for 55 » (FF55) et « REPowerEU », de sorte que les ambitions en termes d'efficacité énergétique ont été revues à la hausse au niveau européen.

La Commission européenne a établi une nouvelle référence « EU Reference Scenario 2020 » (REF2020) en juillet 2021, qui définit une nouvelle baseline pour l'année 2030, par rapport au scénario de référence « EU PRIMES 2007 » (REF2007) qui a servi de référence pour le PNEC 2020 initial.

Avec l'introduction de cette nouvelle référence (REF2020), les objectifs en pourcentage d'amélioration de l'efficacité énergétique ne seront plus directement comparables entre la mise à jour du PNEC et le PNEC 2020 ; le Tableau 26 permet une comparaison par rapport aux deux scénarios de référence (à préciser que les chiffres absolus en consommation d'énergie (kWh) restent comparables indépendamment de la référence utilisée).

La nouvelle référence (REF2020) sera mise à jour par la Commission au courant de l'année 2023, sur base des dernières données Eurostat et communiquée aux Etats membres en 2023. L'objectif national du Luxembourg sera alors comparé aussi à la nouvelle référence.

Tableau 26 : Détermination de l'objectif en matière d'efficacité énergétique dans le cadre du plan national en matière d'énergie et de climat et sa mise à jour

OBJECTIF NATIONAL en matière d'amélioration de l'efficacité énergétique (amélioration de l'efficacité énergétique = réduction de la consommation en énergie finale)	consommation d'énergie finale en 2030 (FEC - final energy consumption, without ambient heat, including international aviation)	amélioration de l'efficacité énergétique par rapport REF2007 (EU PRIMES)	amélioration efficacité énergétique par rapport REF2020
<i>scénario de référence REF2007 (EU PRIMES)</i>	63.453 GWh	-	-
objectifs EED2 (EU -32,5%)	42.831 GWh	-32,5% (EU)	-
PNEC 2020	38.000 à 35.568 GWh	-40 à -44%	-
<i>nouveau scénario de référence REF2020</i>	<i>avec l'introduction de la nouvelle référence REF2020, la base de référence change et les objectifs (en %) entre le PNEC 2020 initial et le nouveau PNEC 2023 ne sont plus comparables directement</i>		
	<i>(36.453 GWh) à confirmer (mise à jour EU COM avant 2024)</i>	...	-
révision EED3 avec FitFor55 + REPowerEU (EU -11,7%)	reste à définir sur base de l'EED recast (2023)	...	-11,7% (EU)
PNEC mise à jour	35.430 GWh	-44%	...

Source : propres calculs 2023

Le PNEC 2020 du Luxembourg définit un objectif d'amélioration de l'efficacité énergétique de -40 à -44% pour l'année 2030 par rapport au scénario de référence de 2007 (REF2007) utilisé par l'UE pour définir l'objectif européen de -32,5%. En chiffres absolus, l'objectif luxembourgeois de -40% sur la consommation d'énergie finale (FEC) est équivalent à une consommation de 38.000 GWh en 2030 et une amélioration de -44% est équivalente à une consommation de 35.568 GWh en 2030. La Commission a qualifié cet objectif comme ambitieux et le Luxembourg est un des quelques pays membres avec une évaluation positive de la Commission par rapport à cette dimension de son PNEC.

L'objectif national pour l'année 2030 de **35.430 GWh** en termes de consommation d'énergie finale* est défini sur base de la modélisation (STATEC) du scénario WAM (With Additional Measures) pour cette mise à jour du PNEC.

(* l'énergie finale prise en compte pour le bilan « efficacité énergétique » est l'énergie finale hors chaleur ambiante, aviation internationale incluse (FEC – Final Energy Consumption, without ambient heat, including international aviation) tel que défini dans le Energy balance guide de la Commission européenne / Eurostat (version du 31 janvier 2019))

Le scénario WAM intègre les mesures du scénario WEM (With Existing Measures), c'est-à-dire les mesures existantes de la politique actuelle (le scénario WEM prend en compte les mesures qui étaient en application avant le 1.01.2022), ainsi que les mesures additionnelles reprises dans cette mise à jour, nécessaires pour accélérer la transition énergétique.

La directive européenne sur l'efficacité énergétique (EED – Energy Efficiency Directive, Article 4) en cours de révision, définit une nouvelle méthodologie pour le calcul des contributions nationales des pays membres.

L'objectif de **35.430 GWh** en 2030 est équivalent à une amélioration de l'efficacité énergétique (réduction de la consommation d'énergie finale) de **-44%** par rapport à la référence REF2007 (63.453 GWh) et **-3%** par rapport à la nouvelle référence REF2020 (36.453 GWh) (la nouvelle référence REF 2020 européenne sera encore mise à jour en 2023).

Le nouvel objectif national global reste très ambitieux et respecte toujours l'objectif d'une amélioration de l'efficacité énergétique de -40 à -44% par rapport à la REF2007, défini comme objectif national ambitieux dans le PNEC 2020. Il y a des changements au niveau de la répartition sur les différents secteurs dus à la nouvelle modélisation (STATEC 2023) et aux nouvelles mesures additionnelles prises en compte (scénario WAM), qui n'étaient pas encore prises en compte dans le PNEC 2020.

Les secteurs qui sont considérés pour le suivi de la consommation finale d'énergie du Luxembourg sont :

– **les ménages (y inclus les bâtiments résidentiels)**

(« private Haushalte » dans le PNEC 2020)

– **l'industrie manufacturière et construction**

(« Industrie » dans le PNEC 2020)

– **le commerce et les services (y inclus les bâtiments tertiaires)**

(« Gewerbe, Handel, Dienstleistungen » dans le PNEC 2020)

– **l'agriculture**

(l'agriculture n'était pas indiquée séparément dans le PNEC 2020)

– **les transports**

Tableau 27 : Objectif général d'efficacité énergétique et variations

OBJECTIF GENERAL EFFICACITE ENERGETIQUE 2030: Scénario cible					
	Objectif PNEC 2020	Objectif PNEC 2020 vs REF2007	Objectif PNEC màj	Objectif PNEC màj vs REF2007	Objectif PNEC màj vs REF2020
Consommation finale d'énergie en 2030 [GWh] et par rapport aux références REF2007 et REF2020 [%]	38 000 à 35 568	-40% à -44%	35 430	-44%	-3%
Consommation d'énergie finale en 2030 [GWh] et variations [%]: Scénario cible					
	Objectifs PNEC 2020	Objectifs PNEC 2020 vs REF Scén PNEC 2020	Objectifs PNEC màj		
Total tous les secteurs	35 568	-30%	35 430		
Ménages	4 611	-40%	4 410		
Tertiaire	3 205	-24%	4 904		
Industrie	6 088	-17%	6 985		
Agriculture	-	-	64		
Transports	21 664	-15%	19 066		
dont:					
Transport routier total	15 728	-38%	10 595		
Transport routier diesel et essence	14 845	-41%	9 747		
Aviation	5 936	0%	8 472		
Autres objectifs spécifiques					
	Objectif PNEC 2020	Objectif PNEC màj			
Electromobilité: Part des voitures électriques / véhicules de type plug-in hybride dans le parc automobile d'ici 2030 (résidents)	49%	49%			

Source: modélisation STATEC 2023, tableau MEA

Le scénario WAM prend en compte une modulation de la taxe CO₂ en fonction de l'évolution du différentiel de prix des carburants par rapport aux pays limitrophes au niveau du secteur des transports (carburants transport routier) qui est nécessaire dans le cadre des objectifs nationaux de réduction des émissions de GES à l'horizon 2030 et cette modulation de la taxe CO₂ est également très importante dans le cadre des objectifs en efficacité énergétique, c.-à-d. de la consommation d'énergie finale du secteur des transports.

Le volume cumulé d'économies d'énergie au stade de l'utilisation finale à réaliser par le Luxembourg au cours de la période 2021-2030 en vertu de l'article 7, paragraphe 1, point b), relatif aux obligations en matière d'économies d'énergie et conformément à la directive 2012/27/UE modifiée se chiffrait à **21.435 GWh** (48.716 GWh x 55 x 0,8%) pour le PNEC 2020.

Ce volume cumulé d'économies d'énergie au stade de l'utilisation finale est revu à la hausse dans le cadre de la troisième révision de la directive 2012/27/UE (EED en cours de révision) et se chiffre maintenant à **42.538 GWh**. Ce montant correspond à 87,3% du montant de 48.726 GWh ou de la consommation finale d'énergie moyenne du pays (*final energy consumption (Europe 2020 – 2030)*) des années 2016, 2017 et 2018 d'après EUROSTAT, tel qu'imposé par la proposition de modification de la directive. Les 87,3% ou 42.538 GWh correspondent au cumul des nouvelles économies d'énergie annuelles à atteindre sur la période totale de 2021 à 2030 (10 années). Le texte en révision prévoit des taux de nouvelles économies d'énergie annuelles

progressifs, de 0,8% de 2021 à 2023, de 1,3% de 2024 à 2025, de 1,5% de 2026 à 2027 et de 1,9% de 2028 à 2030. Le taux d'économie d'énergie cumulé total de 87,3% représente la somme de ces taux cumulés annuels.

Tableau 28 : Mode de calcul de l'objectif global cumulé sur la période 2021 – 2030 d'après l'article 8 de la directive en révision

2021	0.8%										0.8%	
2022	0.8%		0.8%								1.6%	
2023	0.8%			0.8%							2.4%	
2024	1.3%				1.3%						5.2%	
2025	1.3%					1.3%					6.5%	
2026	1.5%		1.5%				1.5%				9.0%	
2027	1.5%		1.5%			1.5%			1.5%			10.5%
2028	1.9%		1.9%		1.9%		1.9%		1.9%		15.2%	
2029	1.9%		1.9%		1.9%		1.9%		1.9%		17.1%	
2030	1.9%		1.9%		1.9%		1.9%		1.9%		19.0%	
Taux d'économie d'énergie cumulé total pour la période 2021- 2030											87.3%	

Le mécanisme d'obligations en matière d'efficacité énergétique EEOS (Energy Efficiency Obligation Scheme), dont plus de détails sont repris au chapitre 3.2, fournira jusqu'à 2030 une économie d'énergie cumulée de **13.750 GWh**. Le reste de l'obligation globale est comblé par des mesures de politique publique alternatives, décrites en détail au chapitre 3 et dont les références respectives sont reprises dans le Tableau 29. Les contributions des mesures alternatives à l'accomplissement de l'objectif global sont indiquées en pourcentage par rapport à l'économie cumulée totale à réaliser jusqu'en 2030. Les montants escomptés des économies d'énergie à atteindre par des mesures alternatives étant plus difficiles à chiffrer par mesure que celui du mécanisme d'obligations EEOS (dont l'objectif à réaliser est chiffré précisément dans une loi), les contributions des mesures alternatives à l'objectif global sont indiquées dans une fourchette de valeurs. Les économies d'énergie réalisées dans le cadre du mécanisme d'obligations EEOS sont comptabilisées à 100% au niveau national, alors que d'éventuels effets de chevauchements sont pris en compte au niveau des mesures alternatives, afin de ne pas avoir d'effet de double comptage.

Tableau 29 : Mécanisme national d'obligations en matière d'efficacité énergétique (EEOS) et mesures de politique publique alternatives conformément aux articles 8, 9 et 10 de la révision proposée de la directive EED

Mesures contribuant à l'accomplissement de l'objectif en matière d'obligation d'économies d'énergie (directive en révision articles 7 et 8)	Référence PaMs	% par rapport à l'objectif global d'économies d'énergie finale	Economie d'énergie cumulée jusqu'en 2030 (par rapport à la référence EU PRIMES 2020 (REF2020) en GWh
CUMUL toutes les mesures		100%	42 538
Mécanisme d'obligations en matière d'efficacité énergétique (EEOS)*	121	32%	13 750
Mesures alternatives de politique publique	-	68%	28 788
dont:			
Taxe CO2 sur les carburants liquides**	105	66%	27 970
Régime d'aides Klimabonus Wunnen (bâtiments d'habitation)	307	3 - 6%***	
Régime d'aides individuelles au logement	311	1 - 4%	
Incitations fiscales en faveur de la rénovation énergétique de logements	313	1 - 3%	
Régime d'aides en faveur des communes	314	1 - 2%	
Promotion des transports publics	405	6 - 9%	
Promotion de services de mobilité innovants	406	1 - 2%	
Promotion de l'électrification du parc automobile immatriculé au Luxembourg	410	7 - 11%	
Taxe d'immatriculation sur les véhicules routiers révisée	420	1 - 3%	
Régime d'aides pour véhicules à zéro émissions de CO2	423	4 - 6%	
Accord volontaire relatif à l'amélioration de l'efficacité énergétique dans l'industrie (jusqu'à 2023 inclus)	503/504	0 - 1%	

* les effets de chevauchement avec les mesures alternatives sont corrigés directement sur celles-ci

** l'économie totale cumulée sur la période 2021-2030 modélisée sur base des chiffres fournis par STATEC

*** les pourcentages en italique sont des estimations des contributions potentielles, les effets de chevauchement corrigés

Obligations pour le secteur public

Obligation de réduction de la consommation en énergie finale

Avec la révision en cours de la directive EED (Article 5), une nouvelle obligation concernant la consommation en énergie finale de toutes les activités du secteur public sera introduite : obligation de réduire de 1,9% par année (et ceci chaque année) la consommation finale en énergie. Pendant les premières 2 années après transposition de la directive, cet objectif sera encore indicatif. Ne seront pas prises en compte pour cette obligation et jusqu'au 31 décembre 2026 les consommations énergétiques des bâtiments appartenant aux administrations communales avec moins de 50.000 habitants, respectivement jusqu'au 31 décembre 2029

pour les communes avec moins de 5.000 habitants (période de « phase-in » en fonction de la taille des communes).

Tableau 30 : Consommation en énergie finale, baseline en 2021 et projection à 2030 pour les bâtiments du secteur public (définition dans l'EED en cours de révision)

Bâtiments du secteur public	Consommation en énergie finale pour l'année 2021 [MWh] (baseline)	Réduction de 1,9% par année [MWh]	Consommation en énergie finale pour l'année 2030 [MWh]**	Δ consommation énergie finale 2030 / 2021 [%]
Etat - TOTAL*	470.000 MWh	8.930 MWh	434.280 MWh	-7,6%
Etat - bâtiments (dont l'Etat est propriétaire)	<i>Chiffres en cours de préparation</i>			
Etat - transport public	<i>Chiffres en cours de préparation</i>			
Etat - forces armées	<i>Chiffres en cours de préparation</i>			
Etat - autres	<i>Chiffres en cours de préparation</i>			
Communes - TOTAL***	304.232 MWh	5.780 MWh	281.112 MWh	-7,6%
dont:				
Bâtiments de bureau	18.638 MWh			
Centres de manifestations	29.734 MWh			
Écoles, écoles supérieures et universités	80.402 MWh			
Crèches et maisons relais	19.517 MWh			
Salles de sport	57.212 MWh			
Reste	98.729 MWh			

* estimation approximative sur base des données LTRS et des informations de l'ABP sur le nombre total des bâtiments

** entrée en vigueur de l'obligation deux ans après la transposition de la directive (probablement en 2027)

*** dernières consommations disponibles des bâtiments communaux pour l'année 2020 sur base d'Enercoach

Rénovation des bâtiments publics

En vertu de l'article 2 bis de la directive (EU) 2018/844 du 30 mai 2018 modifiant la directive 2010/31/UE sur la performance énergétique des bâtiments et la directive 2012/27/UE relative à l'efficacité énergétique, le gouvernement luxembourgeois a présenté en 2020 la suite de la stratégie nationale de rénovation énergétique à long terme des bâtiments (LTRS – Long Term Renovation Strategy). Cette stratégie de rénovation à long terme soutient la rénovation du parc national de bâtiments résidentiels et non résidentiels, tant publics que privés, en vue de la constitution d'un parc immobilier à haute efficacité énergétique et décarboné d'ici à 2050, facilitant ainsi la transformation rentable de bâtiments existants en bâtiments dont la consommation d'énergie est quasi nulle. Les lignes directrices de la stratégie de rénovation sont:

- Priorité aux rénovations intégrales et à haute efficacité énergétique : augmentation significative de la profondeur de rénovation (la quantité d'énergie économisée par rapport à l'état avant rénovation) et le taux de rénovation (nombre de bâtiment rénovés par an)
- 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 sont constamment prises en compte lors de l'élaboration des outils nécessaires au progrès de la stratégie. Ces outils se déclinent sous différentes formes:

- Dispositions réglementaires (règlements et normes)
- Instruments de promotion et de financement
- Instruments fiscaux
- Formations
- Travail de sensibilisation et de publicité
- Recherche et projets pilotes

Les différents outils s'alignent les uns aux autres de manière à ce que la combinaison de leurs impacts les renforce mutuellement.

D'un point de vue technique, l'accent est mis sur l'amélioration énergétique de l'enveloppe des bâtiments (isolation thermique) et sur l'amélioration de l'efficacité énergétique des installations techniques, avec un accent particulier sur les sources d'énergie non fossiles (remplacement des anciens systèmes de chauffage basés sur les combustibles fossiles par des systèmes alimentés par des énergies renouvelables avec un accent sur la décarbonation des bâtiments par l'électrification à l'aide de pompes à chaleur, combinée à une production d'électricité photovoltaïque au niveau du bâtiment et optimisation de l'autoconsommation de cette électricité.

Les pompes à chaleur présentent l'avantage de décarboner la consommation énergétique d'un bâtiment pendant son utilisation (système de chauffage électrifié sur base d'électricité renouvelable) et de réduire la consommation d'énergie finale, telle que prise en compte dans les objectifs nationaux (l'énergie ambiante utilisée (à 2/3 contre 1/3 d'électricité) par une pompe à chaleur n'est pas incluse dans l'énergie finale).

Les mesures d'accompagnement telles que la formation continue, la sensibilisation et la recherche ont pour but d'identifier et de mettre en évidence les potentiels d'économie, ainsi que les améliorations possibles et les mesures d'accompagnement.

Outre l'impact sur les économies d'énergie et le climat, un autre indicateur clé pour évaluer la combinaison de mesures est l'impact sur les personnes qui vivent dans les bâtiments et les utilisent, en particulier les personnes vulnérables qui sont exposées au risque de pauvreté énergétique parce que leurs revenus sont faibles tandis que leur consommation d'énergie est relativement élevée. Bien que le Luxembourg fasse partie des États membres de l'UE ayant le plus faible taux de pauvreté énergétique, bon nombre de ménages ne sont pas en mesure de se chauffer convenablement ou doivent compter sur les aides de l'État pour payer leurs factures d'énergie. Une analyse de la situation de la pauvreté énergétique révèle également que le problème n'est pas causé par les seuls prix de l'énergie, mais par le phénomène que, ces dernières années, les loyers ont augmenté à un rythme beaucoup plus rapide que le pouvoir d'achat et ceci en particulier dans les tranches de revenu inférieures. Une analyse de la pauvreté énergétique au Luxembourg est donc un élément clé de la stratégie nationale de rénovation énergétique.

Les jalons indicatifs prévus dans le cadre de la stratégie de rénovation à long terme des bâtiments visent principalement le parc résidentiel. Partant d'une consommation en énergie finale des ménages de 6.438 GWh/a en 2020, l'objectif de réduction annoncé à l'horizon 2040 était de 2.715 GWh/a avec un objectif intermédiaire de 4.611 GWh/a en 2030. Cela correspond à une réduction de 28% (2030) et 58% (2040) par rapport à la consommation en énergie finale de 2020.

Sur base de l'analyse des effets des mesures existantes de la politique actuelle (chapitre 4, scénario WEM), un besoin pour de nouvelles mesures en vue d'accélérer la transition vers un parc immobilier décarboné d'ici à 2050 a été identifié et repris dans le scénario WAM de cette mise à jour.

Tableau 31 : Comparaison indicateurs LTRS vs modélisation WAM (mise à jour PNEC)

Consommation en énergie finale des ménages (y inclus les bâtiments résidentiels)	2020	2030	2040	Unité
Indicateurs LTRS*	6 438	4 611	2 715	GWh
Modélisation WAM mise à jour PNEC	5 494	4 410	3 322	GWh

* A noter que les indicateurs annoncés au chapitre 3.4.1 de la LTRS ne sont pas identiques aux indicateurs annoncés au chapitre 4.1.1. de cette même stratégie. Seuls ces derniers indicateurs, identiques aux indicateurs du PNEC 2020, sont à retenir.

Afin d'évaluer la stratégie nationale de rénovation énergétique de manière objective, les indicateurs actuels doivent être consolidés et complétés. L'attention est portée actuellement sur l'évaluation de la pertinence des indicateurs potentiels. Un registre de la performance énergétique des bâtiments en cours de développement (en prévision des futures exigences de la directive européenne EPBD en cours de révision), permettra le suivi de l'évolution, entre-autres, de la classe d'isolation thermique des bâtiments existants, indicateur de l'évolution de la rénovation énergétique.

Obligation de rénovation énergétique des bâtiments publics

Selon la stratégie d'assainissement énergétique de l'Administration des bâtiments publics, basée sur la directive européenne sur l'efficacité énergétique (EED), 3% de la surface des bâtiments attribués à l'Etat central ont été rénovés les dernières années.

D'après les données de l'Administration des bâtiments publics (ABP) et en ligne avec l'article 5 de la directive EED, une surface de 61.050 m² (sur une surface totale de 126.253 m² de bâtiments occupés par l'Etat central) serait encore concernée par l'obligation de rénovation à la fin de l'année 2020. Il en résulte qu'une surface de 1.832 m² (soit 3%) serait à rénover en 2021, 1.777 m² en 2022 et ainsi de suite, pour arriver à une surface totale cumulée à rénover énergétiquement entre 2021 et 2030 de 16.030 m².

Avec la révision en cours de la directive EED (Article 6), une nouvelle obligation de rénovation de 3% par an des bâtiments dont le secteur public est propriétaire (et qui ont une performance énergétique moins performante que le niveau nZEB) est introduite. Avec cette exigence européenne, ce ne sera plus exclusivement l'Etat central qui est concerné, mais bien tout le secteur public, à savoir l'Etat et les communes (*définition actuelle reprise dans la proposition de révision de l'EED : « public bodies : means national, regional or local authorities and entities directly financed and administered by these authorities but not having industrial or commercial character »*).

Le niveau nZEB (nearly Zero Energy Building) très ambitieux qui est actuellement défini au niveau national pour les nouvelles constructions par le règlement grand-ducal modifié du 9 juin 2021 concernant la performance énergétique des bâtiments sera complété par un niveau de performance énergétique « nZEB rénovation » (nZEB_{rénovation}), qui sera défini dans le cadre de la transposition directive EPBD en cours de révision et de l'introduction de standards minima de performance énergétique (MEPS – Minimum Energy Performance Standards (révision EPBD)), en tenant dûment compte du rapport coût-efficacité (proportionnalité) et de la faisabilité technique, tel que prévu par la directive) ; ce niveau nZEB_{rénovation} sera l'exigence minimale dans le cadre des futures obligations de rénover (notamment pour le secteur public).

Dans le cadre des obligations de rénovation, des règles moins exigeantes sont envisagées pour certaines catégories de bâtiments, tels les bâtiments protégés (patrimoine protégé).

Tableau 32 : Surface des bâtiments publics (d'après la définition en vigueur en année en question) concernée par l'obligation de rénover au moins 3% de surface utile par année (à un niveau de performance nZEB d'après le texte actuel pour la révision de la directive)

Exigences	PNEC 2020	PNEC mise à jour	Δ PNEC m ² / 2020
Surface totale de bâtiments dont la performance énergétique était plus faible que le minimum	Bâtiments occupés par l'Etat central: 126.253 m² (au 31.12.2020) (niveau < niveau minimum requis par RGD sur la performance énergétique des bâtiments)	Bâtiments dont l'Etat est propriétaire: 5.400.000 m² (au 31.12.2022)* (niveau < niveau nZEB requis par RGD sur la performance énergétique des bâtiments)	+ 5.273.747 m²

* Le chiffre indiqué ne représente qu'une estimation de la surface totale des bâtiments de l'Etat à la fin de l'année 2022, vu qu'il n'est pas possible de déterminer la surface totale à isoler (niveau de performance moins élevé que le niveau nZEB) entre autres faute de définition finale qui sera retenue dans le cadre de la révision des directives EED et EPBD. Une liste de tous les bâtiments publics concernés sur base de la nouvelle définition devra être établie, identifiant les bâtiments visés par l'obligation de rénovation avec les surfaces et consommations énergétiques respectives.

Objectifs d'efficacité énergétique suivant secteur

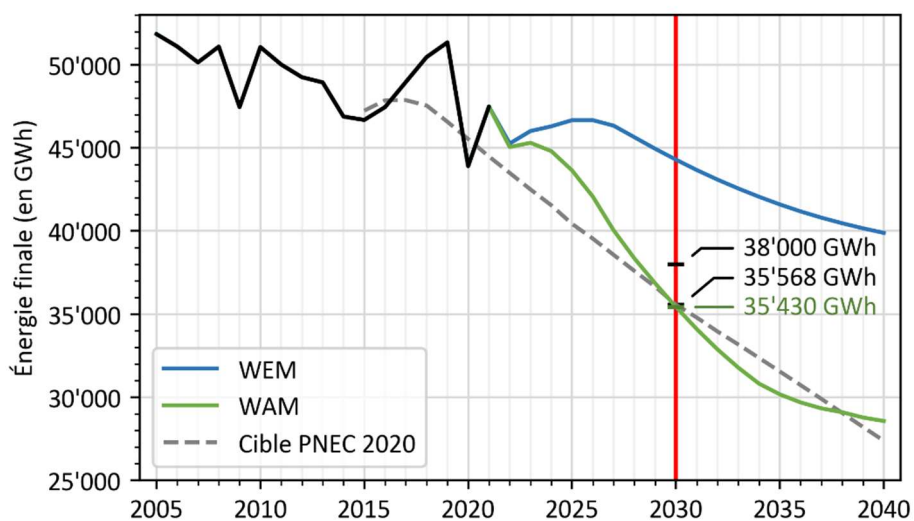
Les figures ci-dessous comparent l'évolution de la consommation d'énergie finale pour les scénarios PNEC 2020 (objectif) vs WEM vs WAM (WEM et WAM étant basé sur la nouvelle modélisation STATEC qui est la base pour cette mise à jour du PNEC).

L'énergie finale considérée ici est l'énergie finale hors chaleur ambiante, aviation internationale incluse.

TOTAL tous les secteurs

L'objectif d'efficacité énergétique global pour tous les secteurs, modélisé dans le scénario WAM est représenté dans la figure ci-dessous. L'objectif ambitieux en consommation d'énergie finale de 35.430 GWh en 2030 équivalant à -44% par rapport à la REF2007 se situe dans la fourchette d'amélioration de l'efficacité énergétique de -40 à -44% par rapport à la référence REF2007 définie comme objectif national dans le PNEC 2020.

Figure 3 : Évolution PNEC 2020 vs WEM vs WAM – TOTAL tous les secteurs



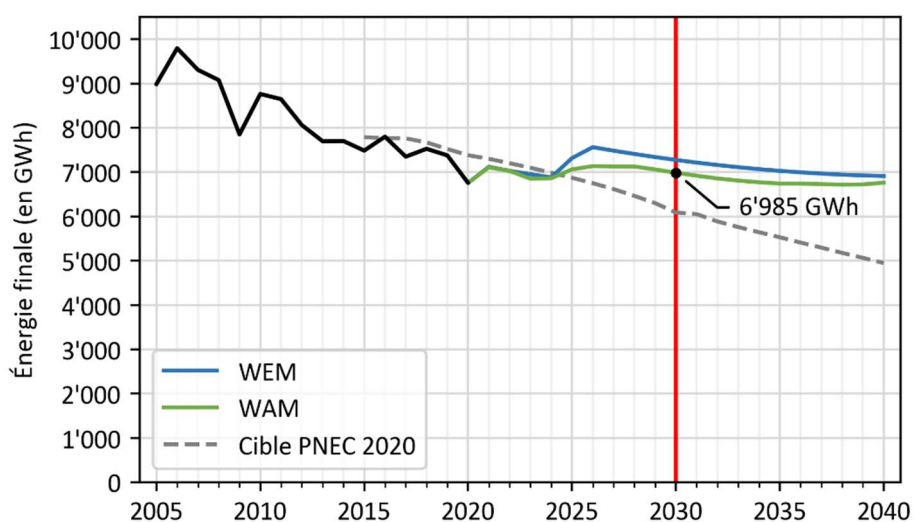
Source : Modélisation STATEC 2023, Graphiques MEA

Industrie manufacturière et construction

Sur base des projections d'évolution de la conjoncture, l'accroissement continu des activités du secteur des industries manufacturières et de la construction contrebalance pratiquement entièrement l'amélioration de l'efficacité énergétique dans ce secteur, ce qui explique la consommation d'énergie finale pratiquement constante entre 2020 et 2040, avec de légères fluctuations.

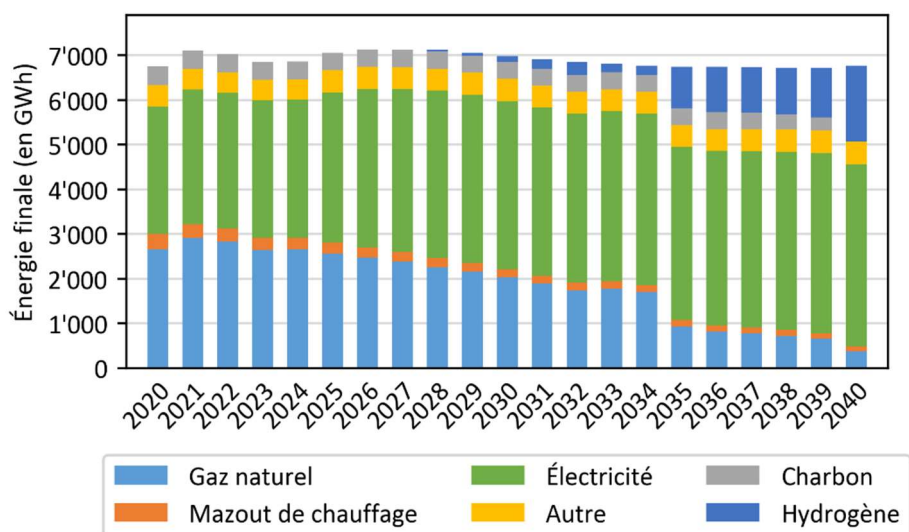
À préciser que l'accroissement des activités se fait surtout au niveau des entreprises non-ETS et qu'il n'y a pratiquement pas d'évolution au niveau des entreprises ETS.

Figure 4 : Évolution PNEC 2020 vs WEM vs WAM – Industries manufacturières et construction



Source : Modélisation STATEC 2023, Graphiques MEA

Figure 5 : Évolution WAM suivant vecteur énergétique – Industries manufacturières et construction



Source : Modélisation STATEC 2023, Graphiques MEA

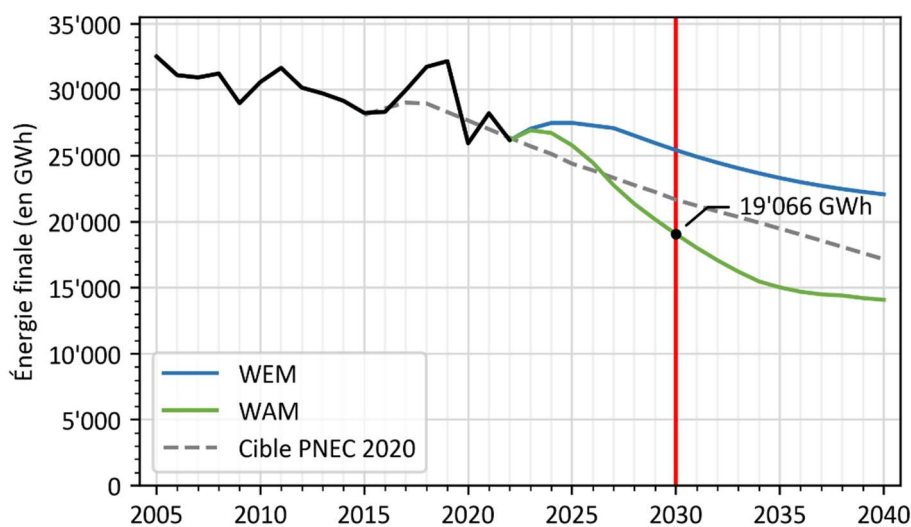
Transports

La forte baisse de la consommation en énergie finale du secteur des transports est influencée en premier lieu par la modulation de la taxe CO₂ en fonction de l'évolution du différentiel de prix des carburants par rapport aux pays limitrophes (carburants transport routier).

L'électrification du secteur des transports a une influence plutôt faible sur la consommation en énergie finale, mais par contre une influence importante sur la réduction des émissions de GES du secteur.

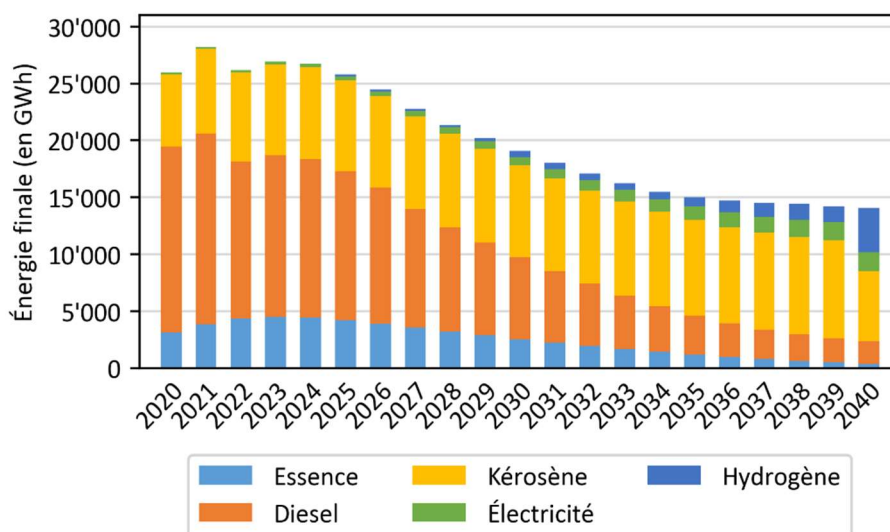
La forte croissance du secteur de l'aviation (transport de passagers et fret) contrebalance une partie des améliorations au niveau de l'efficacité énergétique.

Figure 6 : Évolution PNEC 2020 vs WEM vs WAM – Transports



Source : Modélisation STATEC 2023, Graphiques MEA

Figure 7 : Évolution WAM suivant vecteur énergétique – Transports

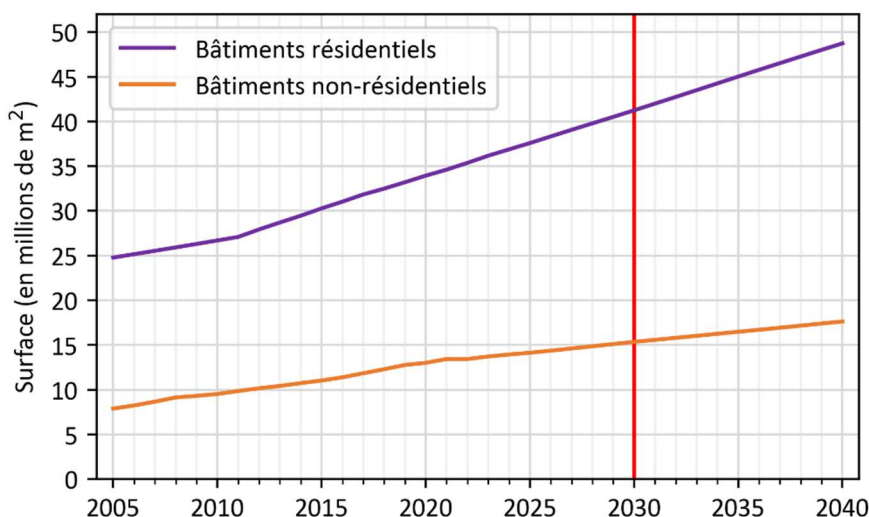


Source : Modélisation STATEC 2023, Graphiques MEA

Ménages (y inclus bâtiments résidentiels)

Pour le secteur des ménages, ainsi que pour le secteur du commerce et des services, il faut prendre en compte la forte évolution des surfaces des bâtiments (telle que reprise dans l'illustration suivante) lorsqu'on interprète l'évolution de la consommation d'énergie finale.

Figure 8 : Évolution des surfaces des bâtiments – Ménages (bâtiments résidentiels) et Commerces et services (bâtiments tertiaires)

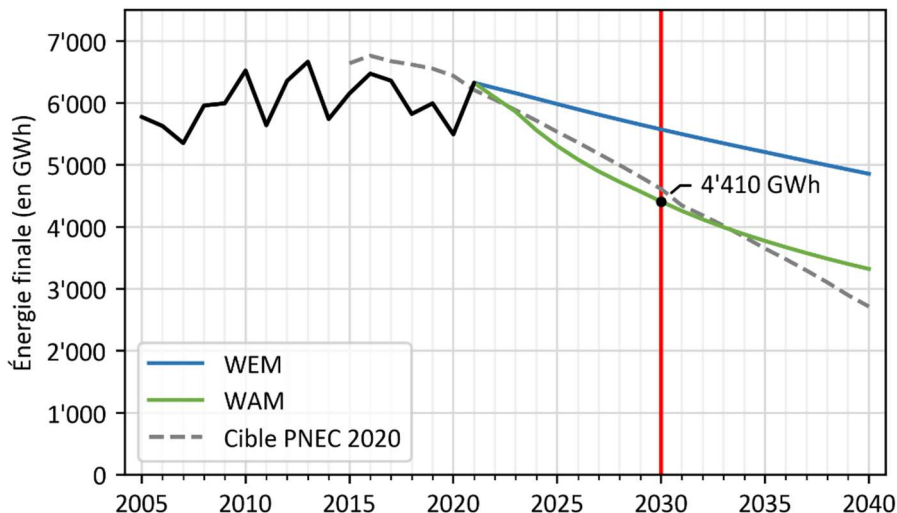


Source : Modélisation STATEC 2023, Graphiques MEA

L'énergie consommée par les ménages est en grande partie liée directement à l'utilisation (chauffage) des bâtiments résidentiels.

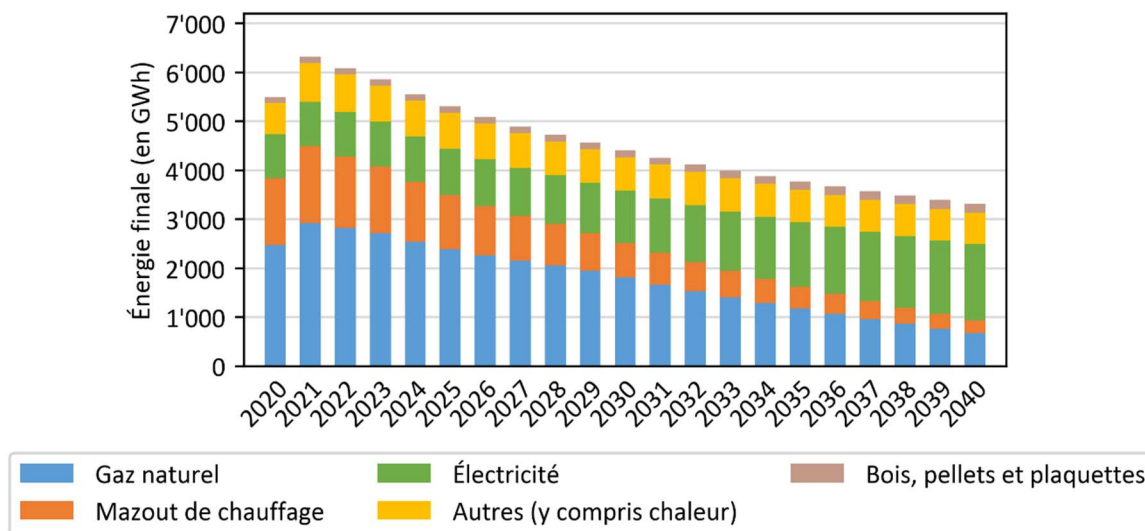
La décarbonation des bâtiments par l'électrification, c.-à-d. le remplacement de systèmes de chauffage fossiles par des systèmes à base d'énergie renouvelable et notamment par des pompes à chaleur a un effet direct sur les émissions de GES et un effet important sur la réduction de l'énergie finale consommée.

Figure 9 : Évolution PNEC 2020 vs WEM vs WAM – Ménages



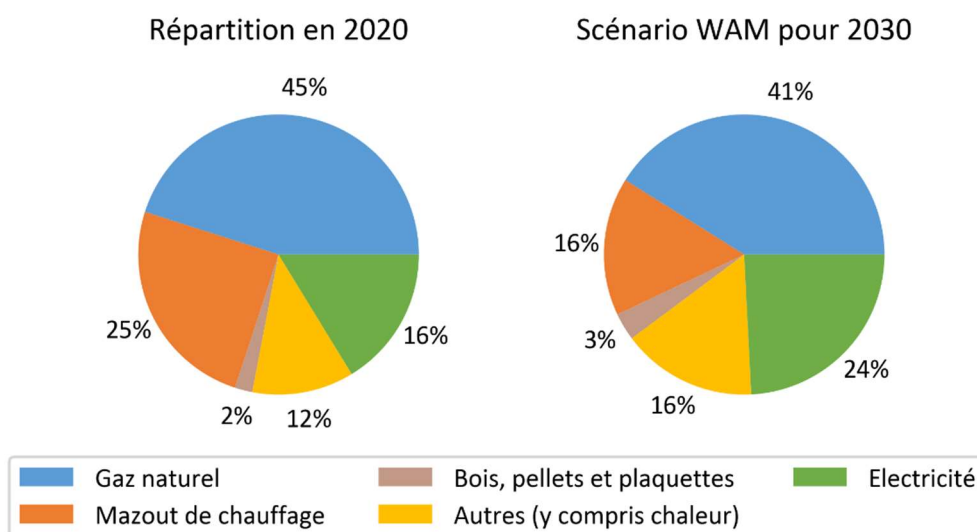
Source : Modélisation STATEC 2023, Graphiques MEA

Figure 10 : Évolution WAM suivant vecteur énergétique – Ménages



Source : Modélisation STATEC 2023, Graphiques MEA

Figure 11 : Répartition suivant vecteur énergétique – Ménages



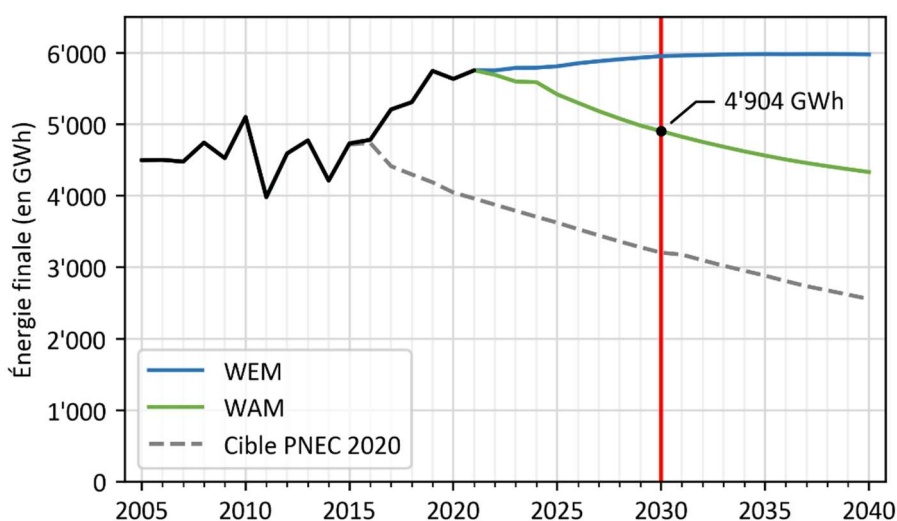
Source : Modélisation STATEC 2023, Graphiques MEA

Commerces et services (y inclus bâtiments tertiaires)

Ce secteur comprend les bâtiments tertiaires mais également toutes les activités de commerce et services (qui ne sont pas attribuées spécifiquement à un autre secteur).

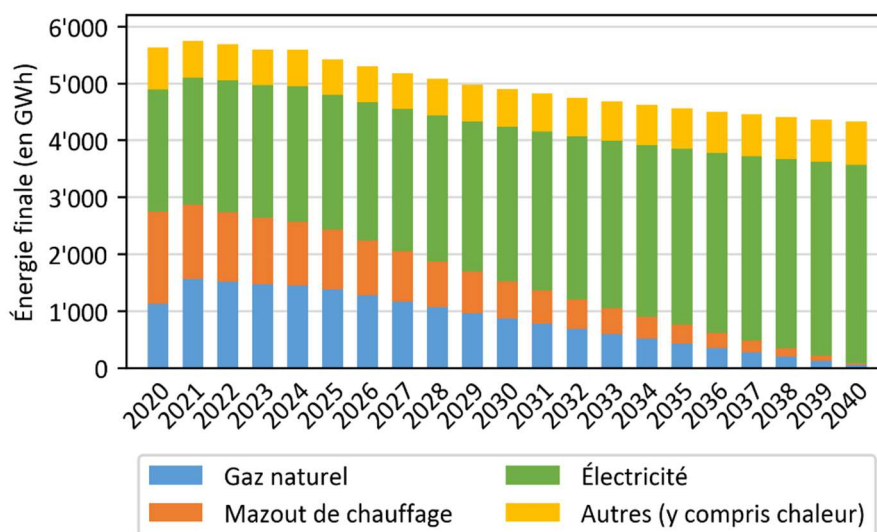
La décarbonation des bâtiments par l'électrification, c.-à-d. le remplacement de systèmes de chauffage fossiles par des systèmes à base d'énergie renouvelable et notamment par des pompes à chaleur a un effet direct sur les émissions de GES et un effet important sur la réduction de l'énergie finale consommée (vu que la chaleur ambiante exploitée par une pompe à chaleur n'est pas comptabilisée dans l'énergie finale (FEC without ambient heat)).

Figure 12 : Évolution PNEC 2020 vs WEM vs WAM – Commerces et services



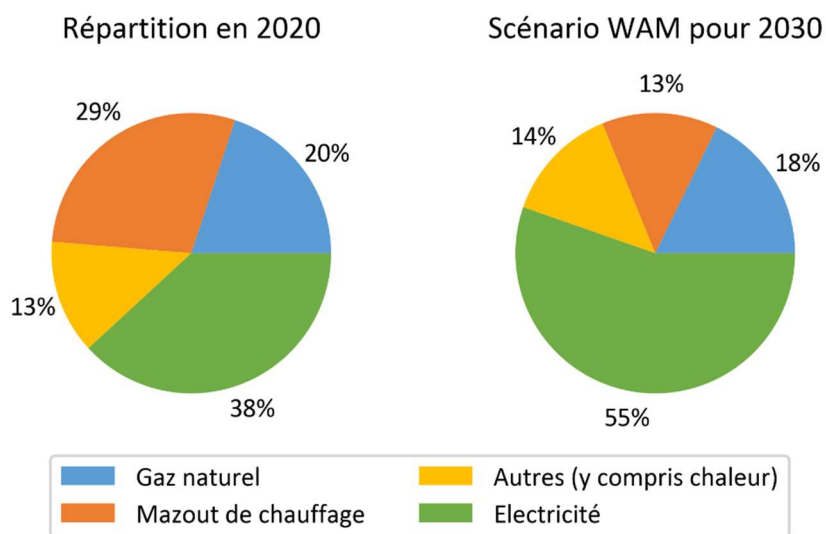
Source : Modélisation STATEC 2023, Graphiques MEA

Figure 13 : Évolution WAM suivant vecteur énergétique – Commerces et services



Source : Modélisation STATEC 2023, Graphiques MEA

Figure 14 : Répartition suivant vecteur énergétique – Commerces et services

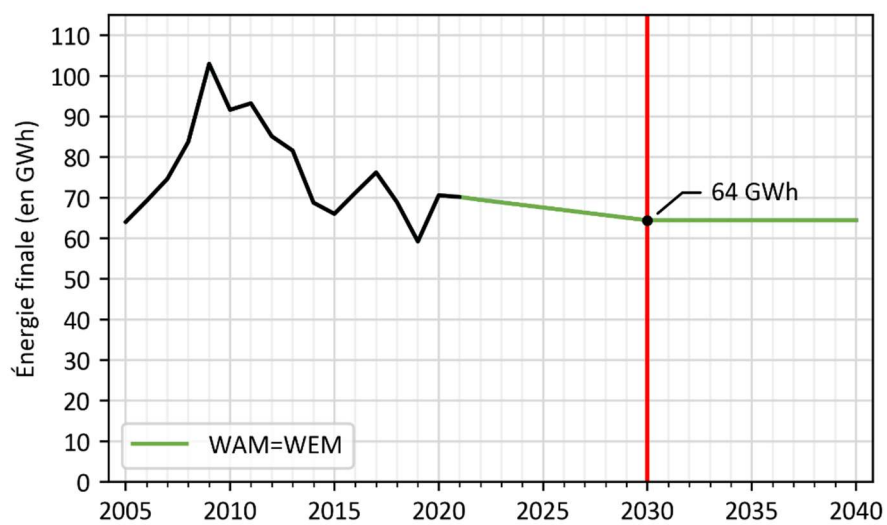


Source : Modélisation STATEC 2023, Graphiques MEA

Agriculture

Le secteur de l'agriculture a une consommation d'énergie finale négligeable par rapport aux autres secteurs considérés ci-dessus. La Figure 60 montre l'évolution de sa consommation d'énergie finale jusqu'en 2040. Figure 15 montre l'évolution de sa consommation d'énergie finale jusqu'en 2040.

Figure 15 : Scénario WAM – Agriculture



Source : Modélisation STATEC 2023, Graphiques MEA

2.3 Dimension "sécurité d'approvisionnement énergétique"

En ligne avec les statistiques des années et décades précédentes, l'objectif principal du Luxembourg est d'assurer un niveau de sécurité d'approvisionnement énergétique très élevé pour tout type d'énergie, et de rester parmi les pays avec le niveau le plus élevé en Europe.

En même temps, l'objectif est aussi de suivre une approche efficace, c.à.d. de garder un bon équilibre entre le niveau de sécurité attendu par rapport aux ressources investies par l'état et les consommateurs. De plus, la sécurité d'approvisionnement devra être assurée moyennant des investissements durable, besoin qui est clairement renforcé par le nouveau contexte géopolitique et la crise énergétique suite à la guerre en Ukraine. Ainsi, la stratégie devra se baser dans la mesure du possible sur l'efficacité énergétique ainsi que les ressources locales et renouvelables.

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.

Les mesures d'efficacité et d'électrification de l'industrie, les normes d'isolation thermique strictes pour les bâtiments ainsi que la stratégie de rénovation élaborée pour le parc immobilier permettront de faire baisser la demande de gaz naturel et de réduire en conséquence la dépendance énergétique.

Néanmoins, 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 ainsi qu'avec un élargissement et une diversification d'offres au niveau des énergies renouvelables, par exemple par le biais de renewable PPAs. Entre autres, l'investissement dans l'énergie éolienne off-shore offre une voie intéressante pour soutenir la sécurité de l'approvisionnement énergétique grâce à la disponibilité élevée des ressources éoliennes. Par conséquent, le Luxembourg est également favorable à un renforcement de la coopération régionale dans le domaine de la sécurité d'approvisionnement en énergie, et vise à accélérer le développement de la flexibilité de la demande et son intégration dans le marché intérieur afin d'adresser l'intermittence de certaines énergies renouvelables.

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 gérer leurs réseaux de manière encore plus intelligente et sécurisée.

Dans l'intérêt de la sécurité de l'approvisionnement dans le secteur du pétrole, il sera 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.

Pour l'hydrogène, l'objectif sera dans un premier temps de déterminer le niveau de sécurité à envisager pour l'approvisionnement en hydrogène, afin de pouvoir définir ensuite les mesures nécessaires pour sécuriser l'approvisionnement en hydrogène au niveau requis. De plus, l'hydrogène pourrait renforcer encore la sécurité d'approvisionnement en électricité du Luxembourg en ouvrant une voie supplémentaire pour augmenter la flexibilité dans le réseau électrique au niveau national et en offrant des possibilités de stockage saisonnier au niveau européen.

2.4 Dimension "marché intérieur de l'énergie"

2.4.1 Interconnexion électrique

Malgré les objectifs ambitieux pour faire avancer la production nationale d'énergie renouvelable, le Luxembourg restera dépendant d'importations pour couvrir ses besoins en électricité. Par conséquent, le pays requiert un niveau d'interconnexion élevé au-delà des niveaux d'interconnexion des autres pays de l'UE. Les capacités d'interconnexion du Luxembourg dépassent déjà de loin les objectifs européens de 15% pour 2030. Le niveau d'interconnexion (N-0) avec l'Allemagne équivaut actuellement à environ 230 %, 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.

La connexion au réseau électrique avec la Belgique est une connexion de soutien qui augmente la sécurité globale d'approvisionnement du Luxembourg et elle est surtout utile en cas d'indisponibilité majeure non planifiée du côté allemand.

2.4.2 Infrastructures 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, le Luxembourg compte bien augmenter davantage son intégration dans le réseau européen interconnecté à moyen terme. Le renforcement 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 construction d'une ligne 380 kV pour remplacer l'une des double lignes 220 kV vers l'Allemagne d'ici fin 2028. Il n'est cependant pas prévu de raccorder le réseau électrique public luxembourgeois au réseau électrique français.

Dans le domaine de l'hydrogène, la stratégie hydrogène du Luxembourg est publique depuis fin 2021. Dans la suite de cette stratégie, et sous initiative luxembourgeoise, le groupe de travail hydrogène au sein du Secrétariat général du Benelux a amorcé une procédure afin de lancer une étude dans le cadre des objectifs de décarbonation de la société, sur les besoins futurs en infrastructure dédiée à l'hydrogène au sein de la région Benelux et les interconnexions avec les régions voisines qui sera finalisée prochainement.

2.4.3 Intégration du marché

Du point de vue luxembourgeois, l'achèvement du marché intérieur de l'énergie reste 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.

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 PaysBas, 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, y compris pour de nouveaux types d'offres tels que des prix dynamiques.

Le Luxembourg a remplacé 98 % des compteurs d'électricité par des compteurs intelligents. Cette nouvelle donne permet et permettra d'améliorer l'intégration des marchés des consommateurs actifs, que ce soit à travers une production décentralisée ou une participation active à des marchés flexibles à définir, par de l'autoconsommation individuelle ou collective de l'électricité produite soi-même ou par la participation dans des communautés énergétiques.

Afin d'améliorer l'intégration des marchés des énergies renouvelables, le Luxembourg avait déjà converti une partie de son régime d'aides en une prime de marché glissante. D'autre part l'autoconsommation est promue par des aides à l'investissement conséquents en contrepartie au renoncement des primes d'injection.

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, le gestionnaire de réseau gazier belge Fluxys et Creos ont réuni en 2015 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. Ce marché commun permet en outre aux entreprises de pouvoir recourir pour leur approvisionnement à un marché plus concurrentiel et fluide.

Le marché de l'hydrogène n'existant pas encore à la même échelle que les autres marchés de l'énergie, le développement d'un tel marché sera accompagné activement et l'intégration du Luxembourg dans un tel marché européen sera promue en vue de la transition de l'économie vers une économie décarbonnée.

2.4.4 Précarité énergétique

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 (« Klimabonus ») sont 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 renouvelables devra également devenir abordable pour les personnes à faible revenu. Une « prime de remplacement d'une chaudière alimentée en mazout » permet notamment de simplifier la transition sur le plan technique et financier. Certains programmes d'aides sont renforcés par l'aide au logement pour les personnes à revenus moindres (« Topup social Klimabonus »).

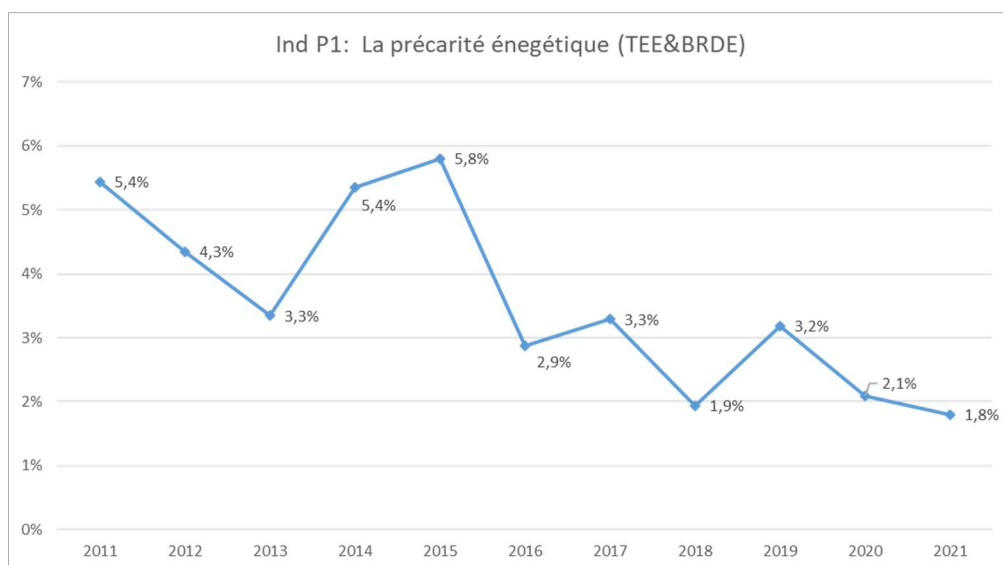
Il convient également de souligner que l'Allocation de vie chère déjà existante permet aussi de lutter contre la précarité énergétique. De plus, les ménages à faible revenu peuvent bénéficier de l'aide au logement de l'État en cas d'augmentation du loyer. Notons aussi que la législation actuelle en matière d'aide sociale stipule que toute personne remplissant les conditions d'éligibilité à l'aide sociale a droit à un approvisionnement minimum en énergie domestique dans des conditions spécifiées, si elle n'est pas en mesure de couvrir le coût de son énergie domestique.

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.

Le Luxembourg a défini un indicateur national pour la quantification et le suivi de l'évolution de la précarité énergétique : l'indicateur combiné TEE&BRDE, qui permet d'écarter les situations de gaspillage énergétique et les situations où le taux d'effort est acceptable ainsi que de tenir compte du niveau de pauvreté des ménages.

(Remarque : l'indicateur du Taux d'effort énergétique (TEE) n'a pas été retenu seul car il n'est pas spécifique à la question de la précarité énergétique mais peut inclure des situations de gaspillage énergétique et l'indicateur Bas Revenus – Dépenses élevées (BRDE) n'a pas été retenu seul car il inclut des ménages avec un taux d'effort jugé comme acceptable (à savoir supérieur au seuil TEE).)

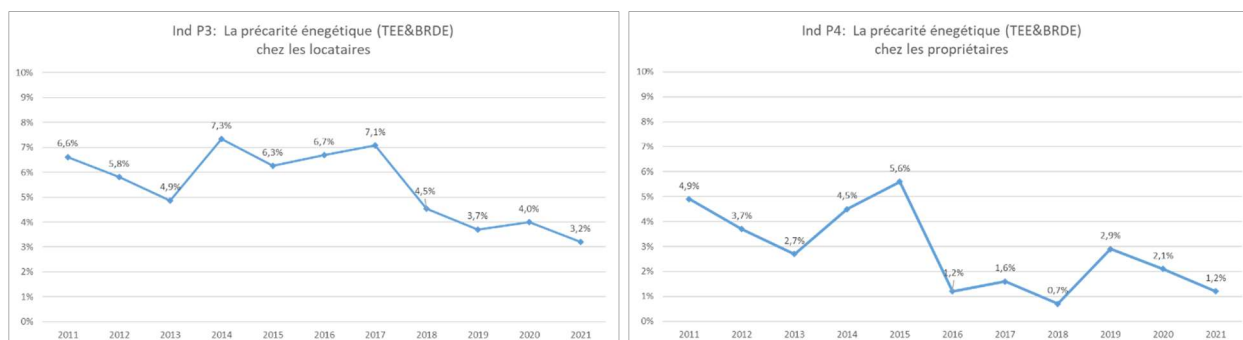
Figure 16 : Indicateur P1 combiné TEE&BRDE



Source : STATEC

L'indicateur principal P1 est complété par deux indicateurs supplémentaires : l'indicateur P3 identifiant la précarité énergétique des locataires et l'indicateur P4 identifiant la précarité énergétique des propriétaires.

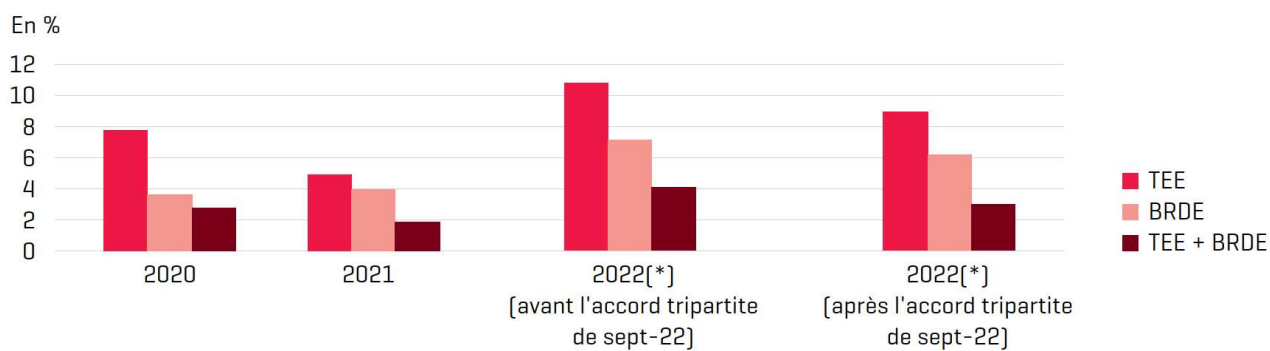
Figure 17 : Indicateurs P3 (locataires) et P4 (propriétaires)



Source : STATEC

Compte tenu des prévisions pour 2022 et 2023 du prix de l'énergie et de l'indexation des revenus des ménages, les prévisions pour la précarité énergétique en 2022 montrent une forte augmentation du TEE et du BRDE. Sous les deux indicateurs TEE et BRDE, sans les mesures tripartites récentes, 4.1% des ménages résidant au Luxembourg tomberaient dans la précarité énergétique en 2022 (estimation dépendante de nombreux facteurs tels que les efforts d'économie d'énergie des ménages). En tenant compte de toutes les mesures retenues lors des négociations tripartites de septembre 2022, ce chiffre se réduit à 3.0%.

Figure 18 : Précarité énergétique en 2020, 2021 et prévision pour 2022



[*] prévision jusqu'à juin 2022

Source : STATEC

2.5 Dimension "recherche, innovation et compétitivité"

2.5.1 Introduction

La transition des modes de production et de vie actuels, très consommateurs en ressources et en énergie (fossile), vers une société et économie compatible avec les objectifs climatiques de Paris demande des transformations systémiques fondamentales dans la gestion des stocks et des flux de ressources, y inclus les ressources énergétiques. Ces transformations devront s'appliquer à de multiples niveaux, en commençant par les comportements et habitudes des personnes, les choix d'investissement et de consommation individuels et collectifs jusqu'aux innovations technologiques, afin d'éliminer les émissions de GES, voire de résorber de l'atmosphère une certaine quantité de ces émissions de GES anthropogènes accumulées depuis le début de l'ère industriel, avec comme but ultime la préservation des cycles biogéochimiques et des services écosystémiques qui garantissent la survie et le bien-être humain.

Les disciplines scientifiques et technologiques impactées pour produire et appliquer les connaissances nécessaires à ces transformations systémiques sont par conséquent multiples. Les problèmes à résoudre sont en partie intrinsèquement inter- ou transdisciplinaires nécessitant des collaborations étroites entre acteurs de la RDI (recherche, développement et innovation) publics et privés pour apporter des solutions. Il s'ensuit que la gouvernance publique de la RDI doit également adopter une vue holistique interdisciplinaire, fixer des priorités RDI et fournir les bonnes incitations pour contribuer de manière adéquate aux objectifs ambitieux de la neutralité climatique d'ici 2050.

2.5.2 Stratégies et objectifs thématiques

La « Stratégie nationale de la recherche et de l'innovation pour le Luxembourg » du Ministère de l'Enseignement supérieur de la Recherche (MESR)¹² prévoit d'ores et déjà des instruments pour favoriser une recherche orientée par une mission sociétale et supporter le développement et d'implémentation de politiques (« policy support »), avec les éléments suivants identifiés comme cruciaux :

1. *« une gouvernance, des infrastructures et des politiques coordonnées; »*
2. *« un cadre réglementaire et des instruments de financement qui permettent à la recherche d'être un moteur de l'innovation dans l'industrie, les services et le secteur public; et »*
3. *« un ancrage de la science dans la société. »*

Elle identifie également 4 domaines prioritaires de recherche interdisciplinaire pour préparer le Luxembourg aux défis futurs, dont trois sont essentiels pour la transition énergétique, notamment (domaine 1) la « transformation industrielle et des services », (domaine 3) le « développement durable et responsable » et (domaine 4) « l'éducation du 21^{ème} siècle »¹³. Ainsi le domaine 1 inclut des thématiques de digitalisation, modélisation ou encore les sciences et technologies des matériaux. Le domaine 3 mentionne explicitement le **changement climatique avec l'efficacité énergétique et la gestion intelligente de l'énergie**, mais aussi le développement économique et social avec p.ex. **la finance verte et durable**, un levier incontournable pour la transition énergétique. Le domaine 4, enfin, veut p.ex. promouvoir des méthodes d'apprentissage pour développer les compétences nécessaires aux transformations systémiques, applicables aussi dans le contexte de la transition énergétique.

Ces priorités de recherche et les instruments de support sont détaillés davantage dans le document stratégique du Fonds National de la Recherche (FNR) et du MESR, intitulé « **Priorités Nationales de Recherche**

¹² National Research and Innovation Strategy for Luxembourg. Ministry of Higher Education and Research, 2020

¹³ Le lien avec le domaine 2 de la stratégie, la « santé personnalisée », est moins évident.

pour le Luxembourg en 2020 et au-delà »¹⁴. Créé en 1999, le FNR était d'abord dédié à financer les acteurs de la recherche publique, mais entretemps un éventail d'instruments est en place pour supporter des collaborations publiques-privées et donc aussi de la recherche industrielle, ainsi que des activités de recherche avec des institutions publiques, pour le soutien au développement et d'implémentation de politiques. Le FNR coordonne également les programmes de recherche nationaux avec des programmes régionaux, européens et internationaux, de manière bilatérale et multilatérale¹⁵. Une bonne intégration de l'écosystème de la recherche luxembourgeois dans un contexte international est cruciale, vu les ressources et capacités limitées du pays. Les acteurs nationaux peuvent ainsi profiter de collaborations, d'échanges et de financement étrangers. D'un autre côté la taille réduite et la souveraineté permettent au Luxembourg de jouer le rôle de terrain d'expérimentation « européen » pour des projets d'envergure dans les limites nationales et au-delà des frontières, avec un accès simultané aux contextes réglementaires et socio-économiques allemand, français et belge. Le Luxembourg peut également se prévaloir de la présence et du rayonnement d'institutions européennes clés pour la transition énergétique tels que la Banque Européenne d'Investissement (BEI) avec sa feuille de route de la banque du climat¹⁶, ou la Cour de Justice de l'Union Européenne. En effet le cadre réglementaire et juridique est un levier de 1^{ère} importance pour la transition énergétique et de l'action climatique.

Les acteurs privés, petites, moyennes et grandes entreprises sont soutenus dans leurs activités de RDI par le Ministère de l'Économie et des lignes budgétaires dédiées. En plus des financements, les entreprises sont conseillées dans leurs démarches (accès à des moyens de financement nationaux et européens, recherche de partenaires, création d'entreprises, etc.) par l'agence nationale de l'innovation Luxinnovation. La mise en réseau se fait à travers les clusters d'innovation, animés par Luxinnovation, qui contribuent du point de vue thématique également à la transition énergétique, notamment les clusters « Materials & Manufacturing », « CleanTech », « Automobility » ou « Wood »¹⁷. 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) y sont traités, mais aussi des développements technologiques pour la production d'énergies renouvelables (PV), le stockage (hydrogène) ou des matériaux de construction à faible empreinte carbone. Luxinnovation, l'Université du Luxembourg et LuxProvide gèrent conjointement le Centre national de compétences en calcul haute performance (HPC) du Luxembourg. Sa mission est de promouvoir l'utilisation du HPC lié au calcul, à l'analyse de données ou à l'intelligence artificielle par l'industrie - en particulier les PME - le monde universitaire et l'administration publique. Une thématique phare des acteurs de la recherche facilitée par ces technologies de pointe est le « nation twin » du Luxembourg, notamment pour les systèmes énergétiques.

La « Stratégie nationale à long terme en matière d'action climat », adoptée par le Conseil de gouvernement luxembourgeois à l'occasion de la COP26 à Glasgow¹⁸ reconnaît également l'importance cruciale de la RDI et le rôle précurseur potentiel du Luxembourg : « *Tout en tirant parti de la recherche et de l'innovation au niveau européen et mondial, le Luxembourg est amené à consolider et intensifier ses efforts en la matière pour servir la mise en œuvre de la transition dans le contexte national. Ceci implique un soutien public ciblé, un fort*

¹⁴ National Research Priorities for Luxembourg in 2020 and beyond. Fonds National de la Recherche (FNR), Ministère de l'Enseignement supérieur de la Recherche, 2019

¹⁵ International Cooperation Opportunities | FNR – Luxembourg National Research Fund (<https://www.fnr.lu/international-cooperation-opportunities/>)

¹⁶ Feuille de route de la banque du climat (<https://www.eib.org/fr/about/priorities/climate-action/cbr/index.htm>)

¹⁷ Luxembourg Cluster Initiative (<https://www.luxinnovation.lu/innovate-in-luxembourg/luxembourg-cluster-initiative/>)

¹⁸ Vers la neutralité climatique en 2050" – adoption de la Stratégie nationale à long terme en matière d'action climat - gouvernement.lu // Le gouvernement luxembourgeois https://gouvernement.lu/fr/actualites/toutes_actualites/communiqués/2021/10-octobre/29-strategie-nationale-action-climat.html

engagement entrepreneurial et la mobilisation de l'ensemble du système d'innovation, englobant les centres de recherche publics LIST et LISER ainsi que l'Université du Luxembourg, Luxinnovation et ses clusters d'innovation comme le Luxembourg CleanTech Cluster et les centres de recherche et d'innovation privés. La taille restreinte du Luxembourg lui permet le déploiement rapide et la démonstration de technologies et d'innovations clés et de jouer ainsi un rôle de pionnier à l'échelle d'un pays ». Les stratégies, mesures et activités RDI décrites dans ce chapitre sont primordiales pour l'atteinte de la neutralité climatique d'ici 2050 et méritent d'être considérablement renforcées.

2.5.3 Objectifs de financement de la RDI

Une RDI performante demande des financements conséquents et le Luxembourg s'est fixé des objectifs ambitieux en terme de budgets RDI. Ainsi le MESR stipule dans la stratégie nationale de la recherche et de l'innovation pour le Luxembourg : « Conformément aux objectifs de la stratégie Europe 2020 et au programme gouvernemental 2018-2023, le gouvernement veillera à porter les investissements publics dans la recherche et le développement à 1% du PIB. Cet objectif de 1% inclura les dépenses publiques dans le secteur public et le secteur privé, étant entendu que les dépenses dans le secteur public devraient atteindre 0,8% du PIB ».

Ces intentions se sont traduites notamment par une augmentation de 300 millions d'euros de la dotation de l'État accordée pour les années 2022 à 2025 aux acteurs publics de la RDI en comparaison à la période 2018-2021, portant la dotation globale à 1,67 milliard d'euros sur cette nouvelle période¹⁹. Le contrat de performance de Luxinnovation prévoit pour la même période une contribution étatique de 50 millions d'euros²⁰, notamment pour informer et guider les organisations luxembourgeoises publiques et privées vers des financements nationaux et européens pour leurs activités de R&D et d'innovation. Ces efforts se sont traduits par l'allocation d'aides étatiques d'un ordre de grandeur de 900 millions d'euros aux entreprises entre 2018 et 2022, ceci sous différentes formes²¹ (voir aussi Mesure N° 518).

Il importe cependant de noter qu'une estimation précise des financements en lien avec les thématiques clés du PNEC n'est pas possible à l'heure actuelle, en partie à cause de l'éventail thématique très vaste mais en partie aussi faute d'indicateurs de mesure en place. Le MESR compte cependant mettre ce référentiel de suivi en place, notamment à travers les contrats de performance des acteurs RDI publics. Ce suivi devra comprendre non seulement les financements nationaux mais également les financements européens comme le programme « Horizon Europe », les programmes de coopération territoriale européenne (Interreg) ou encore les fonds structurels européens, dont les axes stratégiques ou prioritaires permettent d'identifier plus facilement les projets RDI en lien avec le PNEC. Une mesure du PNEC (N° 104) fait d'ailleurs explicitement référence au Fonds pour une transition juste (FTJ) repris sous le programme FEDER et le PNEC compte renforcer le co-financement et la coordination d'activités RDI en lien avec les thématiques du PNEC à travers le Fonds Climat Energie (voir mesure N° 103 et mesure au chapitre 3.5). Enfin, il est important de mentionner que des opérateurs du secteur de l'énergie tels que Encevo ou encore Sudstrom soutiennent également des projets RDI à travers des fonds dédiés, telle que la Fondation Enovos²².

¹⁹ Programme national de réforme du Grand-Duché de Luxembourg dans le cadre du semestre européen 2023 (<https://gouvernement.lu/dam-assets/documents/actualites/2023/04-avril/28-pnr/20230428-pnr-2023-luxembourg-final.pdf>)

²⁰ Convention-Luxinnovation Contrat de performance 5 / 2022-2025 (<https://mesr.gouvernement.lu/dam-assets/documents/conventions-pluriannuelles-et-contrats-d-etablissements/CONVENTION-LUXINNOVATION-CONTRAT-DE-PERFORMANCE-5-2022-2025.pdf>)

²¹ Près d'un milliard d'euros d'aides étatiques aux entreprises en cinq ans (<https://www.luxinnovation.eu/fr/news/pres-dun-milliard-deuros-daides-etatiques-aux-entreprises-en-cinq-ans/>)

²² Accueil - Fondation Enovos (<https://www.fondation-enovos.lu/fr/>)

2.5.4 Exemples d'activités RDI publiques et privées en lien avec la transition énergétique et l'action climat

Les moyens mis à disposition et les orientations stratégiques de la gouvernance ont permis aux acteurs de la RDI publics et privés d'orienter leurs activités vers des thématiques clés de la transition énergétique et de se fixer des objectifs propres. L'encart ci-dessous reprend des exemples d'activités, sans prétendre à une complétude quelconque vu l'amplitude des contributions possibles par différentes disciplines scientifiques et technologiques. Les exemples illustrent cependant aussi les objectifs technologiques prioritaires, notamment la production et le stockage d'énergies renouvelables avec un accent sur le photovoltaïque et l'hydrogène vert ainsi que la mise en place et la gestion de réseau d'électricité intelligents. La réduction de l'impact carbone de matériaux de construction est une autre thématique phare. S'y rajoutent des thématiques transverses telles que le monitoring, l'aménagement territorial ou encore la finance verte.

En fonction des acteurs, les activités se situent en plus à des niveaux différents de TRL (« technology readiness level ») ou encore en amont ou en aval de chaînes de valeur complexes, dont le Luxembourg ne couvre qu'une petite partie. Leurs impacts concrets sur la transition énergétique sont cependant difficiles à quantifier, voire impossibles à modéliser, même si des indicateurs existent pour mesurer les outputs de la recherche, telles que publications scientifiques ou brevets technologiques.

ENCART : Liste d'activités RDI au Luxembourg en lien avec la transition énergétique, visant à illustrer la vaste panoplie de thématiques et la nécessité de mobiliser des compétences multi-disciplinaires :

- Développement de matériaux innovants et de technologies pour la production d'énergies renouvelables, p.ex. au laboratoire de photovoltaïque de l'Université du Luxembourg²³ ou encore la production et l'utilisation d'hydrogène vert, p.ex. au niveau de la chaire Paul Wurth à l'Université du Luxembourg²⁴ ou au département des matériaux du « Luxembourg Institute of Science and Technology » (LIST)²⁵.
- Recherche sur le développement des bioénergies ou la récupération de substances utiles des flux d'eaux usées ou de biodéchets, notamment pour la production d'énergie, p.ex. par l'unité « Environmental and Industrial Biotechnologies » du LIST²⁶ ou par les ingénieurs de l'Université du Luxembourg dans le cadre du projet Interreg WOW²⁷.
- Développement de solutions techniques et informatiques pour les réseaux d'énergie intelligents, efficaces et sécurisés, avec des applications pour la mobilité ou l'immobilier, p.ex. par l'unité « Intelligent Clean Energy Systems » (ICES) du LIST²⁸ ou par le « SnT - Interdisciplinary Centre for Security, Reliability and Trust » de l'Université du Luxembourg²⁹.
- Recherche sur la construction durable et l'économie circulaire au niveau du bâtiment, visant à utiliser des matériaux durables, à optimiser le processus de construction et de déconstruction afin de favoriser le recyclage et la réutilisation des matériaux et à conserver l'énergie grise, p.ex. par la

²³ Photovoltaics (<https://www.uni.lu/research/fstm/dphym/research/photovoltaics>)

²⁴ Prof. Ladewig appointed to Paul Wurth Energy Process Engineering Chair (https://www.uni.lu/university/news/slideshow/prof_ladewig_appointed_to_paul_wurth_energy_process_engineering_chair)

²⁵ Towards new materials for hydrogen production | LIST (<https://www.list.lu/en/news/towards-new-materials-for-hydrogen-production/>)

²⁶ Environmental and Industrial Biotechnologies | LIST (<https://www.list.lu/en/environment/environmental-and-industrial-biotechnologies/>)

²⁷ WOW! - Wider business Opportunities for raw materials from Wastewater | Interreg NWE (<https://www.nweurope.eu/projects/project-search/wow-wider-business-opportunities-for-raw-materials-from-wastewater/>)

²⁸ Intelligent Clean Energy Systems | LIST (<https://www.list.lu/en/environment/intelligent-clean-energy-systems/>)

²⁹ SnT (<https://wwwfr.uni.lu/snt>)

chaire ArcelorMittal de l'Université³⁰ ou par l'unité de recherche SUSTAIN du LIST³¹. La digitalisation (Building Information Modelling – BIM) est un outil incontournable pour la mise en œuvre de ces concepts, et les sciences des TIC contribuent donc également à la construction durable.

- Mise au point de méthodes et de technologies pour le suivi permanent des effets du changement climatique et modélisation de scénarios permettant de s'adapter au mieux à un environnement changeant, p.ex par l'unité « Environmental Sensing and Modelling » du LIST³². Une attention particulière est portée aux activités agricoles et forestières, mais également à la prévention des événements extrêmes ou à la disponibilité de l'eau³³.
- Développement d'approches alternatives d'aménagement du territoire et d'urbanisme, moins consommatrices en énergie et en ressources, car mieux structurées et organisées, comme p.ex. dans le cadre du projet « Luxembourg in Transition – Visions territoriales pour le futur décarboné et résilient de la région fonctionnelle luxembourgeoise » avec la participation d'équipes de l'Université du Luxembourg et du LIST³⁴.
- Programme de recherche en finance durable mis en œuvre par la Chaire en finance durable à l'Université du Luxembourg, couvrant des sujets divers tels que la divulgation et l'information financière ESG (environnementales, sociales et de gouvernance d'entreprise), la mesure du risque carbone et la gestion des fonds communs de placement, ou le risque et le rendement de l'activisme des investisseurs ESG³⁵.
- Recherche sur les comportements durables » : aspects sociologiques autour de l'émergence de modes de vie « climat positif » et conséquences sociales de l'évolution de la transition énergétique par les équipes du LISER³⁶, mais p.ex. aussi par l'Université du Luxembourg et le LIST en collaboration avec Encevo sur les comportements des utilisateurs³⁷.

Les activités RDI ne sont bien sûr pas limitées aux acteurs publics de la recherche. Le Luxembourg a également vu naître, au-delà des entreprises innovantes existantes, toute une série de startups et de PME actives dans le domaine des technologies propres abordant des sujets de la transition énergétique, tels que la production d'énergies renouvelables et le stockage, la mobilité et l'immobilier « intelligent » ou encore une gestion responsable des ressources à travers les principes de l'économie circulaire. Différents acteurs, voire secteurs, se sont également fixés des objectifs d'innovation pour la transition énergétique et se sont dotés de structures RDI, comme p.ex. le pôle d'innovation Neobuild³⁸ (créé pour le secteur de la construction par le « Conseil pour

³⁰ ArcelorMittal Chair of Steel Construction

(https://www.fr.uni.lu/recherche/fstm/arcelormittal_chair_of_steel_construction)

³¹ Environmental Sustainability Assessment and Circularity | LIST (<https://www.list.lu/en/environment/environmental-sustainability-assessment-and-circularity/>)

³² Environmental Sensing and Modelling | LIST (<https://www.list.lu/en/environment/environmental-sensing-and-modelling/>)

³³ Observatory for Climate, Environment and Biodiversity | LIST (<https://www.list.lu/en/institute/rd-infrastructures/observatory-for-climate-environment-and-biodiversity/>)

³⁴ Luxembourg in Transition (<https://luxembourginttransition.lu/>)

³⁵ Une chaire en finance durable pour l'enseignement et la recherche

(https://www.fr.uni.lu/recherche/highlights/une_chaire_en_finance_durable_pour_l_enseignement_et_la_recherche)

³⁶ Behavioural and experimental economics | LISER (<https://www.liser.lu/?type=module&id=219>) et Urban development and mobility | LISER (<https://www.liser.lu/?type=module&id=149>)

³⁷ Encevo Launches First Joint Research Projects with Uni.lu and LIST

(https://www.en.uni.lu/university/news/slideshow/encevo_launches_first_joint_research_projects_with_uni.lu_and_list)

³⁸ Accueil – Neobuild (<http://neobuild.lu/>)

le Développement Économique de la Construction - CDEC » et transformé en 2022 en GIE avec le concours du Ministère de l'Économie) ou encore Nexxtlab, avec la participation de CREOS³⁹.

³⁹ NEXXTLAB - We simplify energy transition (<https://www.nexxtlab.lu/>)

3 Politiques et mesures

Note concernant les implications budgétaires :

Les mesures contenues dans la mise à jour du 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 est 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 seront également pris en compte. Il est 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.

Les mesures contenues dans la mise à jour du 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 2024 et dans la planification pluriannuelle.

Il va sans dire que les nouvelles mesures ainsi que les mesures renforcées contenues dans la mise à jour du plan national intégré en matière d'énergie et de climat n'ont pas encore été incorporées dans le budget d'Etat et que celles-ci devront faire l'objet de la procédure budgétaire habituelle.

3.1 Dimension "décarbonation"

3.1.1 Emissions et absorptions de GES

3.1.1.1 Politiques et mesures transversales

Réussir la transition vers la neutralité climatique du Luxembourg d'ici 2050 au plus tard, tout en respectant les objectifs intermédiaires en 2030, demande une action engagée, diversifiée et ciblée. Cette action exige un cadre facilitateur solide pour le déploiement coordonné et efficace des politiques, stratégies et mesures sectorielles, à savoir :

- assurer une **gouvernance** efficace et la **participation** active de tous les acteurs de la transition :
 - Loi relative au climat (mesure 101)
 - Renforcement de la gouvernance climatique au sein de l'administration gouvernementale (mesure 102)
 - Réduire notre empreinte carbone basée sur la consommation (mesure 122)
 - Développement de statistiques, de modèles et d'indicateurs de suivi (mesure 123)
- fournir les incitations nécessaires par le biais de la **politique fiscale** :
 - Taxe CO₂ (mesure 105)
 - Incitations fiscales en faveur de la rénovation énergétique de logements (mesure 313)
 - Taxe d'immatriculation sur les véhicules routiers révisée (mesure 420)
 - Avantage fiscal révisé pour les voitures de fonction (mesure 421)
 - Modernisation de la bonification d'impôt pour les investissements effectués dans le cadre d'un projet de transition énergétique et écologique (mesure 519)
- consolider le **rôle précurseur de l'Etat et des communes** en développant les **marchés publics durables** :
 - Stratégie de décarbonation poursuivant l'objectif de la neutralité climatique de l'administration étatique dès 2040 (mesure 109)
 - Pacte Climat 2.0 avec les communes (mesure 106), Pacte Climat pour syndicats intercommunaux industriels (mesure 107), Pacte Nature avec les communes (mesure 108)
 - Rôle précurseur de l'Etat et des Communes en matière de bâtiments (mesures 319-321)
 - Décarbonation de chantiers de construction (mesure 323)
 - Electrification du parc automobile étatique (mesure 413), Electrification complète du réseau de bus RGTR jusqu'en 2030 (mesure 414)
- favoriser l'**engagement de la société** et étoffer le rôle clé de l'**éducation** et de la **formation** :
 - Formation professionnelle au niveau de l'enseignement secondaire dans le cadre de la transition énergétique et climatique (mesure 113), Formation d'une main d'œuvre qualifiée et suffisante dans le secteur des bâtiments (mesure 318)
 - Sensibilisation, information et conseil des citoyens promouvant le changement comportemental et cadre favorable à l'engagement citoyen (mesure 114), Sensibilisation, information, guides et services de conseil en matière de bâtiments (mesure 317), Sensibilisation, information et services de conseil en matière de sources d'énergie renouvelables (mesure 202), Sensibilisation, information et services de conseil en matière de mobilité (mesure 407)
 - Réduire notre empreinte carbone basée sur la consommation (mesure 122)
 - Entité nationale d'accompagnement de la rénovation énergétique, la décarbonation et la mise en œuvre d'installations photovoltaïques pour bâtiments résidentiels (mesure 327)
 - Mise à l'échelle de projets de transition énergétique et climatique (mesure 119)
- mobiliser la **recherche** et favoriser l'**innovation** :

- National Centre of Excellence in Research (NCER) pour la transition énergétique et l'action climat (mesure 115)
- Programme RDI stratégique pour la gouvernance de la transition énergétique et de l'action climat (mesure 116)
- Soutenir la mise en place de chaires de recherche et de partenariats public-privé ou public-public auprès de l'Université du Luxembourg et auprès des centres de recherche publics (mesure 117)
- exploiter la fonction coordinatrice intersectorielle de l'**aménagement territorial et urbain** :
 - Projet de PDAT2023: la réduction progressive de l'artificialisation du sol et la concentration du développement aux endroits les plus appropriés (mesure 110)
 - Ville du quart d'heure (mesure 111)

La réussite de la transition convoitée dépend par ailleurs de deux éléments clés : la mise en œuvre d'une transition juste et la mise à disposition d'un financement approprié.

Il faudra veiller à l'acceptation sociétale en mettant en œuvre une **transition juste** et socialement équitable. Une telle transition ne doit réduire ni le bien-être des citoyens, car elle repose sur la responsabilité du public de faciliter et de soutenir activement la transition, ni la compétitivité des entreprises, qui sont source de création de richesse et fonctionnent comme moteur de la transition. Dans le but d'aider les citoyens ainsi que les entreprises à réussir la transition et de soutenir les travailleurs à acquérir les compétences requises pour les emplois verts, la mise à jour du PNEC

- **consolide la redistribution sociale** des recettes de la taxe CO₂ (mesure 105) : Les recettes générées par la taxe CO₂ sont utilisées de façon équitable pour financer des mesures climatiques et de transition énergétique et des mesures de compensation sociales en faveur des ménages à faible revenu par
 - le crédit d'impôt climat, et
 - une augmentation de l'allocation de vie chère ;
- **renforce et élargit les régimes d'aides financières** :
 - Régimes d'aides Klimabonus Wunnen (mesures 307-309)
 - Régime d'aides « prêts climatiques » (mesure 310)
 - Top up social du régime d'aides Klimabonus Wunnen (mesure 311)
 - Régimes d'aides Klimabonus Mobilité (mesures 423-424)
 - Leasing social de voitures électriques (mesure 422)
 - Régimes d'aides en faveur des entreprises (mesure 515-519), Fit4Sustainability (mesure 513), SME Packages Sustainability (mesure 514)
 - Régime d'aides en faveur des entreprises investissant dans des infrastructures de charge pour véhicules électriques (mesure 425)
 - Régime d'aides en faveur de l'acquisition de véhicules utilitaires lourds à zéro émission (mesure 426)
 - Fonds pour une transition juste (mesure 104)
- **amplifie l'accompagnement et la formation** :
 - Entité nationale d'accompagnement de la rénovation énergétique, la décarbonation et la mise en œuvre d'installations photovoltaïques pour bâtiments résidentiels (mesure 327)
 - Assistance aux ménages en précarité énergétique (mesure 329)
 - Pacte climat pour les entreprises (PME) (Klimapakt fir Betriber) (mesure 511)
 - Accord volontaire relatif à la décarbonation et à l'amélioration de l'efficacité énergétique dans l'industrie (mesure 504)
 - Formation professionnelle au niveau de l'enseignement secondaire dans le cadre de la transition énergétique (mesure 113)

- Formation d'une main d'œuvre qualifiée et suffisante dans le secteur des bâtiments (mesure 318)

Conformément au règlement (UE) 2023/955 instituant un Fonds social pour le climat, chaque Etat membre devra établir un « **plan social pour le climat** » contenant un ensemble cohérent de mesures et d'investissements nationaux, existants ou nouveaux, visant à répondre aux effets de la tarification du carbone sur les ménages vulnérables, les microentreprises vulnérables et les usagers vulnérables des transports, L'élaboration de ce plan permettra d'approfondir, en concertation avec les partenaires sociaux, les analyses et les mesures en vue d'une transition juste. Notamment l'impact de la transition verte sur le marché du travail et l'emploi pourra être analysé de plus près en visant à identifier les emplois créés, perdus respectivement transformés au cours de la transition verte et à développer/compléter la stratégie nationale en matière de compétences et les formations nécessaires.

D'autre part, la transition vers la neutralité climatique exige des investissements publics et privés importants. Le défi financier consiste à **mobiliser les flux d'investissement** en faveur des priorités vertes en vue d'assurer la cohérence avec les objectifs climatiques. D'une part, le budget de l'Etat finance des **investissements publics croissants dans des infrastructures et projets clés liés** à la mobilité ou à l'énergie ou encore à **la décarbonation** générale de tous les secteurs économiques. D'autre part, les finances publiques doivent contribuer à **mobiliser les investissements privés** requis pour réussir la transition (voir notamment la mesure 103 « Fonds Climat et Energie » et la mesure 118 « Utiliser les outils de la finance durable et climatique pour décarboner »).

Pour atteindre les objectifs climatiques, il est important de souligner l'importance du **règlement (UE) 2020/852 du 18 juin 2020 (taxonomie)** qui établit un cadre de référence pour définir quelles activités économiques peuvent être considérées comme durables. Elle imposera aux grandes entreprises de déclarer la portion de leur activité qui est compatible avec la taxonomie, avec l'objectif d'orienter les flux financiers vers ces activités. Il s'agit d'un grand pas vers la décarbonation de la place financière, qui doit s'adapter à de nouvelles réglementations, plus transparentes et plus durables, et qui devrait conduire à des réductions d'émissions de GES tout au long de la chaîne d'approvisionnement.

Au Luxembourg, les **finances durables** comprennent toutes les mesures publiques ou privées qui visent à rendre les flux financiers compatibles avec un développement résilient aux changements climatiques et à la dégradation de l'environnement. Les finances durables tiennent aussi compte des aspects sociaux et de gouvernance. En général, on peut distinguer le **financement climatique international (FCI)** qui répond aux engagements internationaux en matière de financement climatique et de solidarité internationale, les politiques et mesures déployées par le Gouvernement afin de **mobiliser davantage de fonds privés et de rendre la place financière nationale plus durable**, ainsi que les **initiatives provenant du secteur privé ou encore de la société civile**.

En ce qui concerne le **FCI**, le Luxembourg est l'un des plus importants donateurs par tête d'habitant public au monde. Pour la période de 2021-2025, le Luxembourg a mis à disposition 220 millions d'euros pour l'atténuation, l'adaptation et autres mesures transversales pour les pays en développement. Les fonds FCI sont des fonds nouveaux et additionnels, mis à disposition par le Luxembourg en plus de son aide publique au développement qui équivaut à environ 1% du revenu national brut en 2022.

En même temps, il est important que les **investissements publics** constituent un **effet de levier pour d'autres sources de financement provenant du secteur privé**. C'est ainsi que l'appui à des modes de financement innovateurs est poursuivi.

Depuis 2016, en plus de sa contribution budgétaire volontaire, le Luxembourg a lancé plusieurs initiatives importantes dans le domaine de la finance climatique, en collaboration avec des partenaires du secteur financier, notamment la « LU-EIB Climate Finance Platform », une initiative conjointe avec la Banque

européenne d'investissement (BEI), qui a pour but de mobiliser des investissements dans des projets de lutte contre le changement climatique, l'« International Climate Finance Accelerator », une entité publique-privée qui offre un soutien financier et opérationnel aux futurs gestionnaires de fonds pour leur permettre de lancer de nouveaux fonds climatiques innovants, ou le « City Climate Finance Gap Fund », qui est un fonds fiduciaire pour l'action climatique dans les villes des pays en développement, pour ne citer que quelques exemples.

Dans le but de rendre sa place financière plus durable, une entité publique-privée, la « **Luxembourg Sustainable Finance Initiative (LSFI)** », a été créée en 2020, par les ministères compétents, regroupant les acteurs pertinents du domaine de la finance durable. En 2021, la LSFI a finalisé la stratégie nationale de la finance durable (« **Luxembourg Sustainable Finance Strategy** »), adoptée dans la suite par le Conseil de gouvernement. La LSFI est responsable pour la mise en œuvre de cette stratégie et sert en outre de plateforme de discussion concernant l'analyse de la faisabilité et de l'impact des mesures découlant des recommandations de la « **Luxembourg Sustainable Finance Roadmap (LSFR)** ». Pour pouvoir évaluer les progrès réalisés, un travail important doit être effectué dans le domaine du mesurage de l'impact. Une révision de la stratégie en 2024 sera nécessaire afin d'évaluer la pertinence de la stratégie et de l'approche gouvernementale pour atteindre les objectifs fixés.

Intitulé de la mesure	N° 101 Loi relative au climat	
Description	<p>La loi modifiée du 15 décembre 2020 relative au climat établit le cadre institutionnel et la gouvernance de la politique climatique au niveau national. Elle fixe les objectifs climatiques nationaux, à savoir l'objectif intermédiaire qui consiste à réduire les émissions de gaz à effet de serre attribuées au Luxembourg (au titre du règlement (UE) 2018/842) de 55% d'ici à 2030 par rapport à 2005 et l'objectif à long terme de la neutralité climatique d'ici 2050 au plus tard. Elle met en place des objectifs sectoriels dans les secteurs suivants : industries de l'énergie et manufacturières, construction ; transports ; bâtiments résidentiels et tertiaires ; agriculture et sylviculture ; traitement des déchets et des eaux usées. Le règlement grand-ducal du 22 juin 2022 détermine les allocations d'émissions annuelles des 5 secteurs pour la période allant jusqu'au 31 décembre 2030. En plus, la loi relative au climat instaure la Plateforme pour l'action climat et la transition énergétique ainsi que l'Observatoire de la politique climatique.</p> <p>Par ailleurs, la loi relative au climat établit le Fonds Climat et Energie et transpose en droit national la directive modifiée 2003/87/CE établissant un système d'échange de quotas d'émission de gaz à effet de serre dans l'Union européenne (SEQE).</p>	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2020	2050	
Entité(s) responsable(s)	MECDD	
Référence(s)	Loi modifiée du 15 décembre 2020 relative au climat; Règlement grand-ducal du 22 juin 2022 déterminant les allocations d'émissions de gaz à effet de serre annuelles	
Infos complémentaires	https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/loi/2020/12/15/a994/jo	

Intitulé de la mesure	N° 102 Renforcement de la gouvernance climatique au sein de l'administration gouvernementale	
Description	<p>La loi modifiée du 15 décembre 2020 relative au climat établit la base légale de la gouvernance climatique au niveau national, notamment en fixant les objectifs climatiques nationaux et sectoriels ainsi qu'en instaurant la Plateforme pour l'action climat et la transition énergétique et l'Observatoire de la politique climatique. Par ailleurs, le comité interministériel pour l'action climat institué sur décision du Conseil de gouvernement en date du 14 août 2020 est chargé de la coordination interministérielle de la politique climatique. Outre l'analyse du bilan annuel de la mise en œuvre des objectifs climatiques et la proposition de nouvelles mesures nécessaires pour la réalisation ces objectifs, une des missions confiées au comité est l'évaluation régulière de l'efficacité des mesures appliquées, tout en respectant les différentes compétences ministérielles.</p> <p>Le présent projet de mise à jour du PNEC est le fruit d'une intense collaboration interministérielle au sein du comité. La compilation et la description des mesures ont été préparées dans des groupes de travail thématiques par les experts des ministères représentés au sein du comité et de leurs administrations respectives. Un groupe de travail à part a accompagné les travaux confiés au STATEC en ce qui concerne la modélisation et les projections des émissions dans les différents secteurs.</p> <p>Fort de l'expérience acquise, la gouvernance climatique en général et la coopération interministérielle en particulier seront analysées et renforcées. Le développement planifié des statistiques et des modèles (mesure 123) servira notamment à améliorer l'évaluation régulière des mesures.</p>	
Type d'instrument	Planification	
Etat d'avancement	Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2024	n.a.	
Entité(s) responsable(s)	MECDD, tous les départements ministériels concernés	
Référence(s)	Loi modifiée du 15 décembre 2020 relative au climat	
Infos complémentaires	https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/loi/2020/12/15/a994/jo	

Intitulé de la mesure	N° 103 Fonds Climat et Energie	
Description	<p>La loi modifiée du 15 décembre 2020 relative au climat établit le Fonds Climat et Energie. Le fonds a notamment pour objet de contribuer au financement des mesures nationales mises en œuvre pour lutter contre le changement climatique et des mesures dans les pays en développement.</p> <p>Il est alimenté par des dotations à charge du budget de l'Etat, une partie du droit d'accise autonome additionnel dénommé "taxe CO2", une partie du produit de la taxe sur les véhicules routiers, le produit de la vente de crédits d'émissions dans le cadre du système d'échange de quotas d'émission de gaz à effet de serre dans l'UE, etc.</p> <p>Afin de contrôler l'impact du financement, il sera procédé à des évaluations d'impact régulières.</p>	
Type d'instrument	Réglementaire, Economique	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2020	n.a.	
Entité(s) responsable(s)	MECDD	
Référence(s)	Loi modifiée du 15 décembre 2020 relative au climat	
Infos complémentaires	https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/loi/2020/12/15/a994/jo	

Intitulé de la mesure	N° 104 Fonds pour une transition juste	
Description	<p>Le Fonds pour une transition juste (FTJ), qui constitue un des piliers du Mécanisme pour une transition juste, est un nouvel instrument financier de la politique de cohésion de l'Union européenne. Son objectif principal est de cofinancer des projets à hauteur de 50 % pour soutenir les territoires les plus durement touchés par les effets négatifs de la transition vers une économie de l'Union neutre pour le climat à l'horizon 2050. Au Luxembourg, le FTJ sera mis en œuvre par le biais des programmes du FEDER et du FSE+ qui disposent chacun d'un axe prioritaire dédié au FTJ. La dotation nationale du Grand-Duché de Luxembourg relative au FTJ s'élève à un montant total d'environ 9,2 millions d'euros, dont environ 60 % des ressources sont allouées au programme du FEDER et environ 40 % au programme du FSE+. Tandis que le cadre opérationnel du FTJ est régi par les programmes du FEDER et du FSE+, son cadre stratégique est régi par le Plan territorial de transition juste pour le Luxembourg (PTTJ) qui est censé désigner le territoire d'intervention du FTJ ainsi que définir les secteurs en transformation, les objectifs de développement et les types d'opérations éligibles. Ce plan a été élaboré par le Département de l'aménagement du Ministère de l'Énergie et de l'Aménagement du territoire, en collaboration étroite avec le Ministère de l'Économie (en tant qu'autorité de gestion du FEDER) et le Ministère du Travail, de l'Emploi et de l'Économie sociale et solidaire (en tant qu'autorité de gestion du FSE+), et a été approuvé par la Commission européenne en décembre 2022. Afin de faire face aux défis de la transition dans les 11 communes de la région Sud, le PTTJ vise, premièrement, à atténuer les coûts de la modernisation des secteurs en transformation, à lutter contre la précarité énergétique et à faciliter la mobilité locale durable, et, deuxièmement, à soutenir les travailleurs touchés par la transition à travers la formation.</p>	
Type d'instrument	Economique	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2023	2029	
Entité(s) responsable(s)	MEA, MECO, MTEESS	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 105 Taxe CO₂
Description	<p>Depuis 2021, les carburants et combustibles fossiles sont soumis à la taxe CO₂. Les plafonds des taux de la taxe CO₂ sont fixés par la loi modifiée du 17 décembre 2010 fixant les droits d'accise et les taxes assimilées sur les produits énergétiques, l'électricité, les produits de tabacs manufacturés, l'alcool et les boissons alcooliques. Les taux annuels de la taxe CO₂ sont arrêtés par voie de règlement grand-ducal et correspondaient à 20 €/t CO₂ en 2021 et 25 €/t CO₂ en 2022. A partir du 1er janvier 2023, le taux équivaut à 30 €/t CO₂. Les recettes générées par la taxe CO₂ sont utilisées de façon équitable pour financer des mesures climatiques et de transition énergétique et des mesures de compensation sociales en faveur des ménages à faible revenu, comme le crédit d'impôt destiné aux deux quintiles inférieurs de revenus (Q1 et Q2) ainsi que l'augmentation de l'allocation de vie chère. Les activités couvertes par le système d'échange de quotas d'émission de gaz à effet de serre de l'UE sont exonérées de la taxe.</p> <p>Au vu des objectifs climatiques nationaux et sectoriels instaurés par la loi relative au climat, le prix du carbone continuera à être majoré annuellement de 5 €/t CO₂ pour atteindre en 2026 un niveau de 45 €/t CO₂, ce qui correspond au niveau de prix visé par le futur système d'échange de quotas d'émission de l'UE pour les bâtiments, le transport routier et les combustibles dans certains secteurs industriels, qui sera introduit en 2027. Comme les projections du STATEC montrent à ce stade que des augmentations annuelles de 5 €/t CO₂ resteront nécessaires pour respecter les budgets d'émission cumulés pour la période 2021-2030 dont dispose le Luxembourg, il est prévu que les dispositions relatives à l'évolution de la taxe CO₂ pour la période 2027-2030 soient réévaluées en 2026. Ces évolutions de la taxe CO₂ sont à considérer « on top » d'éventuelles mesures des Etats riverains, notamment à la suite de l'introduction du SEQE-2, qui pourraient le cas échéant influencer à nouveau le différentiel de prix des carburants routiers entre le Luxembourg et les régions voisines. Une augmentation de la taxe CO₂ de 5 € correspond à une augmentation du prix des carburants routiers de 1,1 à 1,2 centimes par litre.</p> <p>Les Etats membres pourront exempter les entités visées par l'extension du système d'échange de quotas d'émission sous condition qu'elles soient soumises à une taxe carbone au niveau national dont le niveau est égal ou supérieur au prix dans le nouveau système d'échange de quotas d'émission de l'UE.</p> <p>Le gouvernement étudiera en détail quel système sera le plus avantageux en termes de l'action climat et d'impacts sociaux. Par la suite, une décision sera prise par rapport au maintien ou non, au-delà de 2026, du système de la taxe CO₂ nationale. Le système actuel présente l'avantage manifeste que la moitié des revenus de la taxe CO₂ est dédiée à des mesures sociales d'atténuation destinées aux ménages les plus vulnérables. Le comité interministériel pour l'action climat suivra de près la mise en œuvre de la taxe CO₂, dont en particulier l'efficacité de la taxe par rapport aux objectifs sectoriels. Il fera un rapport trimestriel au Conseil de gouvernement.</p> <p>Le gouvernement maintient que les recettes générées par la taxe CO₂ continueront d'être affectées pour moitié à des mesures de protection du climat et de transition énergétique et pour l'autre moitié à des mesures de</p>

	compensation sociale pour les ménages à revenus modestes, dont une augmentation de l'allocation de vie chère et un crédit d'impôt intitulé « crédit d'impôt climat ». Pour l'année 2023, le taux de la taxe équivaut à 30 €/t CO ₂ avec un crédit d'impôt correspondant de 144 €. Après 2023, le montant du « crédit d'impôt climat » sera fixé chaque année de manière visible pour le citoyen à travers la loi concernant l'impôt sur le revenu et reflétera l'évolution de la taxe CO ₂ .	
Type d'instrument	Fiscal	
Etat d'avancement	Mise en œuvre, Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2021	n.a.	
Entité(s) responsable(s)	MFIN, MECDD, MEA	
Référence(s)	Règlement grand-ducal modifié du 17 décembre 2010 fixant les taux applicables en matière de droits d'accise autonomes sur les produits énergétiques	
Infos complémentaires	https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/rgd/2010/12/17/n1/jo	

Intitulé de la mesure	N° 106 Pacte Climat 2.0 avec les communes	
Description	<p>Grâce à leur engagement dans le cadre du Pacte Climat, les communes se rallient aux objectifs fixés par le plan gouvernemental et agissent activement en faveur de la protection du climat et de la transition énergétique. Sur base des expériences collectées et compte tenu des objectifs du Plan national intégré en matière d'énergie et de climat (PNEC), trois axes de développement ont été identifiés et déterminés pour le Pacte Climat 2.0 : la quantification par le biais d'indicateurs centralisés, l'amélioration du cadre de travail des communes et l'intégration plus conséquente des citoyens, entreprises ou autres acteurs locaux et régionaux.</p> <p>La gouvernance du Pacte Climat 2.0 a été renforcée en interne, notamment en confiant le suivi du programme EEA lors de la mise en œuvre de la politique générale de la commune directement à un membre du collège des bourgmestre et échevins. A l'avenir, les communes seront encouragées à élargir les missions des « Klimaschäffen » à des éléments liés à la transition juste.</p> <p>Par le biais d'un catalogue de 64 mesures, les communes sont orientées efficacement vers une politique durable dans les domaines de la transition énergétique, de la lutte contre le changement climatique, de l'économie circulaire, de la qualité de l'air, de l'adaptation au changement climatique ainsi que dans celui de la mobilité. Cet instrument comporte également des indicateurs clés quantitatifs spécifiques aux communes qui sont étroitement liés aux objectifs du PNEC. Le catalogue de mesures est régulièrement révisé pour tenir compte des objectifs nationaux et des évaluations régulières du programme.</p> <p>En contrepartie de leur engagement, les communes bénéficient de l'assistance d'un conseiller climat ainsi que de subventions de la part de l'État en fonction du niveau de certification obtenu. L'État met à disposition le cadre législatif, financier, technique et consultatif jusqu'au 31 décembre 2030. Klima-Agence est mandatée pour la mise en œuvre opérationnelle et le développement en continu du programme.</p> <p>Le Pacte Climat 2.0 encourage également la participation à des programmes au niveau européen tels que le « Covenant of Mayors » ou encore le « european green capital award », valorisant de manière internationale les efforts déployés au niveau local pour améliorer l'environnement, l'économie et la qualité de vie dans les villes.</p>	
Type d'instrument	Accord volontaire	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2021	2030	
Entité(s) responsable(s)	MECDD , Klima-Agence	

Référence(s)	Loi du 25 juin 2021 portant création d'un pacte climat 2.0 avec les communes
Infos complémentaires	https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/loi/2021/06/25/a482/jo

Intitulé de la mesure	N° 107 Pacte Climat pour syndicats intercommunaux industriels	
Description	<p>Le pacte climat pour syndicats intercommunaux industriels vise à soutenir les instances et services publics intervenant notamment dans le domaine de l'eau potable, de l'assainissement des eaux usées et dans la gestion des déchets à réduire les émissions de gaz à effet de serre liées à leurs activités.</p> <p>En ce qui concerne le secteur de l'assainissement des eaux usées, la révision de la directive 91/271/CEE relative au traitement des eaux urbaines résiduaires prévoit notamment l'atteinte de la neutralité énergétique en plusieurs étapes. Ainsi, le secteur de l'assainissement devra veiller à ce que l'énergie annuelle totale utilisée provienne de sources renouvelables et atteigne :</p> <ul style="list-style-type: none"> - 50 % à la fin de l'année 2030 - 75 % à la fin de l'année 2035 - 100 % à la fin de l'année 2040 <p>A l'instar de ce qui est prévu par la révision de la directive relative au traitement des eaux urbaines résiduaires, cette mesure du pacte climat soutiendra tous les autres syndicats intercommunaux industriels à atteindre progressivement la neutralité climatique. Cette mesure s'aligne donc également avec l'objectif d'atteindre la neutralité climatique pour toutes les administrations publiques jusqu'en 2040, tel que décidé par la Chambre des Députés.</p>	
Type d'instrument	Accord volontaire	
Etat d'avancement	Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
Entité(s) responsable(s)	MECDD, MEA, Klima-Agence	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 108 Pacte Nature avec les communes	
Description	<p>À l'instar du Pacte Climat, le Pacte Nature est un instrument destiné à promouvoir les initiatives communales et régionales visant à préserver et restaurer la biodiversité.</p> <p>Les communes sont des partenaires importants de l'État dans le domaine de la protection de la nature et des ressources naturelles. Par leurs décisions, elles peuvent contribuer de manière significative à l'amélioration de la situation des espaces naturels et de la biodiversité.</p> <p>Le Pacte Nature offre aux communes qui souhaitent lutter activement contre la perte de la biodiversité la possibilité de solliciter un soutien de l'État. En y adhérant, les communes s'engagent à mettre en œuvre le catalogue de mesures du Pacte Nature. Le catalogue comprend des mesures de protection de la nature dans les domaines suivants : « établissement et mise en œuvre d'une stratégie globale », « milieu urbain », « milieu des paysages ouverts », « milieu aquatique », « milieu forestier », et « communication et coopération ». Certaines mesures du Pacte Nature (comme p. ex. l'aménagement d'une végétation ligneuse et de plantations en milieu urbain ou bien la création de réserves forestières intégrales et d'îlots de vieillissement) montrent un potentiel important de séquestration de carbone.</p> <p>En contrepartie de l'engagement des communes, l'État accorde une subvention de fonctionnement aux communes participantes et couvre les coûts des conseillers Pacte Nature. L'État met à disposition le cadre législatif, financier, technique et consultatif jusqu'au 31 décembre 2030.</p>	
Type d'instrument	Accord volontaire	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2021	2030	
Entité(s) responsable(s)	MECDD , Klima-Agence	
Référence(s)	Loi du 30 juillet 2021 portant création d'un pacte nature avec les communes	
Infos complémentaires	https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/loi/2021/07/30/a595/jo	

Intitulé de la mesure	N° 109 Stratégie de décarbonation poursuivant l'objectif de la neutralité climatique de l'administration étatique dès 2040	
Description	<p>En vue de montrer le bon exemple dans la lutte contre le dérèglement climatique, une stratégie de décarbonation de l'administration étatique sera élaborée en coopération avec tous les acteurs concernés. La stratégie visera l'objectif de la neutralité climatique de l'administration étatique dès 2040 et couvrira notamment le parc immobilier, le parc automobile et les marchés publics en général de l'Etat et des établissements publics. Elle abordera l'organisation et les moyens nécessaires à sa mise en œuvre et comprendra un calendrier indicatif. Une communication régulière sera organisée autour de l'implémentation de la stratégie et de la réalisation de projets phares.</p> <p>Le Pacte Climat avec les communes incitera les administrations communales à poursuivre des efforts similaires.</p>	
Type d'instrument	Planification	
Etat d'avancement	Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2024	2040	
Entité(s) responsable(s)	MMTP, ABP, MEA, MECDD, MINT, Fonds Belval, Fonds d'urbanisation et d'aménagement du Kirchberg	
Référence(s)	Motion 3513 au sujet de la neutralité climatique au sein de l'administration publique au plus tard à l'horizon 2040, adoptée à la Chambre des Députés en date du 29 avril 2021	
Infos complémentaires	https://www.chd.lu/fr/motion_resolution/3513	

Intitulé de la mesure	N° 110 Projet de PDAT2023: la réduction progressive de l'artificialisation du sol et la concentration du développement aux endroits les plus appropriés	
Description	Parmi les objectifs politiques du projet de PDAT2023, les deux premiers ont un impact majeur sur la réduction des émissions de CO ₂ : la réduction progressive de l'artificialisation du sol et la concentration du développement aux endroits les plus appropriés. Le premier objectif vise la réduction de l'artificialisation du sol pour tendre vers zéro en 2050, justement pour préserver les terres agricoles et forestières entre autres pour leurs capacités d'absorption de CO ₂ . Combiné à un développement multifonctionnel tout en préservant et en développant le maillage vert intraurbain, la concentration du développement permet une importante réduction des besoins en déplacement motorisés et une augmentation de la qualité de vie. En outre, cette approche limite le développement urbain diffus, coûteux et néfaste pour la qualité paysagère. Finalement, une planification infrastructurelle anticipative est possible étant donné que l'on connaît les endroits où les développements urbains seront réalisés.	
Type d'instrument	Planification	
Etat d'avancement	Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2023	n.a.	
Entité(s) responsable(s)	MEA	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 111 Ville du quart d'heure	
Description	<p>Le concept de la « Ville du quart d’heure », qui vise à mettre à disposition les services essentiels nécessaires à la vie à une distance d’un quart d’heure à pied ou à vélo du lieu de résidence, est actuellement en train d’être appliqué dans de grandes métropoles telles que Paris, Copenhague, Milan ou encore Dublin.</p> <p>Le projet de PDAT2023 prévoit la déclinaison de ce concept dans les trois grandes agglomérations luxembourgeoises, la Nordstad, l’Agglo-Centre et la Région Sud. En effet dans le cadre de la pandémie Covid, l’importance de la proximité de tels services a encore été accentuée et il s’avère donc nécessaire de planifier les villes en tenant compte de la proximité et de l’accessibilité des services. La mise en œuvre de ce concept requiert certaines densités (masse critique) mais également un aménagement multifonctionnel de l’espace.</p>	
Type d’instrument	Planification	
Etat d’avancement		
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2024		
Entité(s) responsable(s)	MEA, MINT, MMTP, Communes	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 112 Projets « Ceinture verte autour de l'agglomération de Luxembourg-Ville » et « Zone verte interurbaine » issus de la consultation internationale « Luxembourg in Transition »	
Description	Organisée entre septembre 2020 et février 2022, la Consultation internationale « Luxembourg in Transition » était un processus qui réunissait plusieurs équipes internationales composées de spécialistes en la matière pour développer des projets qui permettaient de réaliser la transition écologique du territoire fonctionnel luxembourgeois à l'horizon 2050. Véritable laboratoire d'idées « out of the box », la consultation a permis un foisonnement d'idées censées inspirer les politiques sectorielles mais aussi sensibiliser les citoyens d'adapter leurs comportements. Parmi les idées produites, deux idées sont déjà en train d'être implémentées : « Ceinture verte autour de l'agglomération de Luxembourg-Ville » et la « Zone verte interurbaine ». Le premier vise à développer une ceinture verte, naturelle et agroalimentaire autour de la capitale servant ainsi plusieurs objectifs dont notamment la récréation, le développement des infrastructures vertes et la promotion de la consommation locale. Le deuxième projet se concentre sur l'espace entre les agglomérations de Luxembourg-Ville et de la Région Sud et vise la préservation des qualités paysagères de ces espaces tout en favorisant le développement de l'agroalimentaire. Les deux projets sont également inscrits dans le projet de PDAT2023 en raison de leur concordance avec les deux premiers objectifs politiques.	
Type d'instrument	Planification	
Etat d'avancement	Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
Entité(s) responsable(s)	MEA	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 113 Formation professionnelle au niveau de l'enseignement secondaire dans le cadre de la transition énergétique et climatique
Description	<p>La transition énergétique et climatique repose en grande partie sur des mesures technologiques. Dans ce contexte la disponibilité d'une main d'œuvre qualifiée est essentielle et représente actuellement l'un des plus grands défis à relever pour la mise à disposition des moyens nécessaires pour atteindre les objectifs climatiques.</p> <p>L'orientation vers la formation professionnelle se fait à la fin de la classe de 5e (3e année de l'enseignement secondaire général) sur avis du conseil de classe, en fonction des résultats scolaires et des intérêts de l'élève. Il existe trois voies de formation menant aux certifications suivantes : le certificat de capacité professionnelle (CCP), le diplôme d'aptitude professionnelle (DAP) et le diplôme de technicien (DT).</p> <p>Afin de garantir une adéquation entre les programmes scolaires, les contenus des cours et les défis en lien avec les compétences requises dans le cadre de la transition énergétique et climatique, les programmes sont développés et mis à jour par les équipes curriculaires, en partenariat avec les représentants des chambres professionnelles, la chambre des salariés, et des représentants sectoriels des entreprises formatrices. L'évaluation systématique et régulière des programmes en concertation avec les représentants des chambres professionnelles dans le cadre du Groupe de pilotage à la formation professionnelle permet de définir les besoins de mise à jour et les objectifs stratégiques. Dans ce cadre, l'expression de la demande de compétences pour la transition énergétique et climatique a mené à l'introduction à court terme de nouveaux programmes (DT Smart Technologies dont les spécialisations « Smart Buildings and Energies », « Smart Energy » « Énergies Renouvelables ») ainsi que l'introduction de certifications supplémentaires dans le cadre des diplômes de la formation initiale, p.ex. manipulation des unités de réfrigération contenant des gaz à effet de serre fluorés (« Kälteschein »).</p> <p>En général, il s'agit d'étendre l'offre de formation dans le domaine du développement durable, afin de combler, du moins en partie, le besoin en compétences et de main-d'œuvre qualifiée dans les secteurs liés à la transition écologique et d'élargir l'offre de programmes de formations continues (« upskilling ») pour toute personne souhaitant se former ou approfondir ses compétences en matière d'énergie et de climat.</p> <p>Il est aussi impératif d'introduire des programmes de reconversion professionnelle en matière de compétences en lien avec la transition verte, destinés au public cible de demandeurs d'emploi et de salariés au risque de perte d'emploi, afin de favoriser la réintégration et le maintien en emploi, ensemble avec l'ADEM. Et de même, de continuer à investir dans l'offre de reconversion professionnelle pour offrir aux demandeurs d'emploi sans qualification reconnue de nouvelles chances et perspectives.</p> <p>Au-delà de ces initiatives publiques, il s'avère aussi opportun de chercher, voire de renforcer des partenariats avec des initiatives privées respectivement provenant de la société civile, afin de promouvoir le développement d'une offre de formation large et diversifiée.</p>

	En outre, il s'avère opportun de lancer une initiative nationale pour valoriser davantage les emplois artisanaux pour les métiers liés aux objectifs du PNEC. Dans ce cadre, les chambres professionnelles, les fédérations d'artisans et les ministères concernés se réunissent pour élaborer ensemble un programme qui, d'une part, souligne l'importance stratégique de l'artisanat et, d'autre part, vise à inciter les élèves à opter activement pour une formation artisanale dans les domaines de la transition énergétique et climatique.	
Type d'instrument	Education	
Etat d'avancement	Mise en œuvre, En analyse	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
Entité(s) responsable(s)	MENEJ	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 114 Sensibilisation, information et conseil des citoyens promouvant le changement comportemental et cadre favorable à l'engagement citoyen
Description	<p>Klima-Agence soutient tous les acteurs de la société dans leur engagement pour la protection du climat et la transition énergétique. Ainsi, les activités de Klima-Agence ciblent la réduction de la consommation énergétique, la promotion des énergies renouvelables, de l'habitat et de la mobilité durables ainsi que la gestion des ressources naturelles et l'implémentation de l'économie circulaire.</p> <p>Le volet « comportemental » respectivement celui des styles de vie est l'un des leviers prioritaires en vue d'une société neutre en carbone. Dans ce contexte, Klima-Agence fait avancer l'intégration transversale du changement climatique dans toutes ses activités et projets dans l'objectif de traiter de manière concrète les thématiques / concepts de « résilience », de « sobriété » et d' « adaptation au changement climatique » au niveau de ses divers groupes cibles (voir mesure 122 sur l'empreinte carbone basée sur la consommation).</p> <p>Dans ce cadre, il est notamment prévu de faire évaluer la démarche de communication de Klima-Agence en produisant notamment davantage d'émissions courtes et régulières à la télévision ou à la radio pour toucher le plus grand nombre de spectateurs. Ces spots pourraient aussi être utilisés sur les réseaux sociaux sous forme de petits clips condensés ou d'infographies.</p> <p>En outre, Klima-Agence va communiquer plus clairement sur les compétences des divers établissements publics et administrations afin de faciliter l'accès aux informations sur les différents règlements et lois en vigueur ainsi que les divers subsides en place.</p> <p>Dans le cadre du Pacte Climat 2.0, Klima-Agence et ses partenaires mobilisent également les communes pour qu'elles sensibilisent et incitent leurs concitoyens à réfléchir plus sur leur style de vie et qu'elles recourent plus à des modèles d'initiatives citoyennes comme l'économie de partage, les communautés énergétiques, les jardins communautaires, etc. Klima-Agence proposera aux communes des séminaires / ateliers d'information pour promouvoir et faciliter un mode de vie durable et, ensemble avec ses partenaires, mettra à disposition des formateurs en la matière. Une approche pourrait consister en la mise en place d'un atelier de « sensibilisation à la problématique du climat » qui s'adapterait spécifiquement aux contextes local et régional. À l'issue de ces ateliers, les participants recevraient un certificat (« Klimaführerschein »).</p> <p>Dans l'élaboration de ces mesures, Klima-Agence s'appuyera aussi sur des programmes de recherche de l'Université du Luxembourg, du LISER et du LIST.</p> <p>En général, l'engagement citoyen pourra être facilité davantage par la définition d'un cadre et de conditions favorables en s'appuyant sur l'expérience des organisations de la société civile promouvant cet engagement.</p> <p>Par ailleurs, le gouvernement mettra à disposition un calculateur d'empreinte carbone afin de sensibiliser au potentiel de réduction des gaz à effet de serre lié aux changements de comportement. Des outils numériques tels que des applications ou des réseaux virtuels seront étudiés afin de faciliter le processus d'apprentissage et l'échange de bonnes pratiques (voir mesure 122 sur l'empreinte carbone basée sur la consommation). Des informations sur le changement climatique, la décarbonation et l'empreinte carbone, ainsi que sur les</p>

	<p>stratégies et initiatives liées au climat, seront également mises à la disposition du grand public sur le nouveau site web klima.lu.</p> <p>A noter que la sensibilisation et l'éducation ne doivent pas viser uniquement à mettre en évidence les modes de vie non conformes aux objectifs climatiques ou les conséquences des comportements de consommation. Elles devraient plutôt promouvoir un changement de valeurs, en encourageant, par exemple, la solidarité, le partage des pratiques et la sobriété. À cette fin, le soutien des sciences sociales et de la psychologie est essentiel.</p>	
Type d'instrument	Information	
Etat d'avancement	Mise en œuvre, En analyse	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
		Mise en œuvre continue
Entité(s) responsable(s)	MECDD, MEA, Klima-Agence	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 115 National Centre of Excellence in Research (NCER) pour la transition énergétique et l'action climat	
Description	<p>Début 2023 le MESR et le FNR ont présenté un nouveau projet de NCER qui a pour objet la transition énergétique. Les NCER sont censés offrir un cadre structurant et des financements pour regrouper l'excellence de la recherche autour d'une mission présentant un intérêt sociétal important, en encourageant la recherche transdisciplinaire de haut niveau et la collaboration intersectorielle. La thématique du NCER sera ciblée sur la digitalisation et la mise en place d'un « digital twin » au niveau national pour accélérer la transition énergétique et l'action climat. Les projets NCER sont financés par le FNR sur base d'une évaluation indépendante internationale pour une période maximale de huit ans et représentent donc des investissements à long terme dans le cadre des priorités nationales de recherche. Le montant maximal du financement d'un NCER est de 15 millions d'euros sur 5-8 ans. S'y ajoutent des contributions propres variables en provenance des institutions de recherche. Le NCER promeut la recherche transdisciplinaire et la collaboration étroite avec des acteurs publics et privés. Dans le contexte de la transition énergétique et d'un « digital twin » national il sera primordial d'inclure des composantes sociales de gestion du changement, d'organisation territoriale et d'associer des compétences pour la finance verte et pour le cadre réglementaire et juridique. Alors que le projet technologique du « digital twin » est actuellement porté par le LIST et le SnT, le MESR prévoit de renforcer les éléments précités en associant également le LISER pour des activités de recherche socio-économiques et la mise en place de laboratoires « real world » en relation avec une transition climatique juste, l'apprentissage social et la gouvernance.</p>	
Type d'instrument	Recherche, Economique	
Etat d'avancement	Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2023	2030	Lorsque le NCER viendra à son terme, il est censé être structurellement ancré dans ses institutions d'attache.
Entité(s) responsable(s)	MESR, FNR, MEA	
Référence(s)		
Infos complémentaires	https://www.fnr.lu/funding-instruments/ncer/	

Intitulé de la mesure	N° 116 Programme RDI stratégique pour la gouvernance de la transition énergétique et de l'action climat	
Description	<p>Le Luxembourg dispose d'ores et déjà d'un écosystème important et multidisciplinaire d'acteurs RDI publics et privés pouvant contribuer à la transition énergétique et à l'action climat. Des stratégies de développement thématiques ont également été mises en place par différents acteurs, notamment par le MESR et le FNR et des budgets conséquents peuvent être mobilisés. Faute de gouvernance centralisée par rapport à la thématique, les activités RDI sont cependant mal coordonnées. Le NCER pour la transition énergétique est un 1er pas important dans cette direction avec un accent sur la digitalisation. Afin d'aborder d'autres sujets prioritaires de la transition énergétique et de l'action climat de manière structurée, groupée et ciblée, intégrant les aspects sociaux et sociétaux de manière interdisciplinaire, un programme de recherche stratégique pour le transfert sociétal, industriel et réglementaire sera mis en place. Ce programme sera placé sous la gouvernance des ministères ayant l'action climat et l'énergie dans leurs attributions et soutiendra des projets interdisciplinaires, intégrant également des aspects de planification du territoire.</p> <p>Le programme sera alimenté budgétairement en partie par le Fonds Climat et Energie. Pour garantir la coordination avec d'autres activités et une gestion professionnelle de qualité des travaux de recherche, une étroite collaboration sera recherchée avec le FNR, notamment à travers un partenariat public-public. La coordination envers le milieu industriel sera réalisée avec le concours de Luxinnovation, afin d'identifier des synergies avec des actions de soutien et de financement pour la RDI dans les entreprises, et notamment les PME, et développer des projets à caractère expérimental. Le programme tirera avantage des spécificités du Luxembourg comme terrain d'expérimentation multinational et favorisera des collaborations avec des acteurs internationaux et institutions européennes.</p> <p>Cette gouvernance et coordination centralisée permettra de recenser les projets RDI collaboratifs publics-privés passés, en cours et à venir et de mieux les valoriser, notamment pour l'orientation stratégique du programme.</p>	
Type d'instrument	Recherche, Budgétaire	
Etat d'avancement	En analyse	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2023	n.a.	
Entité(s) responsable(s)	MECDD, MEA, MESR, FNR	
Référence(s)	Loi modifiée du 15 décembre 2020 relative au climat	
Infos complémentaires	https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/loi/2020/12/15/a994/jo	

Intitulé de la mesure	N° 117 Soutenir la mise en place de chaires de recherche et de partenariats public-privé ou public-public auprès de l'Université du Luxembourg et auprès des centres de recherche publics	
Description	<p>Pour réussir la transition énergétique le Luxembourg a besoin de compétences poussées et de main d'œuvre suffisante et qualifiée pour les tâches technologiques complexes. L'Université du Luxembourg offre d'ores et déjà des formations en la matière, ceci à différents niveaux tels que le Bachelor en Ingénierie – Energie et Environnement (uni.lu) et le Master en Développement Durable (uni.lu) - Filière Energie et Environnement (MDD) développé en co-diplômation par l'Université du Luxembourg et l'Université de Liège (campus Arlon). En plus, l'Université de Luxembourg développera ses activités et son expertise dans le domaine de la durabilité à l'aide d'un nouveau centre de recherche interdisciplinaire (IC) sur les systèmes environnementaux durables avec une approche interdisciplinaire distincte, une vision holistique des disciplines et missions, une réputation internationale et un impact local.</p> <p>De même le Luxembourg Institute of Science and Technology (LIST) est également très actif dans le domaine de la recherche environnementale et le Luxembourg Institute of Socio-Economic Research (LISER) sera capable de contribuer dans le domaine des conséquences socio-économiques engendrées par la transition énergétique.</p> <p>Le but de la présente mesure est de supporter les différents acteurs de la recherche publique dans leurs efforts de créer des effets levier dans les domaines de recherche décrits plus haut à travers des chaires de recherche et à travers des partenariats public-privé ou public-public en les aidant dans l'identification des acteurs industriels ou publics partenaires et d'autres sources de financement qui pourront contribuer à la création des effets levier recherchés.</p> <p>Les sujets de RDI prioritaires identifiés d'ores et déjà par le MEA et le MECDD pour supporter la transition énergétique et l'action climat sont les systèmes énergétiques couplés, la construction avec des matériaux biosourcés et l'aménagement des paysages.</p> <p>Les sujets de RDI prioritaires identifiés d'ores et déjà par le MEA et le MECDD pour supporter la transition énergétique et l'action climat sont les systèmes énergétiques couplés, la construction avec des matériaux biosourcés et l'aménagement des paysages.</p>	
Type d'instrument	Recherche, Education	
Etat d'avancement	Planifié	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2023	n.a.	
Entité(s) responsable(s)	MESR, MEA, MECDD	
Référence(s)		

Infos complémentaires	
----------------------------------	--

Intitulé de la mesure	N° 118 Utiliser les outils de la finance durable et climatique pour décarboner
Description	<p>Finances climatiques et durables</p> <p>De 2021 à 2025, un montant total de 220 millions d’euros est mis à disposition pour le financement climatique international, qui vise une répartition équilibrée entre l’atténuation du changement climatique, l’adaptation et la résilience, ainsi que récemment les pertes et dommages (« loss and damage »).</p> <p>En outre, conformément à la loi du 15 décembre 2020 relative au climat, le Fonds Climat et Energie (voir mesure 103) permet le financement des projets climatiques nationaux dans le domaine de la finance durable à travers des mécanismes et instruments innovants.</p> <p>Le financement mixte (« blended finance »)</p> <p>En mobilisant des fonds publics pour réduire le risque des investissements privés, le financement mixte peut contribuer à catalyser des capitaux supplémentaires en faveur des solutions climatiques. Le Luxembourg agit déjà en tant que catalyseur pour stimuler l’investissement durable, notamment avec le « Klimapakt fir Betriber », l’« International Climate Finance Accelerator », et la « Luxembourg-EIB Climate Finance Platform ». Le Luxembourg étudiera la possibilité d’élargir son offre de financement mixte. Un potentiel important de financement dans le domaine de la banque de détail existe et pourrait être envisagé à l’avenir.</p> <p>Les hypothèques vertes (« Green mortgages »)</p> <p>Des hypothèques vertes peuvent inciter un emprunteur à acheter un bâtiment énergétiquement performant ou à rénover un bâtiment existant pour améliorer sa performance énergétique. Le régime d’aides « prêts climatiques » (mesure 310), subventionnés par l’État, offre par exemple un support à la rénovation énergétique en réduisant le taux d’intérêt. Le gouvernement luxembourgeois étudiera les moyens de réduire les obstacles techniques et sociaux aux hypothèques vertes, notamment en proposant aux institutions financières des recommandations basées sur les classes énergétiques des bâtiments (dans le respect du règlement général sur la protection des données (RGPD)).</p> <p>La budgétisation verte (« Green Budgeting »)</p> <p>La budgétisation verte consiste à intégrer des considérations de durabilité dans le processus budgétaire national et peut être un outil puissant pour financer la transition vers une économie plus durable. Le Luxembourg a déjà pris des mesures pour intégrer les principes de budgétisation verte dans ses pratiques de gestion des finances publiques, notamment en ce qui concerne les dépenses du PNEC. Le Luxembourg continue à étudier comment les pratiques de budgétisation verte peuvent être élaborées davantage entre autres par le biais du budget ordinaire, des fonds spéciaux et des marchés publics. A titre d’exemple, le gouvernement luxembourgeois a émis une première obligation souveraine durable en 2020 pour un montant d’1,5 milliards d’euros afin de financer et refinancer au moins 65 investissements durables. Ce faisant, le Luxembourg a été le premier pays européen et le premier pays du monde noté AAA à émettre une obligation souveraine durable.</p> <p>La sensibilisation au financement climatique du secteur financier et du grand public</p> <p>La sensibilisation du secteur financier luxembourgeois au financement climatique est une composante essentielle pour atteindre les objectifs climatiques. De ce fait, la « Luxembourg Sustainable Finance Initiative » (LSFI) a été créée en 2020 avec</p>

	un de ses buts la sensibilisation, la promotion et l'aide au développement des initiatives de finance durable au Luxembourg. Dans la même optique, un partenariat stratégique avec l'Université du Luxembourg a été conclu en 2020 afin de créer un projet de recherche en finance durable, dont un programme de Master qui a pour objectif de former des talents dans le domaine de la finance climatique et durable. Le gouvernement continuera de soutenir la sensibilisation du secteur financier et du grand public.	
Type d'instrument	Réglementaire, Information, Economique	
Etat d'avancement	Mise en œuvre, En analyse	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2020	n.a.	
Entité(s) responsable(s)	MECDD, MEA, MFIN	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 119 Mise à l'échelle de projets de transition énergétique et climatique	
Description	<p>Des projets de transition énergétique et climatique au niveau local sont importants pour initier des modes de production et de consommation ainsi que de nouvelles solutions compatibles avec la protection du climat.</p> <p>Cependant, l'un des plus grands défis de la transition verte est le passage à l'échelle de ces initiatives, projets-pilote et bonnes pratiques, tout en intégrant les aspects environnementaux, socio-économiques et de bonne gestion (« upscaling »).</p> <p>Pour faciliter cela, une coalition d'acteurs publics, privés et de la société civile est nécessaire.</p> <p>L'objectif fondamental est de stimuler et d'optimiser les projets à caractère démonstratif qui contribuent à un cadre exemplaire pour le développement de concepts et de lignes directrices, afin de faciliter un déploiement plus large d'approches innovantes et transformatrices au Luxembourg et dans la région.</p>	
Type d'instrument	Planification	
Etat d'avancement	En analyse	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
Entité(s) responsable(s)	MECDD, MEA, MECO,	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 122 Réduire notre empreinte carbone basée sur la consommation
Description	<p>Il y a un consensus entre scientifiques que la protection du climat est aussi liée à des changements culturels : changement de comportement, sobriété des modes de vie, promotion du bien commun, etc. Donc, le succès de nombreuses autres mesures dépend également de la volonté de la population de changer de comportement.</p> <p>Outre la comptabilisation des émissions de GES basée sur la production, telle qu'ancrée dans les conventions internationales des inventaires de GES, la comptabilisation basée sur la consommation fournit des informations importantes sur la manière dont les différents aspects de notre mode de vie, tels que notre consommation de mobilité, de logement, de nourriture et de biens, contribuent à notre empreinte carbone. En effet, l'empreinte carbone basée sur la consommation tient compte des émissions de GES qui se produisent partout dans le monde en raison de ce que nous consommons au Luxembourg, tandis que l'inventaire national basé sur la production n'inclut que les GES qui ont été émis au Luxembourg. L'empreinte carbone basée sur la consommation inclut donc les émissions indirectes de GES qui se produisent en dehors du Luxembourg.</p> <p>En mettant en place les moyens nécessaires, le gouvernement établira une approche basée sur la consommation pour calculer l'empreinte carbone afin d'inclure ces émissions indirectes. Cette approche permet de calculer les émissions de GES du cycle de vie d'un produit ou d'un processus, comme les émissions de GES du cycle de vie associées à différents matériaux de construction. En outre, cette approche facilitera l'élaboration de mesures visant à réduire l'empreinte carbone liée à la consommation, notamment en encourageant les changements de comportement et la sobriété.</p> <p>Par ailleurs, le gouvernement mettra à disposition un calculateur d'empreinte carbone afin de sensibiliser au potentiel de réduction des GES lié aux changements comportementaux (mesure 114). Combinée à des informations sur la manière dont certaines actions peuvent réduire l'empreinte carbone d'une personne, l'empreinte carbone est un outil important pour aider les citoyens à réduire leur impact sur le climat.</p> <p>Le gouvernement étudiera comment des applications peuvent être mises à la disposition des citoyens pour leur permettre de déterminer leur propre empreinte carbone et l'impact sur le climat des différentes actions qu'ils peuvent entreprendre, comme favoriser le transport public ou changer de régime alimentaire. Ces applications peuvent également faciliter la réduction des émissions liées à la consommation en encourageant la réparation, l'économie du partage et les marchés d'occasion. Les informations seront également disponibles sur le nouveau site web klima.lu (mesure 114).</p>
Type d'instrument	Information, Recherche
Etat d'avancement	En analyse

Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
Entité(s) responsable(s)	MECDD, MEA	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 123 Développement de statistiques, de modèles et d'indicateurs de suivi	
Description	<p>Les projections élaborées par le STATEC pour la mise à jour du PNEC sont une première étape permettant de quantifier les tendances économiques et technologiques, ainsi que les mesures adoptées au niveau national et international. L'objectif consiste à suivre, avec peu de délais, la production et consommation d'énergie, ainsi que les émissions directes y relatives. Pour y arriver les statistiques, basées sur des données administratives ou des données d'enquêtes, doivent être améliorées et multipliées. La collecte et la mise à disposition du STATEC de nouvelles sources de données permettront ainsi un suivi quantifié des mesures et un monitoring régulier par rapport aux objectifs climatiques et énergétiques. Elles permettront également de développer davantage les modèles de projections du STATEC, dont la granularité est actuellement limitée par la non-disponibilité de certaines données.</p> <p>Au-delà de l'approche basée sur les émissions directes, les données concernant les émissions associées aux biens et services importés pourraient être collectées (émissions indirectes), afin de pouvoir estimer les émissions sur toute la chaîne de valeur (voir aussi la mesure 122).</p>	
Type d'instrument	Planification, Information	
Etat d'avancement	Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2023		mise en œuvre continue
Entité(s) responsable(s)	STATEC, MECDD, MEA, MECO, MMTP, AEV, SER	
Référence(s)	Loi du 10 juillet 2011 portant organisation de l'Institut national de la statistique et des études	
Infos complémentaires		

3.1.1.2 Bâtiments

Les mesures de décarbonation des bâtiments sont étroitement liées aux mesures d'amélioration de l'efficacité énergétique des bâtiments, notamment par des mesures d'assainissement énergétique, vu que toute réduction de la consommation d'énergie fossile signifie une réduction des émissions de GES.

Au niveau des bâtiments, la décarbonation par l'électrification via une pompe à chaleur est l'alternative aux énergies fossiles la plus importante, notamment parce qu'une partie de l'électricité (renouvelable) peut être produite au niveau national et à cause du gain important en efficacité énergétique, vu que la majeure partie de l'énergie mise à disposition pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire par une pompe à chaleur provient de l'environnement (énergie ambiante).

Toute nouvelle construction (bâtiments d'habitation et bâtiment fonctionnels) doit respecter les exigences du Règlement grand-ducal modifié du 9 juin 2021 concernant la performance énergétique des bâtiments, qui définit le niveau « nZEB » national (nearly-Zero Energy Building) : grâce à l'évolution continue des ambitions et exigences au niveau réglementaire depuis l'entrée en vigueur de la première réglementation sur la performance énergétique des bâtiments d'habitation en 2007 et des bâtiments fonctionnels en 2010 et grâce à l'évolution en parallèle des compétences du secteur de la construction au Luxembourg pour pouvoir mettre en œuvre ces ambitions, le nZEB luxembourgeois est aujourd'hui un des plus ambitieux en Europe et garantit que toute nouvelle construction pour laquelle s'applique cette réglementation est d'office très performante au niveau de l'efficacité énergétique et est décarbonisée dû au fait que la pompe à chaleur est la technologie de référence pour l'installation de production de chaleur et d'eau chaude sanitaire.

Les mesures prévues au niveau des bâtiments varient suivant qu'il s'agit de bâtiments d'habitation ou de bâtiment fonctionnels et elles sont également spécifiques par rapport au secteur concerné, à savoir le secteur public, le secteur professionnel et les particuliers.

Le secteur public est redéfini dans le cadre de la révision (attendue pour 2023) de la directive sur l'efficacité énergétique (EED) dans la mesure où ce ne seront plus seulement les bâtiments de l'Etat central qui sont visés, mais tous les bâtiments de l'Etat et les bâtiments communaux. L'EED qui est en cours de révision prévoit des obligations de rénovation énergétique plus ambitieuses pour les bâtiments du secteur public (mesure N° 303). Il est important de prendre en compte dans ce contexte, le besoin en ressources supplémentaires au niveau du secteur public pour pouvoir mettre en œuvre ces obligations européennes. En ce qui concerne les bâtiments existants du secteur professionnel des obligations sont annoncées (mesure N° 304) ; l'échéancier pour ces obligations sera défini lors de la transposition de la directive en droit national et le secteur (CdC, CdM) sera consulté, ainsi que d'éventuelles mesures d'incitation du secteur privé pour la rénovation énergétique avant la phase obligatoire seront analysées.

En ce qui concerne les logements existants, l'approche concernant l'efficacité énergétique (assainissement énergétique) et la décarbonation (remplacement des chauffages fossiles par des alternatives non-fossiles) est basée sur une participation volontaire, accompagnée de mécanismes d'aides (subventions) et de sensibilisation, informations et assistance aux ménages ; la sensibilisation met le focus sur les avantages d'un assainissement énergétique (tel que la réduction de la consommation d'énergie et par là des coûts, le gain de confort, une revalorisation du patrimoine immobilier (le cas échéant, avec une extension de la surface habitable), etc.) et d'une décarbonation (mesure contre le réchauffement climatique, réduction des émissions de gaz à effet de serre, indépendance des énergies fossiles et des prix très volatils de ces énergies, possibilité de production et autoconsommation d'électricité sur site, etc.) ; les divers mécanismes de subventions (tel que les aides étatiques (Klimabonus (N° 307), prêts climatiques (N° 310), aides individuelles au logement (N° 311), aides à la pierre (N° 312), incitations fiscales (N° 313), etc.), les aides proposées par les fournisseurs d'électricité et de gaz naturel dans le cadre du mécanisme d'obligations en matière d'efficacité énergétique et les aides communales) sont révisés régulièrement et peuvent pour la plupart être combinées et cumulées,

afin de rendre les mesures d'assainissement énergétique et de décarbonation économiquement intéressantes et accessibles à tous les ménages.

La rénovation énergétique des bâtiments résidentiels les moins performants et une assistance particulière aux ménages vulnérables sont spécifiquement adressées et seront ciblées prioritairement par la future entité nationale d'accompagnement de la rénovation énergétique, la décarbonation et la mise en oeuvre d'installations photovoltaïques pour bâtiments résidentiels (mesure N° 327), dont les futures missions et la méthodologie de travail sont développées entre autres dans le cadre du projet-pilote de rénovation de quartiers « zesumme renovéieren » à Differdange (mesure N° 328).

Intitulé de la mesure	N° 301 Réglementation concernant la performance énergétique des bâtiments	
Description	<p>En 2021, le cadre réglementaire concernant la performance énergétique des bâtiments d'habitation et fonctionnels a été adapté dans le but d'intégrer les différentes dispositions pour les bâtiments d'habitations et fonctionnels dans un seul règlement grand-ducal.</p> <p>Ce règlement définit notamment le modèle du bâtiment de référence qui est utilisé pour définir les exigences en matière d'efficacité énergétique des bâtiments individuels. Le règlement définit également les indicateurs de performance environnementale (en CO₂eq) et d'autres exigences minimales à respecter telles que le prétubage pour bornes de charge ou installations photovoltaïques, ainsi que la méthodologie de calcul et le contenu du certificat de performance énergétique.</p> <p>Des révisions et adaptations sont prévues, concernant notamment l'adaptation des classes énergétiques pour les bâtiments d'habitation, la définition d'un niveau de performance énergétique nZEB pour la rénovation énergétique (sur base de la méthode des performances optimales en termes de coûts (EPBD)) en vue de l'introduction des standards minima de performance énergétique (MEPS – Minimum Energy Performance Standards (EPBD recast)) et de certaines obligations de rénover (notamment pour le secteur public), l'installation de panneaux photovoltaïques au niveau du bâtiment de référence pour les habitations, l'obligation (sous forme d'exigences minimales) d'installer des panneaux photovoltaïques « sur toute la surface de la toiture » et la réforme du certificat de performance énergétique en certificat de performance environnementale, sur base de la révision (en cours) de la directive européenne sur la performance énergétique des bâtiments.</p> <p>Définition d'un niveau de performance énergétique nZEB_{rénovation}, dans le cadre de la révision de la directive EPBD et de l'introduction de standards minima de performance énergétique (MEPS – Minimum Energy Performance Standards, en tenant dûment compte du rapport coût-efficacité (proportionalité) et de la faisabilité technique, tel que prévu par la directive) ; ce niveau nZEB_{rénovation} sera l'exigence minimale dans le cadre des futures obligations de rénover (notamment pour le secteur public).</p> <p>En relation avec la taxonomie européenne (classification des activités économiques ayant un impact favorable sur l'environnement) et les exigences qui en découlent pour les institutions financières, le Luxembourg étudiera, dans le cadre de la révision de cette même directive, la mise à disposition aux banques de recommandations basées sur les classes énergétiques des bâtiments (dans le respect du règlement général sur la protection des données (RGPD)).</p>	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	Mise en œuvre, Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2021	n.a.	réglementation existant depuis 2007 (bâtiments d'habitation) / 2010 (bâtiments

		fonctionnels) et adaptée régulièrement, notamment sur base de mises à jour de la directive européenne EPBD (+ EED)
Entité(s) responsable(s)	MEA	
Référence(s)	Règlement grand-ducal modifié du 9 juin 2021 concernant la performance énergétique des bâtiments	
Infos complémentaires	https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/rgd/2021/06/09/a439/jo	

Intitulé de la mesure	N° 302 Décarbonation des bâtiments : phase-out des chauffages fossiles
Description	<p>Au vu de l'objectif de décarbonation des bâtiments, c.-à-d. de la réduction des émissions de gaz à effet de serre, il est indispensable de remplacer à moyen terme toutes les installations de chauffage à base d'énergie fossile par des systèmes de chauffage décarbonés.</p> <p>Sont concernés ici, tous les systèmes de chauffage et de production d'eau chaude sanitaire.</p> <p>Approche volontaire</p> <p>Le gouvernement favorise dans une première phase une approche volontaire, en mettant à disposition des citoyens et entreprises un large éventail de solutions faciles à mettre en œuvre et coordonnées au niveau national, régional et local. Ainsi des solutions collectives comme les rénovations systématiques de quartier et des réseaux de chaleur décarbonés seront massivement développés, en collaboration avec les communes et le secteur des bureaux d'études et de l'artisanat. De même les compétences au niveau des acteurs impliqués continueront à être développées et renforcées au vu des technologies alternatives décarbonées actuelles et futures (les pompes à chaleur et les réseaux de chaleur étant ciblés en priorité dans le cadre de la décarbonation des bâtiments). Ces mesures compléteront les régimes d'aides conséquents actuels, tels le régime d'aides étatiques existant « Klimabonus » (avec notamment le bonus « Masuttersatzprogramm » augmentant les aides allouées dans le cas du remplacement d'une chaudière alimentée au combustible fossile existante et, le cas échéant, le « top-up social » sur les aides Klimabonus) , ainsi que, le cas échéant, les aides proposées par les communes et certains acteurs privés, tels que les parties obligées (fournisseurs d'électricité et de gaz naturel) dans le cadre du mécanisme d'obligations en matière d'efficacité énergétique (EEOS).</p> <p>Le gouvernement mettra en place un monitoring national de la décarbonation des bâtiments pour suivre l'évolution annuelle du remplacement des chauffages fossiles par des alternatives décarbonées par rapport à la trajectoire de décarbonation (sur base des objectifs annuels) nécessaire dans le cadre des objectifs nationaux en matière de réduction des émissions de gaz à effet de serre. Si l'approche volontaire s'avère suffisante et effective elle sera maintenue et il n'y aura pas besoin de passer à une approche basée sur une interdiction.</p> <p>Approche basée sur une interdiction</p> <p>Au cas où l'approche volontaire s'avérait insuffisante, voire trop lente, il est envisagé d'autoriser le remplacement d'installations de chauffage dans le patrimoine existant (pour tous types de bâtiments, aussi bien fonctionnels que d'habitation) exclusivement avec des installations de chauffage qui sont opérées avec un minimum de 70% d'énergies renouvelables, c.-à-d. pour lesquelles au moins 70% de la demande de chaleur utile sur l'année sont couverts par de l'énergie renouvelable (systèmes hybrides autorisés).</p> <p>Afin de donner une visibilité sur l'évolution des exigences, ce phase-out sera, le cas échéant, annoncé à l'avance par une législation/réglementation avec une phase transitoire et des dates de prise d'effet précises pour les chaudières au fioul (mazout) et les chaudières au gaz naturel.</p>

	<p>Le « phase-out fossile » n'est pas une obligation de remplacer une installation de chauffage (fossile) qui est encore en état de fonctionnement correct ; le phase-out s'applique au moment du remplacement d'une chaudière existante qui est soit hors service ou qui n'est plus autorisée à fonctionner sur base de la réglementation en vigueur.</p> <p>Les régimes d'aides conséquents actuels resteront en place après le début du phase-out obligatoire, notamment les aides pour le remplacement d'une installation de chauffage par une installation fonctionnant avec des énergies renouvelables, dans le but de compenser une partie des surcoûts éventuels par rapport à un remplacement par une chaudière fossile, tels le régime d'aides étatiques « Klimabonus » (avec notamment le bonus « Masuttersatzprogramm » augmentant les aides allouées dans le cas du remplacement d'une chaudière alimentée au combustible fossile existante et, le cas échéant, le « top-up social » sur les aides Klimabonus) , ainsi que, le cas échéant, les aides proposées par les communes et certains acteurs privés, tels que les parties obligées (fournisseurs d'électricité et de gaz naturel) dans le cadre du mécanisme d'obligations en matière d'efficacité énergétique (EEOS).</p> <p>Exceptionnellement, il peut être dérogé à une obligation de rénovation énergétique d'un bâtiment ou interdiction de remplacement d'une chaudière fossile par une nouvelle chaudière à base d'énergie fossile découlant d'une mesure du PNEC, lorsque les coûts afférents liés à la complexité des travaux, nécessaires à sa mise en œuvre, sont disproportionnés par rapport au potentiel de réduction des émissions de CO₂. Ces exceptions seront spécifiées dans les législations afférentes aux obligations et interdictions.</p> <p>Des solutions d'accompagnement (financier et/ou technique) complémentaires seront analysées et communiquées avec la future réglementation sur ce « phase-out fossile », afin de couvrir les cas extrêmes présentant des difficultés de réalisation technique ou des difficultés liées au financement des solutions alternatives aux solutions fossiles.</p> <p>Il est envisagé de rendre obligatoire la mise en place d'un stock d'installations de chauffage "de dépannage" pouvant servir, le cas échéant, de solution intermédiaire/transitoire (quelques semaines à quelques mois) en cas de défaillance imprévue sur une chaudière (fossile) existante. L'installation de dépannage permettra de couvrir le temps nécessaire pour le dimensionnement, choix, commande et installation d'une nouvelle installation de chauffage répondant aux exigences du "phase-out fossile". Les installations de chauffage de dépannage pourront être des installations à énergie fossile (gaz naturel ou fioul de chauffage, en fonction de la chaudière existante défaillante (disponibilité du combustible en question)), des chauffages électriques, des pompes à chaleur ou des systèmes combinés. La mise en place d'un tel stock de dépannage sera définie, le cas échéant, en concertation étroite avec le secteur.</p>	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	En analyse	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations

		Approche basée sur le volontarisme avec monitoring de l'évolution de la décarbonation ; une approche basée sur une interdiction n'est envisagée que si l'approche volontaire s'avère insuffisante ou trop lente.
Entité(s) responsable(s)	MEA, MECDD, MECO (et Classes moyennes), MLOG, Klima-Agence, OAI, Chambre des Métiers et Fédération des Artisans, Communes	
Référence(s)	Règlement Klimabonus, mécanisme d'obligations en matière d'efficacité énergétique (EEOS), Loi modifiée du 5 août 1993 concernant l'utilisation rationnelle de l'énergie + règlement grand-ducal modifié du 9 juin 2021 concernant la performance énergétique des bâtiments, ...	
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	<p>N° 303 Obligation de rénovation énergétique pour les bâtiments publics</p> <p>(dont le propriétaire est un organisme public)</p>
Description	<p>Introduction d'une obligation de rénover certaines catégories de bâtiments sur base des futures exigences des directives européennes EED et EPBD (révisions en cours, publication attendue en 2023).</p> <p>Bâtiments publics</p> <ul style="list-style-type: none"> - par organisme public nous entendons l'État ainsi que les communes, la définition exacte à prendre en compte au niveau européen est en cours de révision (EED : 'public bodies' means national, regional or local authorities and entities directly financed and administered by these authorities but not having industrial or commercial character); - tous les bâtiments publics de plus que 250 m² de surface utile (chauffée ou refroidie) qui sont la propriété d'un organisme public sont concernés et qui ne sont pas des bâtiments nZEB (nearly-zero energy building) au 1.01.2024; - pour les bâtiments utilisés par un organisme public, mais dont il n'est pas propriétaire, les organismes publics sont tenus de négocier avec le propriétaire pour que le bâtiment soit rénové; - tous les types de bâtiments publics, c.-à-d. les bâtiments résidentiels et non-résidentiels, seront soumis à une obligation de rénovation; - au moins 3% de la surface totale (chauffée ou refroidie) seront à rénover par année; - le niveau de performance énergétique à atteindre après rénovation sera le niveau nZEB_{rénovation} (niveau nZEB (nearly-Zero Energy Building) spécifique pour la rénovation de bâtiments) défini au niveau national en tenant dûment compte du rapport coût-efficacité (proportionnalité) et de la faisabilité technique, tel que prévu par la directive; - tous les bâtiments concernés devront être rénovés (au niveau nZEB_{rénovation}) au plus tard jusqu'en 2040 ; - dans le cadre des obligations de rénovation, des règles moins exigeantes sont envisagées pour certaines catégories de bâtiments, tels les bâtiments protégés (patrimoine protégé). <p>Exceptionnellement, il peut être dérogé à une obligation de rénovation énergétique d'un bâtiment ou interdiction de remplacement d'une chaudière fossile par une nouvelle chaudière à base d'énergie fossile découlant d'une mesure du PNEC, lorsque les coûts afférents liés à la complexité des travaux, nécessaires à sa mise en œuvre, sont disproportionnés par rapport au potentiel de réduction des émissions de CO₂. Ces exceptions seront spécifiées dans les législations afférentes aux obligations et interdictions.</p> <p>Les détails seront définis par la directive EED - Energy Efficiency Directive (Article 6) qui est en cours de révision (publication attendue en 2023) et qui sera la base pour la transposition au Luxembourg.</p> <p>Lors de la transposition de la directive en droit national, le besoin en ressources supplémentaires au niveau du secteur public sera pris en compte par le Gouvernement.</p>

Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	En analyse	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
		en fonction des exigences des directives EED + EPBD en révision / délais de transposition; début de mise en œuvre n'est pas encore définitivement connu, pas avant 2025
Entité(s) responsable(s)	MEA, MMTP, MINT, ABP et communes	
Référence(s)	Loi modifiée du 5 août 1993 concernant l'utilisation rationnelle de l'énergie + Règlement grand-ducal modifié du 9 juin 2021 concernant la performance énergétique des bâtiments	
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 304 Obligation de rénovation énergétique pour les bâtiments fonctionnels
Description	<p>Introduction d'une obligation de rénover certaines catégories de bâtiments sur base des futures exigences des directives européennes EED et EPBD (révisions en cours, publication attendue en 2023).</p> <p>Bâtiments fonctionnels</p> <ul style="list-style-type: none"> - concerne tous les bâtiments définis comme « bâtiments fonctionnels » suivant la réglementation concernant la performance énergétique des bâtiments; - introduction de standards de performance énergétique minimas (MEPS - Minimum Energy Performance Standards); - tout bâtiment fonctionnel devra respecter une performance énergétique minimale à partir d'une certaine date d'échéance ; - le niveau de performance énergétique à atteindre après rénovation sera défini au niveau national en tenant dûment compte du rapport coût-efficacité (proportionnalité) et de la faisabilité technique, tel que prévu par la directive ; - dans le cadre des obligations de rénovation, des règles moins exigeantes sont envisagées pour certaines catégories de bâtiments, tels les bâtiments protégés (patrimoine protégé) ; - l'échéancier de la prise d'effet des obligations pourra varier en fonction du secteur concerné et du type de bâtiment. <p>Exceptionnellement, il peut être dérogé à une obligation de rénovation énergétique d'un bâtiment ou interdiction de remplacement d'une chaudière fossile par une nouvelle chaudière à base d'énergie fossile découlant d'une mesure du PNEC, lorsque les coûts afférents liés à la complexité des travaux, nécessaires à sa mise en œuvre, sont disproportionnés par rapport au potentiel de réduction des émissions de CO₂. Ces exceptions seront spécifiées dans les législations afférentes aux obligations et interdictions.</p> <p>Les détails seront définis par la directive EPBD - Energy Performance of Buildings Directive qui est en cours de révision (publication attendue en 2023) et qui sera la base pour la transposition au Luxembourg, avec définition des objectifs et exigences au niveau national.</p> <p>(Article 9, EPBD recast : introduction de MEPS (Minimum Energy Performance Standards):'... <i>energy performance thresholds to be set on the basis of the national non-residential building stock (thresholds may be set at a level corresponding to a specific energy performance class) ...</i> ' the MEPS shall at least ensure that:</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>all non-residential buildings are below</i> <ul style="list-style-type: none"> (i) <i>15% threshold as of 1 January 2030</i> (ii) <i>25% threshold as of 1 January 2034</i> <p>Lors de la transposition de la directive en droit national les secteurs concernés seront consultés (CdC, CdM), notamment concernant l'échéancier des futures obligations et des éventuelles mesures d'incitation du secteur privé pour la rénovation énergétique avant la phase obligatoire.</p>

Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	En analyse	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
		en fonction des exigences des directives EED + EPBD en révision / délais de transposition; début de mise en oeuvre n'est pas encore définitivement connu, pas avant 2025
Entité(s) responsable(s)	MEA, MECO (et Classes moyennes)	
Référence(s)	Loi modifiée du 5 août 1993 concernant l'utilisation rationnelle de l'énergie + Règlement grand-ducal modifié du 9 juin 2021 concernant la performance énergétique des bâtiments	
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 305 Une obligation de rénovation énergétique pour les bâtiments résidentiels n'est pas envisagée au Luxembourg	
Description	<p>Une obligation de rénover pour les bâtiments résidentiels n'est pas envisagée au Luxembourg.</p> <p>La directive européenne EPBD qui est en cours de révision (publication attendue en 2023), prévoit des obligations de rénovation pour les bâtiments résidentiels, sous forme des « MEPS » (Minimum Energy Performance Standards) : '<i>... MEPS for residential multi-apartment buildings (> 10 building units) to be set based on a national linear trajectory for the progressive renovation, in line with national roadmap for 2030, 2040 and 2050 targets (zero-emission building stock by 2050) ...</i>'.</p> <p>Le Luxembourg sera obligé d'atteindre les résultats sur base de ces exigences « MEPS » (c.-à-d. qu'il y aura une obligation européenne au niveau des pays membres), mais cette obligation ne signifie pas automatiquement une obligation pour les propriétaires des logements concernés (particuliers ou entreprises). Une obligation de rénover des bâtiments résidentiels n'est pas envisagée au Luxembourg ; le Luxembourg continue à mettre l'accent sur une incitation à la rénovation, par les politiques et mesures incitatives tel que les aides étatiques « Klimabonus » et le mécanisme d'obligations en matière d'efficacité énergétique et par la création d'une nouvelle entité nationale d'accompagnement de la rénovation énergétique, la décarbonation et la mise en oeuvre d'installations photovoltaïques pour bâtiments résidentiels (voir mesure N° 327).</p>	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	En analyse	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
		en fonction des exigences des directives EED + EPBD révisées / délais de transposition; le début de mise en œuvre n'est pas encore connu, pas avant 2025
Entité(s) responsable(s)	MEA	
Référence(s)	Loi modifiée du 5 août 1993 concernant l'utilisation rationnelle de l'énergie + du règlement grand-ducal modifié du 9 juin 2021 concernant la performance énergétique des bâtiments	
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 306 Régime d'aides PRIME House 2017	
Description	Sous le régime « PRIME House » de 2017, les projets initiés entre 2017 et 2021 pouvaient bénéficier d'aides financières pour la construction de logements durables, la rénovation énergétique durable de logements, la mise en place d'installations techniques valorisant les sources d'énergies renouvelables dans les logements et le conseil en énergie.	
Type d'instrument	Economique	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2017	2021	
Entité(s) responsable(s)	MECDD, MEA	
Référence(s)	Règlement grand-ducal 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	
Infos complémentaires	https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/rgd/2016/12/23/n40/consolide/20210401	

Intitulé de la mesure	N° 307 Régime d'aides Klimabonus Wunnen	
Description	<p>Depuis 2022, le régime d'aides « Klimabonus Wunnen » renforce les aides financières pour la construction de logements durables, la rénovation énergétique durable de logements, la mise en place d'installations techniques valorisant les sources d'énergies renouvelables dans les logements et le conseil en énergie. Le régime actuel couvre les projets initiés entre 2022 et 2025.</p> <p>Les principaux changements par rapport au régime précédent (PRIME House) sont une procédure simplifiée pour accéder aux aides, la promotion renforcée des matériaux d'isolation écologiques, l'encouragement plus poussé pour remplacer les anciennes chaudières alimentées en énergies fossiles, l'admissibilité des pompes à chaleur air-eau et air-eau hybrides dans les bâtiments existants et la promotion de l'autoconsommation pour les installations photovoltaïques avec une subvention plus élevée et l'inclusion d'une batterie dans les coûts éligibles .</p> <p>Dans le détail, les modifications concernent les points suivants :</p> <p>Rénovation énergétique :</p> <ul style="list-style-type: none"> - hausse des subsides pour les mesures et le conseil en énergie - accent renforcé sur les matériaux écologiques - simplification administrative - introduction de la possibilité de mettre en œuvre des mesures individuelles sans recours à un conseil en énergie intégral. <p>Installations techniques (énergies renouvelables) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - hausse des subsides - prime supplémentaire pour le remplacement d'une chaudière existante alimentée au combustible fossile - nouvelle prime et bonus supplémentaires pour l'installation d'une pompe à chaleur dans un bâtiment existant - augmentation de la prime pour installations photovoltaïques et éligibilité d'une batterie de stockage dans le mode autoconsommation - prime supplémentaire pour l'installation d'un filtre à particules pour les chauffages à bois. <p>À noter que les fournisseurs d'énergie ainsi que certaines communes proposent également des aides supplémentaires en relation avec le régime « Klimabonus Wunnen ». Le simulateur des aides de Klima-Agence regroupe toutes ces aides et permet d'avoir une vue d'ensemble par mesure dans ce contexte.</p>	
Type d'instrument	Economique	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2022	2025	modifications régulières lors de la mise en œuvre
Entité(s) responsable(s)	MECDD, MEA	

Référence(s)	Règlement grand-ducal du 7 avril 2022 ... 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
Infos complémentaires	https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/rgd/2022/04/07/a180/jo

Intitulé de la mesure	N° 308 Digitalisation régime d'aides Klimabonus	
Description	Afin de simplifier et accélérer l'accès aux aides étatiques dans le cadre du régime « Klimabonus », la simplification et la digitalisation des formulaires de demande ainsi que des procédures dans le cadre d'une demande d'aide sont une priorité. Cette digitalisation est une nécessité pour faciliter et accélérer l'accès aux aides et s'inscrit dans les efforts de l'Etat de la simplification administrative et de la digitalisation des processus.	
Type d'instrument	Economique	
Etat d'avancement	En analyse	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
Entité(s) responsable(s)	MECDD, MEA, MDIGI	
Référence(s)	Règlement grand-ducal du 7 avril 2022 ... 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	
Infos complémentaires	https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/rgd/2022/04/07/a180/jo	

Intitulé de la mesure	N° 309 Préfinancement dans le cadre du régime d'aides Klimabonus Wunnen	
Description	<p>L'accès au financement reste une barrière infranchissable pour certaines personnes qui désirent réaliser des travaux de rénovation énergétique, de changement de système de chauffage (décarbonation) ou de réalisation d'installations photovoltaïques.</p> <p>Dans l'optique d'une transition énergétique juste et afin de rendre possible l'accès à des projets de ce type aux personnes non-éligibles ou difficilement éligibles à des prêts climatiques ou prêts bancaires conventionnels, l'Etat étudiera l'opportunité de mécanismes de préfinancement.</p> <p>Cette analyse tiendra également compte des missions à définir pour la future entité nationale d'accompagnement de la rénovation énergétique, la décarbonation et la mise en œuvre d'installations photovoltaïques pour bâtiments résidentiels (voir mesure N° 327).</p>	
Type d'instrument	Economique	
Etat d'avancement	En analyse	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
Entité(s) responsable(s)	MECDD, MEA, Klima-Agence	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 310 Régime d'aides « prêts climatiques »	
Description	<p>Pour faciliter le financement de la rénovation énergétique de logements et la mise en place d'installations techniques valorisant les sources d'énergies renouvelables (sauf photovoltaïque), des aides financières sous forme d'une « subvention d'intérêt » sont accordées aux propriétaires (personnes physiques) d'un logement. Le logement doit servir d'habitation principale et permanente, être âgé de plus de 10 ans et sis au Luxembourg.</p> <p>En plus de la subvention d'intérêt, une garantie de l'État peut être demandée si le demandeur ne dispose pas de garanties jugées suffisantes.</p>	
Type d'instrument	Economique	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2017	n.a.	abrogation dès entrée en vigueur du projet de loi relative aux aides individuelles au logement (n° 7938)
Entité(s) responsable(s)	MLOG	
Référence(s)	Loi du 8 juin 2022 relative aux aides à des prêts climatiques	
Infos complémentaires	https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/loi/2022/06/08/a286/jo	

Intitulé de la mesure	N° 311 Régime d'aides individuelles au logement	
Description	<p>Le projet de loi relatif aux aides individuelles au logement (n° 7938) prévoit des aides individuelles au logement liées à des conditions de revenus :</p> <ul style="list-style-type: none"> - prime d'amélioration pour rénovation énergétique constituant un supplément à l'aide financière accordée dans le cadre du régime « Klimabonus Wunnen » (ménages éligibles jusqu'au revenu correspondant au niveau de vie médian (décile 5) ; montant maximal de la prime : 100 % de l'aide du régime Klimabonus Wunnen) (« top up social ») - prêts climatiques – en l'occurrence une garantie de l'État et une subvention d'intérêt pour prêt climatique – en relation avec la rénovation énergétique d'un logement ; ces dispositions reprendront le régime d'aides « prêts climatiques ». 	
Type d'instrument	Economique	
Etat d'avancement	Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
		projet de loi n° 7938 déposé fin décembre 2021
Entité(s) responsable(s)	MLOG	
Référence(s)	Projet de loi relative aux aides individuelles au logement (n° 7938)	
Infos complémentaires	https://chd.lu/wps/portal/public/Accueil/TravailALaChambreRecherche/RoleDesAffaires?action=doDocpaDetails&backto=/wps/portal/public/Accueil/Actualite&id=7938	

Intitulé de la mesure	N° 312 Régime d'aides à la pierre	
Description	<p>La loi modifiée du 25 février 1979 concernant l'aide au logement et le projet de loi relative au logement abordable (n° 7937) proposent des participations financières étatiques aux communes pour inciter la création de logements abordables. Sont admissibles pour cette aide les coûts d'acquisition du foncier, la viabilisation ordinaire (travaux d'infrastructure), la construction et la rénovation (énergétique) et la mise en place d'installations techniques.</p> <p>Le ministère du Logement met à disposition un « Cahier des charges pour le développement de logements abordables » qui rassemble les recommandations en matière d'urbanisation, d'architecture et d'économicité. Pour aviser les projets de construction d'ensembles pour lesquels une demande d'aide à la pierre est introduite, le ministère du Logement s'est doté d'une commission interne, la Commission d'Accompagnement des Aides à la pierre.</p>	
Type d'instrument	Economique	
Etat d'avancement	Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
		projet de loi n° 7937 déposé fin décembre 2021
Entité(s) responsable(s)	MLOG	
Référence(s)	Loi modifiée du 25 février 1979 concernant l'aide au logement et projet de loi relative au logement abordable modifiant la loi du 25 février 1979 concernant l'aide au logement (n° 7937)	
Infos complémentaires	<p>Loi modifiée du 25 février 1979 concernant l'aide au logement: https://logement.public.lu/fr/legislations.html</p> <p>Cahier de charges: https://logement.public.lu/fr/professionnels/promoteurs-sociaux/aides-etatiques0/demande-aides-a-la-pierre.html</p>	

Intitulé de la mesure	N° 313 Incitations fiscales en faveur de la rénovation énergétique de logements	
Description	Pour promouvoir la rénovation énergétique, un taux d'amortissement de 6 % pendant 10 ans est accordé pour tout investissement dans la rénovation énergétique durable de logements mis en location et bénéficiant des aides financières du régime « Klimabonus Wunnen ». Par ailleurs, les travaux de rénovation de logements (non limités à la rénovation énergétique) profitent de l'application plafonnée du taux de tva super-réduit de 3 %.	
Type d'instrument	Fiscal	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2021	n.a.	(taux de tva de 3% introduit déjà avant 2021)
Entité(s) responsable(s)	MFIN, MEA, MLOG	
Référence(s)	Loi modifiée du 4 décembre 1967 concernant l'impôt sur le revenu (L.I.R.); Loi modifiée du 5 août 1969 concernant la taxe sur la valeur ajoutée	
Infos complémentaires	https://impotsdirects.public.lu/fr/legislation/LIR.html	

Intitulé de la mesure	N° 314 Régime d'aides en faveur des communes	
Description	<p>Les administrations communales, les syndicats de communes et les établissements publics placés sous la surveillance des communes peuvent bénéficier d'aides financières pour des projets en matière d'efficacité énergétique (e.a. rénovation énergétique de bâtiments communaux fonctionnels existants, rénovation de l'éclairage public, étude d'optimisation énergétique de projets d'aménagement communal et de développement urbain) et d'énergies renouvelables (e.a. énergie solaire, pompes à chaleur, chauffage automatique au bois, centrales de cogénération à la biomasse, réseaux de chauffage urbain approvisionnés par des sources d'énergie renouvelables et/ou de la chaleur récupérée). Depuis 2021, le régime d'aides est financé par le biais du Fonds Climat et Energie.</p> <p>Le régime actuel sera revu et renforcé afin de mieux soutenir les communes dans leurs efforts de décarbonation.</p>	
Type d'instrument	Economique	
Etat d'avancement	Mise en œuvre, Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2021	n.a.	révision et renforcement du régime actuel planifiés
Entité(s) responsable(s)	MECDD, MEA	
Référence(s)	Circulaire n°3969 du 5 mars 2021 - Fonds Climat et Énergie	
Infos complémentaires	https://www.klima-agence.lu/fr/FCE	

Intitulé de la mesure	N° 315 Promotion de la construction durable	
Description	<p>La construction durable avec les trois dimensions et objectifs de faisabilité économique, bénéfiques sociétaux et respect des limites écosystémiques de notre planète est un domaine de travail vaste qui mobilise de multiples compétences et secteurs d'activités. Cette interdisciplinarité génère aussi de la complexité et les connaissances sont souvent distribuées et non-connectées.</p> <p>Le MMTP, MEA et MECDD ont mandaté le CRTI-B pour mettre à jour et moderniser le « Guide de la construction et de la rénovation durables » sous la forme d'un portail électronique (NOBA.lu), afin de centraliser les connaissances et partager les meilleurs pratiques de la construction durable au Luxembourg. Le guide devra permettre de promouvoir des aspects clés en lien avec la construction durable, les outils existants comme la certification LENOZ réformée, avec des retombées pour la formation initiale et continue des acteurs. Un accent spécifique est mis sur l'impact environnemental de la construction ainsi que la santé humaine.</p> <p>Le guide est élaboré à travers des groupes de travail, impliquant des experts publics et privés de toute la chaîne de valeur de la construction, en plus des parties prenantes sectorielles du CRTI-B. En 2020 le CRTI-B a également conclu une convention de collaboration avec le Conseil National de la Construction Durable (CNCD), afin d'aligner les priorités et regrouper les forces, au profit du secteur.</p>	
Type d'instrument	Information	
Etat d'avancement	Adoptée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2021	2023	1ère version du guide en ligne en 2023, développement continu
Entité(s) responsable(s)	MEA, MECDD, MLOG, MMTP, MECO (Classes moyennes), CRTI-B	
Référence(s)	Accord de coalition 2018-2023	
Infos complémentaires	Guide de la Construction durable Le portail luxembourgeois de la construction (crtib.lu)	

Intitulé de la mesure	N° 316 Stratégie de rénovation à long terme des bâtiments	
Description	<p>En 2020, le ministère de l'Énergie a finalisé sa stratégie de rénovation à long terme des bâtiments (LTRS - Long Term Renovation Strategy), proposant des mesures pour encadrer et faciliter la rénovation énergétique au Luxembourg. Le but était de faire une analyse approfondie du parc immobilier au Luxembourg et d'en tirer des conclusions quant au développement de la typologie et de la consommation d'énergie de bâtiments à long terme. Sur base des données collectées, un ensemble de différentes mesures a été défini pour accélérer la rénovation énergétique du parc immobilier.</p> <p>Au niveau réglementaire, certaines mesures ont été mises en œuvre (telles que l'obligation d'instaurer un fonds de travaux dédié et une adaptation des quorums décisionnels dans les immeubles en copropriété) ; une analyse critique des instruments de l'aménagement communal afin d'éliminer les barrières à la rénovation ou à l'implantation de l'énergie solaire est en train d'être finalisée et les résultats et propositions seront partagés avec les communes et les ministères concernés.</p> <p>En sus de ces mesures règlementaires, il existe d'autres propositions comme l'introduction d'une feuille de route individuelle en vue de la rénovation progressive au niveau du certificat de performance énergétique ou l'adaptation régulière des instruments économiques et fiscaux pour tenir compte des évolutions du marché et des besoins des parties prenantes.</p> <p>Une mise à jour régulière (tous les 5 ans) de la stratégie de rénovation à long terme des bâtiments est obligatoire au niveau européen ; le nom de cette stratégie change avec la révision de la directive EED (attendue pour 2023), la LTRS deviendra le NBRP – National Building Renovation Plan, plan national de rénovation des bâtiments ; les détails définitifs seront connus dès publication de la directive révisée et seront la base pour la transposition au Luxembourg.</p>	
Type d'instrument	Planification	
Etat d'avancement	Adoptée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2020	n.a.	mise en œuvre progressive de la stratégie et mise à jour régulière de la stratégie (suivant article 3 de la directive EPBD en cours de révision (2023))
Entité(s) responsable(s)	MEA, Klima-Agence	
Référence(s)	Langfristige Renovierungsstrategie Luxemburg, MEA 2020	
Infos complémentaires	https://mea.gouvernement.lu/dam-assets/energie/energie-effizienz/lu-ltrs-2020.pdf	

Intitulé de la mesure	N° 317 Sensibilisation, information, guides et services de conseil en matière de bâtiments	
Description	<p>Klima-Agence offre une multitude de services pour sensibiliser et informer les différentes parties prenantes en matière de bâtiments.</p> <p>Pour les propriétaires de bâtiments d'habitation (et locataires), Klima-Agence offre son service de conseil de base avec l'objectif de fournir un premier aperçu des possibilités de rénovation et des aides financières disponibles (notamment à l'aide de son simulateur des aides et prochainement un simulateur de rénovation énergétique). Lors des conseils, le conseiller Klima-Agence peut aussi informer sur les modalités du certificat de performance énergétique (CPE), l'évaluation énergétique du système de chauffage « Heizungscheck » obligatoire, et les mesures d'optimisation et de modernisation du système de chauffage.</p> <p>Klima-Agence lance régulièrement des campagnes de sensibilisation, généralement en coopération avec le(s) ministère(s) responsable(s), sur différents sujets d'actualité comme p. ex. l'introduction d'un nouveau régime d'aides, les énergies renouvelables, etc.</p> <p>Les démarches des communes sont encadrées par le Pacte Climat 2.0, qui promeut les mesures qui visent, entre autres, la rénovation des bâtiments communaux. Un conseiller spécialisé en rénovation énergétique assiste les communes au niveau stratégique dans ce contexte.</p> <p>Pour les entreprises, le « Klimapakt fir Betriber » propose des mesures pour améliorer notamment la performance énergétique des bâtiments des entreprises intéressées.</p> <p>Un guide de rénovation énergétique d'un bâtiment en copropriété est en cours d'élaboration. Ce guide sera mis à disposition des propriétaires de logements en copropriétés, des syndicats et des bureaux d'études afin de les soutenir dès les prémices d'un projet de rénovation. L'objectif de ce guide est de faciliter la compréhension des différentes étapes d'un projet de rénovation, d'orienter les professionnels dans l'élaboration d'une offre de service complète, prédéfinie, pour l'étude, le suivi et la mise en œuvre de travaux de rénovation (énergétique) dans une copropriété (concerne des bâtiments résidentiels et combinés (résidentiels/fonctionnels)) et de mettre en lumière le cadre réglementaire national reflétant les mesures et aides financières.</p>	
Type d'instrument	Information	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
		mise en oeuvre continue
Entité(s) responsable(s)	MEA, MECDD, MLOG, MECO (Classes moyennes), Klima-Agence	
Référence(s)		
Infos complémentaires	https://www.klima-agence.lu/fr	

Intitulé de la mesure	N° 318 Formation d'une main d'oeuvre qualifiée et suffisante dans le secteur des bâtiments
Description	<p>Les entreprises artisanales aussi bien que les bureaux d'études et architectes (concepteurs), notamment dans les secteurs de la construction (nouvelle construction et rénovation énergétique), le secteur industriel, les secteurs relatifs à la mobilité / électromobilité, et autres, sont confrontés à un changement technologique important et ont un besoin urgent de nouvelles compétences en relation avec la transition énergétique ; les entreprises qui sauront relever ces défis auront accès à de nouvelles activités et pourront contribuer activement à la réalisation des objectifs du PNEC notamment dans le domaine de l'efficacité énergétique, des énergies renouvelables et de la décarbonation.</p> <p>En ce qui concerne la formation professionnelle continue (up-skilling), les Centres Nationaux de Formation Professionnelle Continue (CNFPC), la Chambre des Métiers (CdM), la Fédération des Artisans avec ses Centres de Compétences « Génie Technique du Bâtiment » et « Parachèvement » (CdC-GTB/PAR), l'Institut de Formation Sectoriel du Bâtiment (IFSB) et d'autres acteurs privés offrent régulièrement des formations théoriques et pratiques pour artisans et conseillers en énergie sur différents sujets d'actualité en lien avec la transition énergétique tels que les changements réglementaires, les défis concernant de nouvelles compétences à acquérir, l'accès aux diverses certifications (« Nohalteg an d'Zukunft + ») et la mise en œuvre de solutions innovantes.</p> <p>L'OAI, en coopération avec des acteurs de la formation, propose des formations plus spécifiquement orientées sur la conception et la planification, l'étude et la promotion de nouvelles solutions innovantes, l'intégration architecturale des technologies de la transition énergétique, etc. Ces formations s'adressent en priorité aux bureaux d'études et architectes représentés par l'OAI.</p> <p>Afin de garantir une adéquation des programmes de formation pour les différents niveaux de compétences et domaines concernés, avec les défis relatifs aux objectifs du PNEC, une évaluation systématique et régulière de ces programmes en concertation avec les acteurs du terrain et le(s) ministère(s) concerné(s), sous forme d'une initiative nationale regroupant tous les acteurs concernés, est nécessaire.</p> <p>Pour compléter cette offre de formation, il est aussi nécessaire de continuer à investir dans les offres de reconversion professionnelle (re-skilling) pour offrir aux demandeurs d'emploi des perspectives dans d'autres branches. À titre d'exemple, on peut évoquer le secteur des installateurs et chauffagistes qui s'efforcent de plus en plus d'abandonner les systèmes de chauffage à énergie fossile au profit de systèmes modernes tels que les pompes à chaleur.</p> <p>Afin de faciliter l'accès à la formation continue au niveau des entreprises, la possibilité des aides financières et des incitations pour des formations en lien avec la transition énergétique, comme p.ex. des « skills bridges » pour le personnel du secteur de la construction, sera analysée.</p>
Type d'instrument	Education
Etat d'avancement	Mise en œuvre, En analyse

Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
Entité(s) responsable(s)	MENEJ, MEA, Autre(s)	
Référence(s)		
Infos complémentaires	https://www.cnfpc.lu ; https://www.lifelong-learning.lu ; https://www.cdm.lu ; https://www.ifsb.lu ; https://www.cdc-gtb.lu ; https://www.neobuild.lu ; https://www.eacademy.lu ; https://www.houseoftraining.lu/ ;	

Intitulé de la mesure	N° 319 Rôle précurseur de l'Etat en matière de bâtiments (voir aussi N° 303)	
Description	<p>Afin de garantir le rôle précurseur de l'Etat en matière de bâtiments, l'administration des Bâtiments publics veille à ce que tous les nouveaux bâtiments publics soient conçus et réalisés de façon exemplaire. Depuis quelques années, les nouveaux bâtiments publics sont déjà, dans la mesure du possible, chauffés par des pompes à chaleur ou des chaudières bois-énergie et sont équipés d'installations photovoltaïques. Avec la réglementation de juin 2021 concernant la performance énergétique des bâtiments, ceci devient le standard au Luxembourg et l'Etat ira plus loin au niveau de son rôle précurseur, à savoir la réalisation de bâtiments à énergie positive, l'utilisation maximale de la surface en toiture disponible pour des installations photovoltaïques.</p> <p>Selon la stratégie d'assainissement énergétique de l'administration des Bâtiments publics, basée sur la directive européenne sur l'efficacité énergétique (EED), 3% de la surface des bâtiments appartenant au gouvernement central ont été rénovés par an les dernières années et cette exigence sera maintenue dans la nouvelle directive, c.-à-d. qu'il y a une obligation de rénover au minimum 3% de la surface des bâtiments par an et cette exigence sera encore renforcée dans la mesure où le niveau à atteindre par une rénovation sera le « nearly-zero energy building » (nZEB, bâtiment à consommation d'énergie quasi-nulle) et où son application sera étendue sur tout le secteur public, à savoir tous les bâtiments de l'Etat (plus seulement l'Etat central) (ainsi que les bâtiments des communes). La définition du secteur public sera adaptée avec la révision de la directive et comprendra dorénavant l'Etat ainsi que les communes (« public bodies » means national, regional or local authorities and entities directly financed and administrated by these authorities but not having industrial or commercial character).</p> <p>La rénovation et la construction exemplaires des bâtiments joueront un rôle clé dans la stratégie de décarbonation poursuivant l'objectif de la neutralité climatique de l'administration étatique dès 2040.</p>	
Type d'instrument	Budgetaire, Information	
Etat d'avancement	Mise en œuvre, Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
		mise en oeuvre continue
Entité(s) responsable(s)	MMTP, ABP, MEA	
Référence(s)	Directive européenne sur l'efficacité énergétique Motion 3513 au sujet de la neutralité climatique au sein de l'administration publique au plus tard à l'horizon 2040, adoptée à la Chambre des Députés en date du 29 avril 2021	
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 320 Rôle précurseur du secteur public en matière d'efficacité énergétique	
Description	<p>Dans le contexte du rôle précurseur du secteur public en matière d'efficacité énergétique, la directive européenne sur l'efficacité énergétique (EED, Article 5, Public sector leading on energy efficiency) qui est actuellement en cours de révision, prévoit une réduction de 1,9 % de la consommation d'énergie finale par année dans tout le secteur public, c.-à-d. une amélioration annuelle de l'efficacité énergétique, avec une phase transitoire de 2 années pendant laquelle les objectifs seront indicatifs.</p> <p>Cette obligation de l'amélioration de l'efficacité énergétique concerne toutes les activités du secteur public.</p> <p>La définition du secteur public sera adaptée avec la révision de la directive et comprendra dorénavant l'Etat ainsi que les communes ; pour les communes il y aura un « phasing-in », c.-à-d. que les communes avec une population supérieure à 50.000 habitants seront prises en compte à partir du 1.01.2027 et les communes avec une population supérieure à 5.000 habitants à partir du 1.01.2030.</p> <p>L'obligation de rénover énergétiquement certaines catégories de bâtiments dont le secteur public est propriétaire est complémentaire à cette obligation d'améliorer l'efficacité énergétique en général, dans le sens que toute rénovation énergétique contribuera aussi à l'atteinte de l'objectif d'améliorer l'efficacité énergétique en général.</p>	
Type d'instrument	Budgétaire, Information	
Etat d'avancement	En analyse	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
Entité(s) responsable(s)	MMTP, ABP, MEA, MINT, Communes	
Référence(s)	Directive européenne sur l'efficacité énergétique (révision 2023)	
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 321 Rôle précurseur des communes en matière de bâtiments	
Description	<p>Le Pacte Climat 2.0 donne aux communes un encadrement attirant pour les soutenir dans leur rôle précurseur en matière de rénovation exemplaire du parc immobilier communal et de construction de nouveaux bâtiments communaux durables. À cette fin, la commune applique les critères les plus élevés en matière d'énergie, d'écologie et d'économie de ressources ainsi que d'adaptation durable au changement climatique dans la construction, la rénovation et la gestion / l'utilisation de ses bâtiments. Dans ce contexte, les communes bénéficient d'aides financières issues du Fonds Climat et Énergie. Elles profitent également du régime « Klimabonus Wunnen », lorsqu'elles rénovent ou construisent des logements dont elles sont les propriétaires.</p> <p>Ce rôle précurseur et exemplaire des communes sera d'autant renforcé et rendu obligatoire par les futures exigences de la directive européenne sur l'efficacité énergétique (EED), dans le sens que « public bodies » ne concerne plus seulement l'Etat, mais aussi les communes.</p> <p>L'exigence basée sur la directive européenne sur l'efficacité énergétique (EED), de rénover au minimum 3% de la surface des bâtiments par année sera dorénavant applicable, non plus seulement aux bâtiments de l'Etat, mais également aux bâtiments des communes et cette exigence sera renforcée dans la mesure où le niveau à atteindre par une rénovation sera le « nearly-zero energy building » (nZEB, bâtiment à consommation d'énergie quasi-nulle).</p> <p>La définition du secteur public sera adaptée avec la révision de la directive et comprendra dorénavant l'Etat ainsi que les communes (« public bodies » means national, regional or local authorities and entities directly financed and administrated by these authorities but not having industrial or commercial character).</p> <p>Au-delà des obligations concernant leurs propres bâtiments, les communes peuvent inciter leurs citoyens à la rénovation énergétique en promouvant les aides étatiques disponibles, et en offrant leurs propres programmes d'aides communales.</p>	
Type d'instrument	Economique, Accord volontaire, Information	
Etat d'avancement	Mise en œuvre, Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
		mise en œuvre continue
Entité(s) responsable(s)	MECDD, MEA, MINT, Communes, Klima-Agence	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 322 Réduction des impacts environnementaux de la construction	
Description	<p>Les Ministères de l'Énergie et de l'Environnement se sont dotés d'une « Feuille de Route Construction Bas Carbone – Luxembourg ». A travers une série de projets et en étroite collaboration avec le secteur de la construction, le programme vise à développer et mettre en place les outils nécessaires pour atteindre la neutralité carbone du secteur en 2050. Le programme vise prioritairement les « émissions incorporées » (émissions relatives aux phases de production des matériaux de construction, phases de construction et ultérieurement de démolition / déconstruction) des projets de construction et de rénovation, la performance énergétique même des bâtiments étant traitée par d'autres mesures du PNEC. Un lien étroit entre l'empreinte carbone d'un bâtiment sur tout son cycle de vie (dont le calcul deviendra obligatoire dans le cadre de la proposition de refonte de la directive sur la performance énergétique des bâtiments - DPEB) et des objectifs de réduction des émissions de GES au niveau national est envisagé. Même si la feuille de route vise en 1er lieu les émissions GES, les outils permettront de réaliser des analyses de cycle de vie plus complètes, tenant compte d'autres impacts environnementaux ainsi que d'aspects liés à la santé humaine.</p> <p>Au-delà du développement de méthodes et d'outils, un point central de la feuille de route est l'identification des solutions concrètes pour réduire l'empreinte carbone des bâtiments, tels qu'une conception plus économe en matériaux ou avec des matériaux à impact plus faible (p.ex. biosourcés), une conception pour un usage modulaire et une prolongation de la durée d'utilisation ou encore une conception pour la déconstruction et la réutilisation de produits et matériaux. Maintenir l'existant dans la mesure du possible lors de transformations et de rénovations contribue également à réduire l'intensité matière. Réduire les excavations de sol ou mieux gérer l'offre et la demande de sols permet d'agir sur les besoins en transport.</p>	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	Adoptée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2022	2024	1ère phase, le cadre réglementaire sera élaboré dans une phase ultérieure
Entité(s) responsable(s)	MEA, MECDD, MLOG, MMTP, MECO (et Classes moyennes)	
Référence(s)	Feuille de Route Construction Bas Carbone	
Infos complémentaires	https://gouvernement.lu/fr/actualites/toutes_actualites/communiques/2023/06-juin/14-turmes-construction-decarbone.html	

Intitulé de la mesure	N° 323 Décarbonation de chantiers de construction	
Description	<p>Dans l'approche holistique de gérer les impacts environnementaux et notamment les émissions de GES du secteur de la construction sur tout le cycle d'utilité du bâtiment (voir mesure « Réduction des impacts environnementaux de la construction »), il importe d'agir au niveau de toutes les étapes. La phase de construction du bâtiment génère des émissions directes à travers les camions et engins, employés sur les chantiers et utilisés pour des opérations de démolition, d'excavation de terres, de transport des terres et matériaux, et de production et de finition des bâtiments. La décarbonation des chantiers de construction passe en 1er lieu par l'électrification des camions et engins, tels que démontré par des initiatives comme celle de la ville d'Oslo (https://www.klimaoslo.no/kategori/english/). En plus des émissions de GES, les émissions de bruits et de polluants de gaz d'échappements sont éliminées en même temps, des atouts importants aussi bien dans le milieu urbain que rural, car ces émissions sont nocives tant pour la santé des hommes que pour la faune et la flore. Pour l'approvisionnement en énergie des engins qui sont déjà électriques telles que les grues ou outils et pour la recharge des camions et camionnettes, il importe de mettre à disposition des opérateurs du chantier un raccordement au réseau électrique, même avant le démarrage de la construction, afin de réduire au maximum l'utilisation de générateurs électriques mobiles fonctionnant au fioul. Les opérateurs du secteur de la construction peuvent être incités à investir dans ces nouvelles technologies à travers 1) des marchés publics favorisant l'électrification des chantiers de l'Etat et des communes, et 2) des régimes d'aides à mettre en place pour des engins de construction et de transport électriques. Ces mesures seront analysées et mises en œuvre progressivement.</p>	
Type d'instrument	Planification, Economique, Autre	
Etat d'avancement	En analyse	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2023	n.a.	Développement continu
Entité(s) responsable(s)	MEA, MMTP, MECDD, MECO (et Classes moyennes)	
Référence(s)	Feuille de Route Construction Bas Carbone	
Infos complémentaires	https://gouvernement.lu/fr/actualites/toutes_actualites/communiqués/2023/06-juin/14-turmes-construction-decarbore.html	

Intitulé de la mesure	N° 324 Exigences minimales de performance énergétique pour logements mis en location (incitatifs propriétaires)	
Description	<p>Afin d'inciter d'avantage les propriétaires de logements qui sont mis en location à réaliser des rénovations énergétiques, il est envisagé la mise en place d'exigences minimales à respecter pour la classe de performance énergétique de tout logement qui est mis en location ou destiné à être mis en location.</p> <p>Ces exigences minimales seront définies en tenant compte du rapport coût-efficacité (proportionnalité des mesures de rénovation) et de la faisabilité technique. À préciser que les propriétaires sont éligibles aux différentes aides et incitatifs (étatiques ou autres) disponibles pour ce type de travaux de rénovation énergétique.</p> <p>Il est ainsi prévu de créer un lien entre la classe de performance énergétique d'un logement qui est mis en location et le droit de le mettre en location et/ou le montant maximal autorisé du loyer.</p> <p>Ce type d'incitatif est préféré à l'idée de faire participer un propriétaire directement aux coûts de l'énergie (chauffage + ECS) qui sont à charge du locataire.</p>	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	En analyse	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
Entité(s) responsable(s)	MEA, MLOG	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 325 Facilitation de travaux énergétiques dans les bâtiments en copropriété	
Description	Par la loi du 30 juin 2022 modifiant la loi modifiée du 16 mai 1975 portant statut de la copropriété des immeubles bâtis aux fins d'introduire un fonds de travaux, des éléments facilitateurs ont été introduits dans le domaine des bâtiments en copropriété. Nécessitant auparavant une majorité des trois-quarts, les travaux suivants peuvent dorénavant être décidés à la majorité simple des copropriétaires : Rénovation énergétique / Gainage / Réalisation d'installations de production et de stockage d'énergie à partir de sources d'énergie renouvelables dans les parties communes. Cette loi introduit également l'obligation de constituer un fonds de travaux dans la copropriété.	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
Entité(s) responsable(s)	MEA, MLOG	
Référence(s)		
Infos complémentaires	https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/loi/2022/06/30/a347/jo ; https://logement.public.lu/fr/proprietaire/copropriete.html#:~:text=La%20loi%20instaure%20un%20fonds,le%201er%20ao%C3%BBt%202023	

Intitulé de la mesure	N° 326 Harmonisation des règles urbanistiques	
Description	Les règles urbanistiques peuvent varier d'une commune à l'autre avec des niveaux de restrictions différents. Le Ministère de l'Énergie et de l'Aménagement du territoire est en train d'analyser une multitude de plans d'aménagements particuliers et de règlements des bâtisses, et proposera après analyse des allègements, respectivement formulations-types concernant notamment l'installation de centrales photovoltaïques, l'installation de centrales type « plug-in-PV », l'installation de pompes à chaleur ainsi que les rénovations énergétiques. Ces propositions de simplification et d'harmonisation seront mises à disposition des communes par le Ministère de l'Intérieur et serviront de modèle aux communes, elles ont pour vocation d'orienter et de guider les autorités communales lors de la confection de leur règlement sur les bâtisses et de générer entre les communes une certaine homogénéité des règles applicables ; l'adoption des propositions dans le cadre de leurs règlements relève de la compétence des communes (autonomie communale).	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	En analyse	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
Entité(s) responsable(s)	MEA, MINT, Communes	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 327 Entité nationale d'accompagnement de la rénovation énergétique, la décarbonation et la mise en oeuvre d'installations photovoltaïques pour bâtiments résidentiels
Description	<p>La rénovation énergétique et la décarbonation du stock de bâtiments sont essentielles au vu de l'atteinte des objectifs nationaux de réduction des émissions de gaz à effet de serre, d'amélioration de l'efficacité énergétique et de production d'électricité renouvelable.</p> <p>La proposition de refonte de la directive européenne concernant la performance énergétique des bâtiments (EPBD - Energy Performance of Buildings Directive) prévoit des objectifs de rénovation énergétique progressive des bâtiments. Les objectifs se basent sur des standards de performance énergétiques minimums (MEPS - Minimum Energy Performance Standards) à atteindre par type de bâtiment et selon un échéancier spécifique. Les premiers bâtiments visés dans un premier temps sont les bâtiments les moins performants.</p> <p>Si cette proposition cible les bâtiments résidentiels à plus de 10 unités d'habitation, le Luxembourg envisage d'étendre l'accompagnement de rénovation énergétique pour tous les bâtiments résidentiels à faible performance énergétique. Dès la refonte officielle de la directive EPBD, les niveaux de performance et les dates d'échéance seront définis au niveau national.</p> <p>Afin de structurer et d'accompagner ce type de projet, le Luxembourg prévoit la création d'une « entité nationale d'accompagnement pour les projets de rénovation énergétique, de décarbonation et de mise en oeuvre d'installations photovoltaïques pour bâtiments résidentiels ».</p> <p>La structure de cette entité sera définie en tenant compte des structures nationales existantes (tel que la Klima-Agence).</p> <p>À préciser que cette entité ne concurrencera pas les acteurs actifs sur le marché national, mais inclura ces acteurs (tels que p.ex. les conseillers en énergie agréés ou les membres de l'OAI/bureaux d'études) dans le cadre de l'accompagnement et d'autres services proposés aux clients (comparable à la gestion des conseillers actifs dans le cadre du Pacte climat pour communes) ; la future organisation de l'entité sera définie en concertation avec le secteur et les acteurs concernés.</p> <p>Cette mesure figure parmi les mesures structurelles identifiées au niveau de la stratégie de rénovation à long terme.</p> <p>L'objectif principal consiste dans l'assistance structurée et complète des propriétaires de bâtiments résidentiels à faible performance énergétique, au niveau de l'identification des potentiels d'amélioration, de la planification, du financement (prenant en compte tous les mécanismes d'aides existants) et de la réalisation des mesures de rénovation énergétique, de décarbonation et de mise en oeuvre d'installations photovoltaïques. L'initiative cible tous les propriétaires de bâtiments résidentiels (mis en location ou non) qui s'engagent à réaliser ce type de travaux.</p> <p>L'accompagnement sera basé sur un engagement volontaire des propriétaires.</p> <p>Les rôles de cette nouvelle entité comprendront entre-autres :</p> <ul style="list-style-type: none"> - l'identification des bâtiments résidentiels à faible performance énergétique (sur base de niveaux de performance définis au niveau national) (sur base de CPE);

	<ul style="list-style-type: none"> - l'établissement d'une typologie nationale/locale des bâtiments résidentiels ciblés, afin de standardiser et simplifier l'identification des potentiels et des mesures à mettre en œuvre, avec un accent sur la rénovation énergétique profonde; - la sensibilisation et la responsabilisation des propriétaires des bâtiments ciblés, en coopération avec d'autres acteurs concernés (communes, offices sociaux, INPA, parties obligées, ...); - la gérance et mise à disposition de conseillers/accompagnateurs en rénovation énergétique (mise à disposition basée sur les conseillers agréés et/ou membres de l'OAI/bureaux d'études qui sont actifs sur le marché luxembourgeois); - la gestion de projet complète pour la mise en œuvre des mesures ciblées (rénovation énergétique, décarbonation et mise en œuvre d'installations photovoltaïques); - l'assurance qualité au niveau des conseillers/accompagnateurs en rénovation énergétique (certification); - la prise en compte des différentes aides disponibles dans le cadre des travaux ciblés ; - la prise en compte spécifique des règles européennes d'aides d'Etat si des entreprises (propriétaires des bâtiments ciblés) sont concernées; - <p>Dans ce cadre, les expériences du projet pilote de rénovation de quartiers lancé dans la Ville de Differdange (voir mesure N° 328) seront prises en compte lors de la définition de la structure et des missions d'une telle entité.</p>	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	En cours de définition	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
Entité(s) responsable(s)	MEA, Klima-Agence	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 328 Projet pilote « rénovation de quartiers – Differdange »	
Description	<p>Résultat de la stratégie de rénovation à long terme des bâtiments, un projet pilote de « rénovation de quartiers » est lancé à Differdange. Les travaux de préparation et d'analyses préalables ont démarré en 2022 et le lancement officiel du projet est prévu début 2023.</p> <p>L'objectif du projet pilote est d'augmenter le taux de rénovations dans les quartiers les plus propices à la rénovation énergétique, avec un accent sur la rénovation profonde, en structurant et intensifiant les conseils et l'accompagnement des propriétaires des bâtiments concernés tout au long du processus de rénovation.</p> <p>Le développement d'une typologie de maisons unifamiliales est au cœur du projet. Il sera ainsi possible d'identifier les besoins et les potentiels d'économies en énergie spécifiques pour chaque type de bâtiment et ainsi proposer des mesures de rénovation énergétique spécifiques pour chaque type de maison avec prise en compte des aides étatiques « Klimabonus Wunnen », d'éventuelles aides communales et autres aides privées (mécanisme d'obligations en matière d'efficacité énergétique).</p> <p>Le projet est réalisé en coopération avec l'Institut national pour le patrimoine architectural (INPA) afin de supprimer les barrières à la rénovation énergétique des différents types de bâtiments protégés au niveau communal. Ceci en harmonisant les mesures proposées par un conseiller en énergie avec les exigences de la protection du patrimoine.</p> <p>Un autre volet du projet est la sensibilisation et l'information des habitants à l'aide de services de conseil renforcés et d'un support adapté pour les demandes d'aides Klimabonus.</p> <p>Sur base des expériences de ce projet, une démarche standardisée au niveau national sera développée en vue de la mobilisation concertée du potentiel de rénovation dans d'autres communes et régions du pays (voir mesure N° 327).</p>	
Type d'instrument	Recherche	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
Entité(s) responsable(s)	MEA, Klima-Agence	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 329 Assistance aux ménages en précarité énergétique	
Description	<p>Le programme « Assistance aux ménages en précarité énergétique » vise un meilleur accompagnement des ménages à faible revenu et en situation de précarité énergétique, c'est-à-dire des ménages qui ne disposent pas de suffisamment de moyens pour chauffer correctement leur logement et/ou qui ne pouvaient pas payer leurs factures d'électricité, de gaz, d'eau ou de chauffage par manque de moyens financiers au cours des 12 derniers mois.</p> <p>Les ménages ciblés sont sélectionnés, contactés et sensibilisés à cette offre d'assistance spécifique par les offices sociaux.</p> <p>Les ménages concernés ont la possibilité de profiter d'un conseil en énergie personnalisé de Klima-Agence, ainsi que d'une subvention pour le remplacement d'un ou de plusieurs appareils électroménagers énergivores et/ou l'acquisition d'un ou de plusieurs nouveaux appareils efficients (réfrigérateur, congélateur, lave-vaisselle, machine à laver et sèche-linge). Ce service vise à informer et sensibiliser les ménages, ainsi qu'à améliorer leur situation et leur qualité de vie.</p>	
Type d'instrument	Economique	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2017	e.a.	Mise en œuvre : 2017 ; conditions adaptées : 2022
Entité(s) responsable(s)	MFAMIGR, MEA, MECDD, Klima-Agence	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

3.1.1.3 Transports & Mobilité

Intitulé de la mesure	N° 401 Plan national de mobilité 2035	
Description	<p>Le plan national de mobilité 2035 (PNM 2035) propose un concept global capable de gérer 40 % de déplacements supplémentaires par rapport à 2017. Il met en œuvre les approches préconisées par la stratégie pour une mobilité durable Modu 2.0, à savoir passer d'une logique de rattrapage à une logique d'anticipation de la future demande. Deux principes sont appliqués. Le premier est de se focaliser sur la mobilité des personnes avant de chercher des solutions pour la mobilité des véhicules. Il s'agit de mettre en place des alternatives de qualité. Le deuxième est d'utiliser les infrastructures de manière efficace. Plutôt que de planifier les réseaux des différents modes de transport de manière séparée, il s'agit de trouver des synergies multimodales, de viser des solutions compactes, de préférer le renforcement d'une offre existante au dédoublement des infrastructures. De manière générale, l'idée est de drainer le trafic de transit vers le réseau principal, d'en délester autant que possible les centres-villes afin de pouvoir aménager ceux-ci en faveur des modes de transport urbains - bus ou tram, vélo et marche à pied - qui sont les seuls à pouvoir gérer les flux de déplacements prévus pour 2035 en milieu urbain. Le PNM 2035 est avant tout une mise en cohérence des projets connus et une optimisation multimodale des planifications en cours. Néanmoins, lors de l'élaboration du concept de mobilité global, il est apparu que certaines pièces manquaient au puzzle. Ainsi, il comprend un recueil de tous les projets au niveau national nécessaires pour garantir la mobilité en 2035 et atteindre les parts modales visées, en prenant en compte la mobilité transfrontalière. Il sera décliné dans plusieurs études régionales qui élaboreront les détails des projets au niveau local et ajouteront des mesures complémentaires. Le PNM est actualisé au rythme quinquennal.</p>	
Type d'instrument	Planification	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2022	2035	
Entité(s) responsable(s)	MMTP	
Référence(s)	PNM 2035 - Plan national de mobilité (MMTP, 2022)	
Infos complémentaires	https://transports.public.lu/fr/contexte/strategie/pnm-2035.html	

Intitulé de la mesure	N° 402 Modu 2.0	
Description	La brochure Modu 2.0 est un outil d'information pour la planification d'une mobilité durable. Ainsi, elle distingue 4 acteurs de la mobilité (Etat, communes, entreprises et citoyens) et donne des recommandations spécifiques pour chaque acteur à l'aide d'une boîte à outils de la mobilité. En plus, elle illustre la méthode de planification future par laquelle le Luxembourg peut passer d'une logique de rattrapage à une logique d'anticipation en élaborant pour l'horizon 2035 un concept de mobilité durable qui est cohérent avec les scénarios de croissance et les moyens financiers du pays.	
Type d'instrument	Information	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2018	2025	
Entité(s) responsable(s)	MMTP	
Référence(s)	Modu 2.0 - Stratégie pour une mobilité durable (MDDI, 2018)	
Infos complémentaires	https://transports.public.lu/fr/contexte/strategie/modu2.html/	

Intitulé de la mesure	N° 403 MMUST et Mobimpact	
Description	Financé dans le cadre du programme Interreg V A Grande Région, le projet MMUST (Modèle multimodal et scénarios de mobilité transfrontaliers) a pour objectif d'élaborer un outil d'aide à la décision et à l'évaluation des politiques de transport en faveur de la mobilité transfrontalière au cœur de la Grande Région. MMUST peut évaluer l'effet de mesures infrastructurelles et d'autres mesures comme le télétravail ou de mesures de développement urbain sur les flux de mobilité en distinguant entre les différents modes. L'outil Mobimpact y rajoute une couche d'évaluation supplémentaire, prenant en compte les coûts et bénéfices externes d'un projet évalué par MMUST.	
Type d'instrument	Planification	
Etat d'avancement	Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2018	n.a.	mise en oeuvre continue
Entité(s) responsable(s)	MMTP	
Référence(s)		
Infos complémentaires	https://www.mmust.eu/	

Intitulé de la mesure	N° 404 Promotion de la mobilité active	
Description	Le réseau cyclable national est planifié et construit par le MMTP, il sera prolongé de 650 km à 1.100 km. Des extensions des réseaux communaux peuvent être subventionnées à 30%, si elles constituent un raccordement au réseau national. Le MMTP met à disposition des communes et des bureaux d'études des aides à la planification (veloplange.lu) et offre un support technique aux communes. Le nombre de parkings sécurisés pour vélos sera augmenté progressivement dans les années à venir. Afin d'améliorer l'orientation, toutes les pistes cyclables nationales seront équipées d'une signalisation.	
Type d'instrument	Planification, Budgétaire	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2015	2035	mise en oeuvre continue
Entité(s) responsable(s)	MMTP	
Référence(s)		
Infos complémentaires	https://veloplange.lu/	

Intitulé de la mesure	N° 405 Promotion des transports publics	
Description	Entre 2018 et 2027, l'Etat investira 3,9 milliards d'euros dans le développement de l'infrastructure ferroviaire. La capacité sera augmentée substantiellement (PNM 2035). Par ailleurs, le renforcement de liaisons ferroviaires directes et la création de nouvelles liaisons vers des villes des pays voisins sont en planification respectivement en étude en partenariat avec les autorités des pays voisins. L'extension du réseau de tram dans la Ville de Luxembourg continue. Le réseau de bus RGTR est optimisé régulièrement. Le réseau de bus dans le canton d'Esch-sur-Alzette sera réorganisé avec l'arrivée du tram rapide sur un nouveau pôle d'échange au sud du pays. Les bus seront priorités sur trois corridors à haut niveau de service jusqu'en 2035 (PNM 2035). L'échange d'informations entre les différents modes de transport sera amélioré pour offrir une meilleure qualité de service. Depuis mars 2020 les transports en commun sont gratuits au Luxembourg. Une extension de la gratuité sur un rayon de 5 km autour des frontières est en analyse.	
Type d'instrument	Planification, Budgétaire	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2018	2035	mise en oeuvre continue
Entité(s) responsable(s)	MMTP	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 406 Promotion de services de mobilité innovants	
Description	Pour rendre le covoiturage plus attractif des voies de covoiturage seront mis en place sur certaines autoroutes du pays (A1, A3, A4 et A6) (PNM 2035). Le carsharing sera promu davantage, comme moyen pour réduire le nombre de voitures individuels stationnés dans les quartiers.	
Type d'instrument	Planification, Information	
Etat d'avancement	Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2022	2035	
Entité(s) responsable(s)	MMTP	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 407 Sensibilisation, information et services de conseil en matière de mobilité	
Description	<p>Le MMTP offre des plans mobilité entreprises. Il s'agit d'un outil d'aide pour les entreprises à mieux organiser la mobilité de leurs employés. Les communes peuvent demander un support technique et un cofinancement d'études de mobilité communales. Mobilité.lu (Mobilitéitszentral) est amélioré en continu pour donner un meilleur accès aux transports en commun.</p> <p>Le MECO s'engage à appliquer les principes de circularité et de durabilité par une gestion intelligente des zones d'activité économiques couplée à la mise en œuvre de services et d'infrastructures de qualité. Un processus co-créatif est en cours d'élaboration, visant à impliquer les différents acteurs clés afin d'assurer une adoption à large échelle de ces nouvelles solutions. En matière de mobilité, une planification cohérente avec les objectifs nationaux et l'intégration de nouvelles notions à sa mise en œuvre permettront d'améliorer la qualité de l'offre, incitant ainsi les utilisateurs à tester des nouveaux services et à adopter des nouvelles habitudes, p.ex. par l'utilisation accrue de solutions de mobilité innovantes et intelligentes - tout en contribuant ainsi à augmenter l'attractivité de sites.</p>	
Type d'instrument	Information, Planification	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
		mise en œuvre continue
Entité(s) responsable(s)	MMTP, MECO, Autre(s)	
Référence(s)		
Infos complémentaires	https://www.mobiliteit.lu/fr/	

Intitulé de la mesure	N° 408 Mise en place d'un cadre pour le télétravail	
Description	<p>La digitalisation progressive du travail facilitant le découplage de l'activité professionnelle et du lieu de travail, le télétravail est en train de s'établir comme bonne pratique pour accompagner une société en transition, renforçant la résilience de l'économie et ayant le potentiel de diminuer considérablement les besoins en mobilité et toutes les nuisances associées. Le travail à distance, y compris les visioconférences, permettent en effet de réduire le trafic pendulaire et les déplacements professionnels aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur du pays. Pour faciliter le télétravail pour l'ensemble des salariés sur le territoire du Luxembourg, un cadre législatif a été créé pour définir les conditions-cadres et les modalités du télétravail. Par ailleurs, certaines dispositions ont été prises pour organiser le télétravail dans la fonction publique. Afin de consolider la base légale, le ministère de la Fonction publique a préparé un projet de loi accompagné d'un règlement grand-ducal qui se trouvent actuellement dans la procédure législative. En matière de fiscalité, ce sont les conventions de non double imposition (« conventions fiscales ») que le Luxembourg a conclues avec ses trois pays limitrophes qui déterminent les règles concernant le droit d'imposition des Etats contractants. Les trois conventions fiscales prévoient des seuils de tolérance, c'est-à-dire un certain nombre de jours par année fiscale, concernant le droit d'imposition relatif aux travailleurs transfrontaliers. Ces seuils de tolérance sont également utilisés par les frontaliers afin de pouvoir faire du télétravail sans être imposé dans leur État de résidence. Les seuils de tolérance respectifs s'élèvent actuellement à 34 jours pour les conventions fiscales avec la Belgique et la France. Celui prévu avec l'Allemagne s'élève encore à 19 jours, mais passera à 34 jours également à partir de l'année 2024.</p> <p>En ce qui concerne le volet de la sécurité sociale, un accord cadre a été dégagé au niveau européen. Celui-ci permet d'effectuer moins de 50% de temps en télétravail (au lieu des 25% usuellement applicables) pour les salariés des pays d'emploi et de résidence qui sont signataires de l'accord-cadre qui sera d'application le 1^{er} juillet 2023. Le Luxembourg a signé l'accord en date du 5 juin 2023, tout comme l'Allemagne (17 mai 2023) et la Belgique (6 juin 2023). La France ne s'est pas encore prononcée sur la signature de cet accord-cadre.</p>	
Type d'instrument	Réglementaire / Accords ou conventions bi-/multilatéraux	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
		Mise en œuvre continue
Entité(s) responsable(s)	MTEESS, MFIN, MSS, MFP, MEA	
Référence(s)	Loi du 1er avril 2022 portant modification des articles L. 414-3 et L. 414-9 du Code du travail. Convention du 20 octobre 2020 relative au régime juridique du télétravail	

	Accord-cadre télétravail sécurité sociale
Infos complémentaires	<p>Travail :</p> <p>Loi du 1er avril 2022 portant modification des articles L. 414-3 et L. 414-9 du Code du travail : https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/loi/2022/04/01/a172/jo ;</p> <p>Convention du 20 octobre 2020 relative au régime juridique du télétravail : https://itm.public.lu/dam-assets/fr/publications/conventions-collectives/codicille/cct-teletravail.pdf</p> <p>Sécurité sociale :</p> <p>Site Internet officiel de l'accord-cadre télétravail sécurité sociale : https://socialsecurity.belgium.be/fr/activites-internationales/teletravail-transfrontalier-dans-lue-lee-et-la-suisse;</p> <p>Signature accord-cadre télétravail sécurité sociale : https://mss.gouvernement.lu/fr/actualites.gouvernement%2Bfr%2Bactualites%2Btoutes_actualites%2Bcommuniqués%2B2023%2B06-juin%2B06-haagen-accord-teletravail-frontaliers.html;</p> <p>Informations relatives à la mise en œuvre de l'accord-cadre : https://mss.gouvernement.lu/fr/actualites.gouvernement%2Bfr%2Bactualites%2Btoutes_actualites%2Bcommuniqués%2B2023%2B06-juin%2B20-declaration-teletravail-transfrontalier.html</p>

Intitulé de la mesure	N° 409 Limitation du besoin en mobilité - promotion des espaces de coworking	
Description	<p>Entre 2017 et 2019, le Département de l'aménagement du territoire (DATer) a mis en place le groupe de travail interministériel « Limitation du besoin en mobilité » afin d'approfondir une des recommandations stratégiques formulées par l'étude The Third Industrial Revolution Strategy dans le domaine de la mobilité. Le groupe de travail a axé ses réflexions sur les modalités d'implantation d'espaces de co-travail proches des frontières et des pôles multimodaux afin de réduire significativement les déplacements quotidiens des frontaliers. Ainsi, et outre le site de Belval en tant que projet-pilote à court terme, la liste de sites potentiels comportait au mois d'octobre 2019 Rodange (gare), Merttert, Bettembourg (gare), ZAE Grass, Frisange et Nordstad. Ce dernier site présente notamment un potentiel concernant la déconcentration des administrations publiques.</p> <p>Face au constat de multiplication d'espaces de co-travail par des acteurs privés sans une intervention et/ou une contribution étatique et tout en sachant que l'État ne peut s'opposer aux initiatives du marché, le GT a proposé plusieurs rôles que l'État pourrait avoir dans la promotion de tels espaces. Ces pistes comprennent entre autres le lancement d'un sondage auprès des agents de la Fonction publique sur les déplacements quotidiens et leurs préférences entre le télétravail à domicile et le travail dans un espace de co-travail ou encore la possibilité de créer une zone de co-développement sur une frontière et dans laquelle s'applique le régime fiscal luxembourgeois. Une autre proposition est de prendre systématiquement en compte la possibilité de création d'espaces de co-travail dans le cadre des réflexions menées au sujet de la déconcentration des administrations de l'État dans des agglomérations en dehors de la Ville de Luxembourg, concernant les besoins en bureaux au niveau de l'État et au niveau de planification et des réaménagements des gares situées à proximité des frontières.</p>	
Type d'instrument		
Etat d'avancement	Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
Entité(s) responsable(s)		
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 410 Promotion de l'électrification du parc automobile immatriculé au Luxembourg	
Description	<p>Pour accélérer l'électrification du parc automobile au Luxembourg, un ensemble de mesures a été introduit, telles que :</p> <ul style="list-style-type: none"> - la mise en place et l'exploitation de l'infrastructure de charge publique de base Chargy par les gestionnaires de réseau ; - la promotion du réseau de bornes de charge privées par des aides financières et par l'introduction d'exigences minimales dans le cadre de la réglementation de la performance énergétique des bâtiments ; - l'introduction d'un régime d'aides pour les entreprises investissant dans une infrastructure de charge publique ou privée, soit par un appel à projets, soit par une simple demande (seulement PME) ; - l'introduction des aides financières pour véhicules électriques (voitures et camionnettes) ; - l'électrification poussée des flottes publiques de véhicules ; - l'introduction de mesures de promotion complémentaires comme l'initiative « Stroum beweegt » ; - l'accompagnement des communes en ce qui concerne la mise en place d'une infrastructure de charge ; - l'élargissement du service de conseil Klima-Agence ; - l'adaptation du code de la route pour autoriser la conduite de véhicules N1 non-thermiques qui dépassent 3.500 kg (sans dépasser 4.250 kg) avec le permis de la catégorie B ; - et l'autorisation au niveau du Benelux du dépassement de la masse maximale autorisée des véhicules utilitaires et des voitures automobiles à zéro émission pour compenser le poids additionnel des batteries. 	
Type d'instrument	Réglementaire, Economique, Fiscal, Accord volontaire, Information, Planification	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
		mise en oeuvre continue
Entité(s) responsable(s)	MMTP, MEA, MECDD, MECO, Klima-Agence	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 411 Mise en place d'une infrastructure de charge publique	
Description	<p>Pour anticiper les besoins de l'électromobilité, le gouvernement a organisé en 2015 le déploiement d'une infrastructure nationale unique de 800 bornes de charge publiques. Ce réseau appelé Chargy est géré par les gestionnaires de réseau qui installent des bornes de charge sur les parkings relais « P+R », les parkings publics et la voirie publique (au moins une par commune).</p> <p>Suite à l'évolution du déploiement de l'électromobilité, 88 bornes ont été converties en bornes ultra-rapides SuperChargy d'une puissance de charge entre 150kW et 350kW, qui sont réparties sur 19 stations.</p> <p>Cette mesure prend fin avec l'installation de ces 800 bornes et est complétée par le régime d'aides en faveur des entreprises investissant dans des infrastructures de charge.</p>	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2016	2023	
Entité(s) responsable(s)	MMTP, MEA	
Référence(s)	Règlement grand-ducal modifié du 3 décembre 2015 relatif à l'infrastructure publique liée à la mobilité électrique	
Infos complémentaires	https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/rgd/2015/12/03/n2/jo	

Intitulé de la mesure	N° 412 Electrification du parc automobile des pouvoirs adjudicateurs et des entités adjudicatrices (Etat, communes, syndicats de communaux,...)	
Description	Les pouvoirs adjudicateurs et les entités adjudicatrices tiennent compte, lors de l'obtention par voie de marchés publics de certains véhicules routiers, des incidences énergétiques et environnementales qu'ont ces véhicules tout au long de leur cycle de vie, y compris la consommation d'énergie et les émissions de CO ₂ et de certains polluants, afin de promouvoir et de stimuler le marché des véhicules propres et économes en énergie. Pour chaque pouvoir adjudicateur ou chaque entité adjudicatrice, un pourcentage minimal de véhicules propres sur l'entièreté des véhicules mis en adjudication doit être obtenu au cours de périodes de référence de cinq années. Ces objectifs minimaux sont applicables à différents modes de passation des marchés publics, y compris les contrats d'achat, de leasing, de location et de contrats de service.	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2021	n.a.	
Entité(s) responsable(s)	MMTP, MINT	
Référence(s)	Règlement grand-ducal du 2 novembre 2021 relatif à la promotion de véhicules routiers propres à l'appui d'une mobilité à faible taux d'émissions	
Infos complémentaires	https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/rgd/2021/11/02/a772/jo	

Intitulé de la mesure	N° 413 Electrification du parc automobile étatique	
Description	Depuis 2018, l'acquisition de voitures électriques rechargeables (BEV ou, le cas échéant, PHEV) est prescrite pour les services de l'État. L'achat de voitures à moteur thermique est seulement autorisé dans des cas très exceptionnels ou pour des véhicules spécifiques et ce sur base d'une justification détaillée. L'acquisition des voitures BEV et PHEV se fait de façon centralisée sous la compétence du Ministère de la Mobilité et des Travaux publics.	
Type d'instrument	Accord volontaire	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2018	n.a.	
Entité(s) responsable(s)	MFIN, MMTP, MECDD	
Référence(s)	Circulaire budgétaire sur l'acquisition de véhicules	
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 414 Electrification complète du réseau de bus RGTR jusqu'en 2030	
Description	Le RGTR (Régime général des transports routiers) s'est donné comme objectif d'électrifier (BEV, PHEV ou FCEV) jusqu'en 2030 tous les autobus et autocars de sa flotte. Dans le marché public lancé en 2020 50% des kilomètres seront prestés par des véhicules électriques. A noter que la directive (UE) 2019/1161 modifiant la directive 2009/33/CE relative à la promotion de véhicules de transport routier propres et économes en énergie fixe pour le Luxembourg un taux de 45% d'autobus propres dans les appels d'offres entre 2021 et 2026 et un taux de 65% entre 2026 et 2030. Vu les initiatives déjà entreprises par les différents opérateurs et les objectifs annoncés par ces derniers, les premières étapes sont entamées afin d'atteindre les objectifs fixés par la directive.	
Type d'instrument	Autre	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2021	2030	
Entité(s) responsable(s)	MMTP	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 415 Obligation d'incorporation de biocarburants durables aux carburants routiers
Description	<p>La loi modifiée du 17 décembre 2010 fixant les droits d'accise et les taxes assimilées sur les produits énergétiques fixe le taux d'incorporation de biocarburants aux carburants routiers, exprimé sur base de la teneur énergétique des carburants. Ce taux est adapté en principe annuellement par le biais de la loi budgétaire. Pour 2022 et 2023, en raison de la crise énergétique, il est fixé à 8,00%, l'article de la loi stipulant que: « Les opérateurs mettant à la consommation de l'essence et du gasoil routier doivent justifier de l'utilisation de biocarburants, au sens de la directive (UE) 2018/2001 relative à la promotion de l'utilisation de l'énergie produite à partir de sources renouvelables, qui respectent les critères de durabilité y prévus, à raison d'au moins 8,00%, calculé sur base de la teneur énergétique des carburants. L'électricité renouvelable mis à la consommation pour la mobilité électrique par les opérateurs sur leurs stations-services peut être comptabilisée suivant les dispositions de la directive (UE) 2018/2001. La part d'énergie des biocarburants produits à partir de céréales et d'autres plantes riches en amidon, sucrières et oléagineuses, et à partir de cultures cultivées en tant que cultures principales essentiellement à des fins de production d'énergie sur des terres agricoles, ne doit pas dépasser 5 % des biocarburants mis à la consommation, calculé sur base de la teneur énergétique des carburants. » À compter du 31 décembre 2023 et jusqu'au 31 décembre 2030 au plus tard, la limite des biocarburants, bioliquides et combustibles issus de la biomasse présentant un risque élevé d'induire des changements indirects dans l'affectation des sols et dont la zone de production gagne nettement sur les terres présentant un important stock de carbone, doit diminuer progressivement pour s'établir à 0 % fin 2030. La contribution des biocarburants avancés et du biogaz produit à partir des matières premières énumérées à l'annexe IX, partie A de la directive 2018/2001, comme part de la consommation finale d'énergie dans le secteur des transports est d'au moins 0,2 % en 2022 et d'au moins 1 % en 2025 et d'au moins 3,5 % en 2030. La décarbonation du secteur des transports joue un rôle essentiel en vue de la réduction des émissions de gaz à effet de serre à l'horizon 2030 et en vue de la décarbonation complète pour 2050.</p> <p>Le Luxembourg vise d'ici pour le secteur des transports une part d'énergies renouvelables d'au moins 25 %, suivant le scénario du PNEC initial qui tient compte des multiplicateurs pour l'électromobilité et les biocarburants dits de « double-comptage », d'un côté grâce à l'incorporation des biocarburants qui demeurent nécessaires jusqu'au remplacement complet du moteur thermique. Il faut préciser, que déjà dans le plan national intégré énergie et climat, l'ambition était nettement supérieure aux 14 % prévus par la refonte de la directive relative à la promotion de l'utilisation de l'énergie produite à partir de sources renouvelables. Enfin, le Luxembourg a également instauré une limite de 5 % pour l'utilisation de biocarburants de première génération, afin de promouvoir l'utilisation de biocarburants de deuxième génération considérés comme plus durables. A côté des biocarburants, l'apport d'électricité renouvelable dans le secteur des transports est un atout majeur et les efforts tous azimuts pointent à relever considérablement le pourcentage des voitures électriques dans le parc automobile avec XX% d'ici 2030. Le secteur des transports reste un grand consommateur d'énergie, de sorte que la diminution de la consommation de carburants fossiles est incontournable pour respecter les différents objectifs, tant</p>

	pour la part d'énergies renouvelables et la réduction des émissions de gaz à effet de serre. A côté des biocarburants et l'électrification, l'hydrogène renouvelable jouera un rôle important pour les moyens de transports ne se prêtant pas à l'électrification. Plus de détails se trouvent dans la mesure sur la stratégie hydrogène. Les mesures pour décarboner le secteur des transports sont multiples et il ne suffira pas de remplacer un vecteur énergétique par un autre, mais passera également via des mesures visant à diminuer le recours au moyen de transport individuel en continuant de promouvoir la mobilité douce et les transports en commun.	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2022	2050	adaptation du taux de mélange d'année en année
Entité(s) responsable(s)	MEA, MFIN	
Référence(s)	Loi modifiée du 17 décembre 2010 fixant les droits d'accise et les taxes assimilées sur les produits énergétiques, l'électricité, les produits de tabacs manufacturés, l'alcool et les boissons alcooliques	
Infos complémentaires	https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/loi/2010/12/17/n2/jo	

Intitulé de la mesure	N° 416 Biométhane dans le secteur des transports	
Description	Analyse et étude des aspects technico-économiques d'une utilisation de biométhane dans le secteur des transports, notamment le besoin de financement pour l'utilisation à petite échelle, par exemple les tracteurs dans l'agriculture et, à plus grande échelle, dans le domaine des entreprises de transport de personnes et de marchandises permettant de décarboner les véhicules de transport qui sont actuellement difficilement décarbonables.	
Type d'instrument	Planification	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2022	2023	
Entité(s) responsable(s)	MEA	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 417 Carburants durables d'aviation à l'aéroport national	
Description	L'initiative ReFuelEU Aviation du paquet FF55 propose qu'en 2025/30/35/40/45/50, tous les aéroports de l'UE accueillant plus d'un million de passagers ou 100.000 tonnes de fret seront obligés d'intégrer dans leur consommation totale de carburant au moins 2%/6%/20%/32%/38%/63% de SAF (Sustainable Aviation Fuels), dont une part de 0%/0,7%/5%/8%/11%/28% composée par des carburants synthétiques.	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	En analyse	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2025	2050	
Entité(s) responsable(s)	MMTP, Société de l'Aéroport de Luxembourg	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 418 Déploiement d'une infrastructure pour carburants alternatifs	
Description	Le cadre d'action national pour le développement du marché relatif aux carburants alternatifs et le déploiement des infrastructures correspondantes (version 2019, publiée en janvier 2020), adopté en application de la directive 2014/94/UE sur le déploiement d'une infrastructure pour carburants alternatifs, contient un état des lieux du marché des carburants alternatifs au Luxembourg, les objectifs quantifiés concernant le déploiement d'infrastructures ouvertes au public, les mesures permettant d'atteindre ces objectifs. Dans le cadre FF55, il est proposé de remplacer la directive par un règlement (UE) sur le déploiement d'une infrastructure pour carburants alternatifs, comprenant des objectifs contraignants pour le déploiement de l'infrastructure. Parmi les objectifs, il y a la mise en place d'une première station-service hydrogène pour les véhicules légers et lourds propulsés à l'hydrogène.	
Type d'instrument	Planification	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2022	n.a.	mise en oeuvre continue
Entité(s) responsable(s)	MMTP, MEA	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 419 Taxe sur les véhicules routiers	
Description	Depuis le 1er janvier 2007, les émissions de CO ₂ sont prises en compte dans le calcul de la taxe sur les véhicules routiers. Pour les véhicules immatriculés à partir du 1er janvier 2001, le calcul se base sur les émissions de CO ₂ (valeur NEDC, valeur combinée) ainsi que le carburant utilisé. Pour les véhicules immatriculés pour la première fois à partir du 1er janvier 2021, le calcul se base sur la valeur WLTP des émissions de CO ₂ (valeur combinée) ainsi que le carburant utilisé.	
Type d'instrument	Fiscal	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2007	n.a.	modification de la loi en décembre 2020
Entité(s) responsable(s)	MFIN, MMTP, MECDD	
Référence(s)	Loi modifiée du 22 décembre 2006 promouvant le maintien dans l'emploi et définissant des mesures spéciales en matière de sécurité sociale et de politique de l'environnement	
Infos complémentaires	https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/loi/2020/12/15/a1001/jo	

Intitulé de la mesure	N° 420 Taxe d'immatriculation sur les véhicules routiers révisée	
Description	<p>Actuellement, au Luxembourg, la taxe d'immatriculation d'un véhicule ne sert qu'à financer la tâche administrative de l'immatriculation par la SNCA. Plusieurs Etats membres, dont la France et la Suède, appliquent une taxe de première immatriculation qui dépend des émissions de CO₂ du véhicule et qui peut être négative ou positive. L'expérience montre que ce système parvient à encourager fortement l'immatriculation de nouvelles voitures à zéro émissions, tout en restant budgétairement neutre.</p> <p>L'opportunité de réviser le système d'immatriculation sur base des régimes existant dans d'autres Etats membres, en vue d'une mise en œuvre éventuelle à partir de 2025, sera étudiée. En rendant les véhicules à zéro émission de roulement de CO₂ plus attractifs par rapport aux véhicules propulsés par des moteurs à combustion, un tel instrument fiscal pourrait accélérer davantage la transition vers des véhicules à zéro émission de roulement de CO₂ avant l'entrée en vigueur, en 2035, de l'interdiction de mise sur le marché de nouveaux véhicules propulsés à carburant fossile dans l'UE. Afin d'assurer la viabilité budgétaire à long terme du système, il conviendrait, lorsque l'électrification du parc automobile sera plus avancée, de réfléchir à une taxation sélective des véhicules électriques en tenant compte de critères environnementaux et sociaux.</p>	
Type d'instrument	Fiscal	
Etat d'avancement	Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2025	n.a.	
Entité(s) responsable(s)	MFIN, MMTP, MECDD	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 421 Avantage fiscal pour les voitures de fonction	
Description	<p>Pour tout nouveau contrat de leasing conclu depuis le 1er janvier 2017, l'avantage en nature est calculé en fonction du type de motorisation (essence, diesel, électrique) et des émissions de CO₂ de la voiture de fonction. Il est échelonné de sorte que les voitures à faibles émissions de CO₂ (BEV ou PHEV) sont favorisées par rapport aux voitures à essence ou diesel. Les voitures à zéro émissions de roulement (BEV et FECV) profitent d'un taux très avantageux. Les voitures à motorisation diesel sont pénalisées par rapport aux autres motorisations. Pour toute voiture immatriculée depuis le 1er janvier 2021, l'avantage en nature est par ailleurs calculé en fonction des valeurs WLTP (au lieu des valeurs NEDC).</p> <p>A partir de 2023, le taux sera augmenté de +0,2% pour la majorité des catégories de voitures dont les émissions de CO₂ dépassent 80 g/km. Pour les voitures dont les émissions de CO₂ sont inférieures ou égales à 80 g/km, il n'y aura pas d'adaptation des taux actuellement applicables. Le taux maximal de 1,8% s'appliquera aux voitures dont les émissions de CO₂ sont supérieures à 130 g/km (actuellement 150 g/km). Pour les voitures de fonction nouvellement immatriculées à partir du 1er janvier 2025 et pour lesquelles aucun contrat ne sera signé avant le 31 décembre 2024, le régime forfaitaire sera simplifié et particulièrement favorable aux voitures à zéro émission de roulement en CO₂.</p>	
Type d'instrument	Fiscal	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2017	n.a.	modification de la réglementation en mai 2022
Entité(s) responsable(s)	MFIN, MMTP	
Référence(s)	Règlement grand-ducal modifié du 23 décembre 2016 portant exécution de l'article 104, alinéa 3 de la loi modifiée du 4 décembre 1967 concernant l'impôt sur le revenu	
Infos complémentaires	https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/rgd/2022/05/12/a256/jo	

Intitulé de la mesure	N° 422 Leasing social automobile	
Description	<p>La voiture 100% électrique est aujourd’hui un instrument efficace et éprouvé afin de réduire l’empreinte carbone de la mobilité individuelle motorisée. L’offre de modèles de voitures électriques pures continue de s’agrandir, mais la différence du prix d’acquisition d’un tel véhicule par rapport à une voiture thermique reste importante. Même si les régimes d’aides existants, allant jusqu’à 8.000 euros, arrivent en partie à combler cette différence, un grand nombre de ménages défavorisés ne sont pas en mesure d’acquérir une voiture 100% électrique. Dans l’objectif de faciliter le financement d’un tel véhicule pour les foyers les plus défavorisés, un système de leasing social pour des contrats de leasing de longue durée sera étudié.</p> <p>Il est essentiel de ne laisser personne sur le bas-côté de la transition vers une mobilité plus propre, afin de réussir le défi environnemental qui se pose collectivement à la société. Cette mesure d’ordre social est cohérente avec les mesures du plan national de la mobilité 2035 qui prévoit d’un côté un « modal shift » vers des modes de transport autres que la voiture privée, comme le transport en commun, la mobilité active ou l’autopartage, mais reconnaît néanmoins le rôle de la voiture, surtout en milieu rural pour les déplacements de moyenne et longue distance.</p> <p>L’objectif primaire du leasing social automobile serait d’accorder aux ménages défavorisés la possibilité de remplacer leur voiture à moteur thermique contre une voiture à zéro émission de roulement en CO₂ et de pouvoir ainsi contribuer à l’électrification du parc automobile et à la réduction de l’empreinte carbone du secteur du transport.</p> <p>Il est d’abord proposé de mener une étude en impliquant tous les acteurs concernés, dont notamment les offices sociaux et aussi les entreprises de leasing, dans l’objectif d’identifier le potentiel, les modalités et les opportunités par l’introduction d’un tel régime de leasing social automobile, tout en tenant compte des possibilités offertes par l’autopartage.</p>	
Type d’instrument	Economique	
Etat d’avancement	En analyse	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
Entité(s) responsable(s)	MMTP, MFAMIGR, MECDD, MFIN	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 423 Régime d'aides pour véhicules à zéro émissions de CO₂	
Description	<p>Pour accélérer la transition vers une mobilité à zéro émission, une prime maximale de 8.000 € est proposée pour les véhicules à zéro émission de CO₂ dont les voitures 100 % électriques (BEV), les voitures à pile à combustible à hydrogène (FCEV) et les camionnettes 100 % électriques et les camionnettes à pile à combustible à hydrogène.</p> <p>Cette prime peut varier en fonction de la consommation en énergie, de la puissance et de la taille du véhicule en question. Le régime actuel est applicable aux commandes passées jusqu'au 31.03.24.</p> <p>De plus, ils existent des aides financières pour les cycles (vélo conventionnel et pedelec25) et les véhicules légers (motocycle, quadricycle et cyclomoteur) 100 % électriques, applicables pour les vélos, à toutes les factures jusqu'au 31.03.2024.</p>	
Type d'instrument	Economique	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2019	2024	régime d'aides prolongé avec modifications à plusieurs reprises
Entité(s) responsable(s)	MECDD, MMTP, MEA	
Référence(s)	Règlement grand-ducal modifié du 7 mars 2019 portant introduction d'une aide financière pour la promotion des véhicules routiers à zéro ou à faibles émissions de CO ₂	
Infos complémentaires	https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/rgd/2019/03/07/a183/jo	

Intitulé de la mesure	N° 424 Régime d'aides pour l'installation de bornes de charge privées pour véhicules électriques	
Description	<p>Pour accompagner le déploiement de l'électromobilité et promouvoir la charge à domicile, une aide financière pour l'installation de bornes de charge dans les maisons unifamiliales et les résidences a été introduite en 2020. Cette mesure soutient l'installation de bornes simples, de bornes dites « intelligentes » et de systèmes de charge intelligents dans les bâtiments plurifamiliaux.</p> <p>Une prolongation du programme a été adoptée par le gouvernement et entra en vigueur en 2023. Cette prolongation apportera également des adaptations notamment pour faciliter l'installation de solutions centralisées dans les copropriétés.</p>	
Type d'instrument	Economique	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2020	2023	
Entité(s) responsable(s)	MEA, MECDD, MMTP	
Référence(s)	Règlement grand-ducal du 19 août 2020 portant introduction d'une aide financière pour l'installation de bornes de charge privées pour véhicules électriques	
Infos complémentaires	https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/rgd/2020/08/19/a702/jo	

Intitulé de la mesure	N° 425 Régime d'aides en faveur des entreprises investissant dans des infrastructures de charge pour véhicules électriques	
Description	<p>Pour compléter le réseau de charge publique et accompagner la transition des flottes de véhicules dans les entreprises, un régime d'aides proposant trois mesures de soutien financier aux entreprises a été introduit :</p> <ul style="list-style-type: none"> - une aide attribuée à la suite d'une mise en concurrence (appel à projets) en faveur des entreprises investissant dans des infrastructures de charge accessibles au public ou dans des infrastructures de charge privées d'une certaine envergure (175 kW) ; - une aide en faveur des petites et moyennes entreprises investissant dans des infrastructures de charge privées réservées à leurs activités économiques. - une aide aux propriétaires de l'infrastructure de charge publique (Chargy et SuperChargy). <p>À noter qu'une condition d'éligibilité importante pour les bornes publiques est leur alimentation par des sources 100 % renouvelables.</p>	
Type d'instrument	Economique	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2022		
Entité(s) responsable(s)	MEA, MECO	
Référence(s)	Loi du 26 juillet 2022 relative au régime d'aides en faveur des entreprises investissant dans des infrastructures de charge pour véhicules électriques	
Infos complémentaires	https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/loi/2022/07/26/a395/jo	

Intitulé de la mesure	N° 426 Régime d'aides en faveur de l'acquisition de véhicules utilitaires lourds à zéro émission	
Description	<p>Dans le prolongement de l'accord tripartite intervenu le 31 mars 2022, le gouvernement a instauré en avril 2023 une nouvelle aide en faveur des entreprises investissant dans des véhicules utilitaires lourds (catégories N2 et N3) à zéro émissions.</p> <p>À cette fin une étude comparative des différentes technologies de propulsion alternatives a été lancée en automne 2022. Cette étude a permis au gouvernement de prendre une décision éclairée sur le choix de la technologie de propulsion la plus adaptée pour stimuler la décarbonation du secteur logistique au Luxembourg.</p> <p>Le régime d'aides a été introduit en mettant en place une mesure temporaire sous forme de projet pilote, sur la base de la loi modifiée du 15 décembre 2017 relative à un régime d'aides à la protection de l'environnement.</p> <p>Les camions de poids moyen et de poids lourd équipés de motorisations zéro émission de gaz à effet de serre, comme les véhicules électriques purs et les véhicules à pile à combustible à l'hydrogène, sont éligibles à cette aide. De plus, les véhicules équipés d'un moteur à combustion interne dont les émissions de CO₂ sont inférieures à 1 g/kWh sont également éligibles, ainsi que les solutions de reconversion de véhicules thermiques existants en véhicules à zéro émission de roulement.</p> <p>Le projet pilote est en place pour une période transitoire en vue de la révision des règles d'aides d'État au niveau européen. L'objectif est d'encourager davantage les entreprises à investir dans des technologies zéro émission de gaz à effet de serre pour réduire l'impact environnemental de leurs activités de transport routier de marchandises. A noter que les camionnettes (catégorie N1) sont déjà éligibles sous le régime d'aides existant pour véhicules à zéro émissions de CO₂ (Règlement grand-ducal modifié du 7 mars 2019).</p>	
Type d'instrument	Economique	
Etat d'avancement	Mise en oeuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2023	n.a.	
Entité(s) responsable(s)	MECO, MECDD, MEA, MMTP, MFIN	
Référence(s)	My Guichet : Aide en faveur de véhicules à zéro émission	
Infos complémentaires	https://guichet.public.lu/fr/entreprises/financement-aides/aides-environnement/vehicules-zero-emission/aide-vehicules-zero-emission.html	

Intitulé de la mesure	N° 427 Stratégie de décarbonation du transport de marchandises et du secteur logistique	
Description	<p>Le groupe de travail « secteur logistique et transition énergétique » établira une stratégie de décarbonation du secteur logistique, encadrée dans un contexte européen. Il établira un état des lieux des caractéristiques du secteur de la logistique au Luxembourg. Il évaluera l'importance de différents sous-secteurs (tels que le « last mile delivery » au Luxembourg et dans la Grande Région, les flux entrants et sortants des infrastructures dédiées et zones d'activités et l'utilisation du transport combiné rail-route) et les distances parcourues par les différents sous-secteurs. Il élaborera une première évaluation des différentes options d'une stratégie zéro carbone (biocarburants, motorisation électrique ou à l'hydrogène renouvelable, optimisation IT/IA) et des besoins en matière d'infrastructures (p.ex. chargeurs électriques pour camions respectivement aires de services hydrogène) et, le cas échéant, des instruments politiques facilitant le changement vers un secteur logistique zéro carbone.</p> <p>Compte tenu de l'accord Tripartite de mars 2022, il a été décidé de mettre en œuvre un régime d'aides en faveur de l'acquisition de véhicules utilitaires lourds propres (voir mesure 426).</p>	
Type d'instrument	Planification	
Etat d'avancement	Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
Entité(s) responsable(s)	MMTP, MEA, MECO, MECDD, MFIN	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 428 Eurovignette	
Description	La directive modifiée 1999/62/CE relative à la taxation des poids lourds pour l'utilisation de certaines infrastructures prévoit que tous les véhicules de transport seront taxés en fonction de leur taux de pollution émis en roulant, mais également d'après le nombre de kilomètres effectués au sein de l'UE et non plus sur la durée du trajet. En plus, il est prévu de privilégier les motorisations à zéro et à faibles émissions de roulement. Transposition de cette nouvelle directive Eurovignette au Luxembourg.	
Type d'instrument	Fiscal	
Etat d'avancement	Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2023	n.a.	
Entité(s) responsable(s)	MMTP	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 429 Faciliter l'installation de bornes de recharge	
Description	Un grand nombre d'initiatives a déjà été prises pour développer une infrastructure de charge qui satisfait les besoins des utilisateurs existants et futurs, tel que la mise en place d'une infrastructure publique de charge (Chargy et SuperChargy), différents régimes d'aide pour l'installation de bornes, ou l'initiative "Stroom beweegt". Afin d'accélérer encore le développement de l'infrastructure de charge nécessaire, notamment dans les zones d'activité, les bâtiments en copropriété, les résidences ou sur les chantiers, cette mesure va en premier lieu identifier et analyser les obstacles existants. En deuxième lieu, les mesures y correspondantes vont être élaborées visant à lever ces obstacles et à faciliter l'installation de bornes pour ces cas de figure.	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	En analyse	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2023	n.a.	
Entité(s) responsable(s)	MEA	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 430 Réductions de vitesse du trafic motorisé
Description	<p>Les réductions de vitesse du trafic motorisé ont fait leur preuve, tant du point de vue de la sécurité routière que des nuisances sonores et des émissions de particules fines et à effet de serre. Si, aux heures de pointe, la congestion routière a pour effet de réduire la vitesse effective en-deçà des vitesses maximales autorisées, celles-ci, combinées à des aménagements de l'espace routier et à des contrôles policiers, ont un effet certain sur les vitesses pratiquées en situation non congestionnée.</p> <p>Sur le réseau autoroutier, une limitation à 90 km/h est déjà en place dans les tunnels. Sur certains tronçons de l'autoroute A6, une limitation à 90km/h aux heures de pointe a eu un effet bénéfique sur la sécurité routière et la fluidité du trafic. Cette pratique, répandue sur les autoroutes de type périurbain, qui sont caractérisées non seulement par des charges de trafic importantes, mais aussi par l'inter-distance très faible entre les échangeurs et une sensibilité des riverains aux nuisances sonores, devrait être testée sur d'autres secteurs du réseau autoroutier, en particulier le contournement de la ville de Luxembourg.</p> <p>En règle générale, les limitations de vitesse doivent être compréhensibles pour les conducteurs et doivent pouvoir être contrôlées par les forces de l'ordre, sinon elles n'ont pas le résultat escompté.</p> <p>Ces principes, qui sont préférables à des limitations de vitesse généralisées, valent tant hors localité qu'en milieu urbain.</p> <p>En milieu urbain, la grande majorité des routes au Grand-duché sont déjà limitées à 30 km/h, voire même ponctuellement à 20 km/h. Il s'agit avant tout de voiries communales dans les quartiers résidentiels, qui n'ont pas vocation à porter du trafic de transit. Depuis 2015, des limitations à 30 km/h sont également permis sur des tronçons de routes étatiques en localité. Il est cependant essentiel que ces tronçons, comme d'ailleurs toutes les zones dites apaisées, soient aménagées en conséquence par la commune. Dans ces zones, le conducteur d'un véhicule motorisé devrait avoir l'impression de n'être que visiteur dans un espace urbain qui est surtout destiné à la vie de quartier ou de la localité. Des aménagements physiques de la chaussée, et notamment des rétrécissements ou des surélévations, contraignent le conducteur à réduire sa vitesse. La classification du réseau routier telle que préconisée par le Plan National de Mobilité 2035 distingue entre les routes qui ont vocation à porter des charges de trafic importantes (appelées routes de liaison), celles qui portent un très faible trafic de transit et qui ont surtout un caractère local (appelées routes de distribution) et celles qui ne servent qu'à la desserte locale du quartier lui-même. Sur les premières, en général étatiques, des limitations à 30 km/h restent possibles sur des tronçons de quelque 200 mètres au niveau de centralités ou d'écoles. A la demande des communes et sous condition qu'elles les réaménagent en conséquence, les routes de distribution étatiques pourront être apaisées sur des sections bien plus longues. Enfin, les rues de desserte locale sont en général déjà apaisées.</p> <p>Avec cette approche pragmatique, qui ne se limite pas à réduire les vitesses affichées sur les panneaux de circulation, mais qui vise à réduire les vitesses réellement pratiquées par les conducteurs, le gouvernement apporte sa contribution à la sécurité routière et à la limitation des gaz à effets de serre liés à des vitesses excessives de véhicules à moteur thermique.</p>

Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	En analyse	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
Entité(s) responsable(s)	MMTP	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 431 Système d'échange de quotas d'émission de gaz à effet de serre (SEQE) - aviation	
Description	<p>La loi modifiée du 15 décembre 2020 relative au climat transpose en droit national la directive modifiée 2003/87/CE établissant un système d'échange de quotas d'émission de gaz à effet de serre dans l'Union européenne (SEQE/ETS). Le SEQE s'applique actuellement aux installations de production d'électricité, aux installations du secteur de l'industrie manufacturière et à l'aviation (vols intra-européens).</p> <p>A noter que fin 2022 un accord entre co-législateurs a été trouvé sur la réforme des règles du SEQE applicables au secteur de l'aviation. Les quotas d'émission seront entièrement mis aux enchères à partir de 2026. Le SEQE s'appliquera aux vols intra-européens, tandis que CORSIA (Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation) s'appliquera aux vols extra-européens à destination et en provenance des pays tiers participant à CORSIA de 2022 à 2027. Lorsque les émissions des vols extra-européens atteindront des niveaux supérieurs à 85 % des niveaux de 2019, elles devront être compensées par des crédits de carbone correspondants.</p>	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	Mise en œuvre, Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2005	2030	directive modifiée à plusieurs reprises; accord trouvé fin 2022 entre co-législateurs pour une nouvelle réforme
Entité(s) responsable(s)	MECDD, AEV	
Référence(s)	Loi modifiée du 15 décembre 2020 relative au climat	
Infos complémentaires	https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/loi/2020/12/15/a994/jo	

3.1.1.4 Industrie

La décarbonation de l'industrie luxembourgeoise va de pair avec le maintien à long terme de la compétitivité des entreprises de ce secteur. Il est important dans ce contexte de voir les entreprises luxembourgeoises face à leur concurrence en Europe et hors Europe, au niveau global.

Les sujets décarbonation, efficacité énergétique et énergies renouvelables sont pris en compte de manière complémentaire et ont chacun son importance.

Vu les efforts exceptionnels nécessaires dans le cadre de la décarbonation, les aides étatiques seront essentielles et les aides à l'investissement (CAPEX) plus conventionnelles seront complétées au futur par des aides au fonctionnement (OPEX) en concordance avec les lignes directrices européennes sur les aides d'état (mesures N° 512 à 519).

L'accord volontaire relatif à l'amélioration de l'efficacité énergétique dans l'industrie luxembourgeoise (mesure N° 503) est un outil important pour les grands acteurs du secteur (une cinquantaine d'entreprises) et a fait ses preuves depuis de nombreuses années avec un focus sur l'efficacité énergétique ; cet accord est en cours de révision (mesure N° 504) et mettra dorénavant le focus sur la décarbonation, l'efficacité énergétique et la production et l'utilisation d'énergie renouvelable.

Les entreprises qui ne sont pas ciblées par l'accord volontaire et notamment les PME sont ciblées plus spécifiquement par le nouveau pacte climat pour entreprises (N° 511), les programmes FIT4X de Luxinnovation (N° 513) et les SME Packages Sustainability (N° 514) avec l'objectif d'une concertation et mise en œuvre coordonnée des projets et activités de différents acteurs ainsi que la gestion de certains nouveaux programmes en faveur de l'objectif commun de protection du climat et de transition énergétique par les entreprises. Le pacte climat pour entreprises prévoit un engagement volontaire des entreprises permettant un suivi à long terme de leurs efforts de décarbonation et de transition énergétique.

Intitulé de la mesure	N° 501 Système d'échange de quotas d'émission de gaz à effet de serre (SEQE/ETS)	
Description	<p>La loi modifiée du 15 décembre 2020 relative au climat transpose en droit national la directive modifiée 2003/87/CE établissant un système d'échange de quotas d'émission de gaz à effet de serre dans l'Union européenne (SEQE/ETS). Le SEQE s'applique actuellement aux installations de production d'électricité, aux installations du secteur de l'industrie manufacturière et à l'aviation (vols intra-européens). L'objectif actuel consiste à réduire les émissions de gaz à effet de serre soumises au champ d'application de 43% d'ici 2030 par rapport à 2005 au niveau de l'Union européenne.</p> <p>A noter que fin 2022 un accord entre co-législateurs a été trouvé sur la réforme du SEQE. Les deux aspects principaux de la réforme sont la hausse de l'objectif de réduction passant de 43% à 62% et l'inclusion de nouveaux secteurs, e.a. du transport routier et des bâtiments au sein d'un "deuxième SEQE" dédié à partir de 2027. L'introduction d'un mécanisme d'ajustement carbone aux frontières permettra de prévenir le risque de fuite de carbone.</p>	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	Mise en œuvre, Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2005	2030	directive modifiée à plusieurs reprises; accord trouvé fin 2022 entre co-législateurs pour une nouvelle réforme
Entité(s) responsable(s)	MECDD, AEV	
Référence(s)	Loi modifiée du 15 décembre 2020 relative au climat	
Infos complémentaires	https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/loi/2020/12/15/a994/jo	

Intitulé de la mesure	N° 502 Régime d'aides visant à compenser les surcoûts liés au système ETS pour la période 2021-2030	
Description	Le régime d'aide, qui s'insère dans le système d'échange de quotas de gaz à effet de serre de l'Union européenne, permet de couvrir une partie des coûts des émissions indirectes encourus au titre des exercices 2021 à 2030 par des entreprises exposées à un risque réel de fuite de carbone, et permet ainsi de lutter contre le réchauffement climatique au niveau mondial tout en préservant la compétitivité de l'industrie européenne. Il s'inscrit ainsi pleinement dans le pacte vert pour l'Europe qui fixe un objectif de réduction de 55% des émissions de gaz à effet de serre d'ici 2030 et dans la nouvelle stratégie industrielle de l'Union européenne qui vise à décarboniser tous ses secteurs de l'économie, en particulier ceux intensifs en énergie. En contrepartie, les entreprises doivent se plier à un audit énergétique tel qu'il est prévu par la loi modifiée du 5 août 1993 concernant l'utilisation rationnelle de l'énergie et mettre en œuvre des mesures réduisant leur empreinte carbone si elles ne se qualifient pas de petites et moyennes entreprises. L'aide vise les entreprises qui exercent une activité industrielle sur le territoire luxembourgeois, dans des secteurs et sous-secteurs considérés comme exposés à un risque significatif de fuite de carbone en raison des coûts liés au système d'échange de quotas d'émission de gaz à effet de serre dans l'UE, répercutés sur les prix de l'électricité.	
Type d'instrument	Economique	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2021	2030	
Entité(s) responsable(s)	MECO	
Référence(s)	Loi du 15 juillet 2022 instaurant un régime d'aides dans le contexte du système d'échange de quotas d'émission de gaz à effet de serre pour la période 2021-2030	
Infos complémentaires	https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/loi/2022/07/15/a356/jo	

Intitulé de la mesure	N° 503 Accord volontaire relatif à l'amélioration de l'efficacité énergétique dans l'industrie(jusqu'à 2023 inclus)	
Description	<p>En 2021, le gouvernement a conclu avec la Fédération de l'industrie luxembourgeoise (Fedil) un accord engageant les entreprises adhérentes à atteindre l'objectif commun consistant en l'amélioration de 4,5 % de l'efficacité énergétique globale de l'ensemble des participants jusqu'à fin 2023. Depuis 1996, cet accord est régulièrement renouvelé pour renforcer l'engagement des différents acteurs adhérents.</p> <p>Dans le cadre de cet accord, les entreprises adhérentes s'engagent à mettre en œuvre un certain nombre d'actions dont la mise en place d'un management énergétique, la réalisation d'un audit énergétique, des formations continues, etc. En contrepartie, le gouvernement propose des avantages notamment dans le cadre de la directive européenne relative à la taxation des produits énergétiques et de l'électricité.</p> <p>Environ 50 entreprises grandes consommatrices d'énergie issues des secteurs industriel et tertiaire participent à la période actuelle.</p>	
Type d'instrument	Accord volontaire	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2021	2023	renouvellement de l'accord à plusieurs reprises depuis 1996
Entité(s) responsable(s)	MEA, MECDD, Fedil, Klima-Agence	
Référence(s)	RGD modifié du 31 mars 2010 relatif au mécanisme de compensation dans le cadre de l'organisation du marché de l'électricité	
Infos complémentaires	https://www.klima-agence.lu/fr/accord-volontaire-fedil	

Intitulé de la mesure	N° 504 Accord volontaire relatif à la décarbonation et à l'amélioration de l'efficacité énergétique dans l'industrie (à partir de 2024)	
Description	<p>L'accord volontaire (AV) avec l'industrie sera révisé et renouvelé pour la période de 2024 à 2030. Le champ d'application sera étendu de sorte à intégrer la dimension de la décarbonation en complément de l'efficacité énergétique. Ainsi, les entreprises seront amenées à s'engager pour un objectif combiné de réduire leurs émissions de gaz à effet de serre, d'améliorer leur efficacité énergétique et de produire voire autoconsommer de l'énergie renouvelable.</p> <p>La révision de l'AV sera basée sur une analyse juridique des possibilités concernant les avantages accordés aux entreprises qui adhèrent à l'AV (et qui respectent leurs engagements) dans le cadre de la réglementation européenne sur les aides d'Etat. Dans ce contexte, l'adaptation de la taxe CO₂ existante en vue de l'introduction d'une taxe CO₂ progressive pour les entreprises adhérentes à l'accord volontaire sera analysée, afin d'accroître l'incitation de ces entreprises à investir dans des projets de décarbonation.</p>	
Type d'instrument	Accord volontaire	
Etat d'avancement	Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2024	2030	
Entité(s) responsable(s)	MEA, MECDD, MECO, Fedil, Klima-Agence	
Référence(s)	RGD modifié du 31 mars 2010 relatif au mécanisme de compensation dans le cadre de l'organisation du marché de l'électricité	
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 505 Audits énergétiques obligatoires pour entreprises	
Description	<p>Sur base de l'article 8 de la directive européenne sur l'efficacité énergétique EED UE/2012/27, une obligation de réaliser un audit énergétique tous les 4 ans a été mise en place pour les grandes entreprises (non-PME) dès 2015.</p> <p>L'idée de cette obligation est de rendre les entreprises attentives aux potentiels d'économie d'énergie, en identifiant les potentiels spécifiques pour l'amélioration de l'efficacité énergétique dans l'entreprise. Les entreprises sont incitées à réaliser les mesures ainsi identifiées, dans la mesure où celles-ci sont rentables et ceci notamment par l'aide « efficacité énergétique » proposée par le Ministère de l'Economie dans le cadre des aides à l'investissement en faveur de la protection de l'environnement et, le cas échéant, par des incitatifs financiers et non-financiers proposés par les parties obligées dans le cadre du mécanisme d'obligations en matière d'efficacité énergétique.</p> <p>La première échéance pour la réalisation d'un tel audit était le 10 décembre 2016. Les audits énergétiques sont à réaliser exclusivement par des personnes agréées par le ministre ayant l'Énergie dans ses attributions et doivent :</p> <ul style="list-style-type: none"> - se fonder sur des données opérationnelles actualisées, mesurées et traçables concernant la consommation d'énergie et, pour l'électricité, les profils de charge ; - comporter un examen détaillé du profil de consommation énergétique des bâtiments ou groupes de bâtiments, ainsi que des opérations ou installations industrielles, notamment le transport ; - s'appuyer, dans la mesure du possible, sur une analyse du coût du cycle de vie plutôt que sur de simples délais d'amortissement pour tenir compte des économies à long terme, des valeurs résiduelles des investissements à long terme et des taux d'actualisation ; - être proportionnés et suffisamment représentatifs pour permettre de dresser une image fiable de la performance énergétique globale et de recenser de manière sûre les possibilités d'amélioration les plus significatives. 	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2016	n.a.	révision planifiée pour 2023/2024 (dépend de la finalisation de la révision EED)
Entité(s) responsable(s)	MEA, Klima-Agence	
Référence(s)	Loi du 5 juillet 2016 modifiant la loi modifiée du 5 août 1993 concernant l'utilisation rationnelle de l'énergie	
Infos complémentaires	https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/loi/2016/07/05/n2/jo	

Intitulé de la mesure	N° 506 Audits énergétiques obligatoires pour entreprises (Révision EED 2023)	
Description	<p>L'obligation de réaliser un audit énergétique pour les entreprises respectant certains critères sera révisée sur base de la révision de la directive sur l'efficacité énergétique (EED - Energy Efficiency Directive) prévue pour 2023. Le critère d'éligibilité ne sera plus la classification de l'entreprise sur base de sa taille (PME ou non-PME), mais le niveau de la consommation d'énergie annuelle. Si le niveau dépasse 10 TJ (2,78 GWh) il y a une obligation d'audit et s'il dépasse 85 TJ (23,6 GWh) il y a obligation d'instaurer un système de management de l'énergie. Les EPCs (Energy Performance Contracting) seront pris en considération.</p> <p>La révision de la directive EED prévoit l'obligation pour les entreprises concernées, de réaliser un plan d'action concret sur base des mesures identifiées dans l'audit énergétique et l'établissement d'un plan de mise en œuvre des mesures dans la mesure où celles-ci sont techniquement et économiquement faisable. Ces plans seront à publier, le cas échéant, dans le rapport annuel des entreprises et rendus publics sous certaines conditions (protection des données sensibles et confidentielles).</p> <p>Une obligation de réalisation des mesures identifiées dans l'audit énergétique sera introduite, en fonction notamment du seuil de rentabilité ; une méthodologie de calcul et différentes conditions seront définies dans le cadre de cette obligation, tenant compte par exemple des aides et incitatifs financiers applicables lors de la mise en œuvre des mesures.</p> <p>Le contenu de l'audit énergétique sera revu afin d'y inclure notamment l'identification des potentiels de décarbonation de l'entreprise, en complément aux aspects énergétiques (efficacité énergétique et potentiel de production d'électricité photovoltaïque en autoconsommation).</p> <p>En complément à cette obligation, les PME et en général toutes les entreprises non-obligées à réaliser un audit réglementaire, seront incitées à réaliser des audits énergétiques dans le cadre du nouveau pacte climat pour entreprises (« Klimapakt fir Betriber »).</p>	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	En analyse	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2023	n.a.	mise en oeuvre de la révision planifiée pour 2023/2024 (dépend de la finalisation de la révision EED)révision de la réglementation nationale dans le cadre de la transposition de la directive EED révisée (attendue pour 2023)
Entité(s) responsable(s)	MEA, MECO, Klima-Agence, Fedil	
Référence(s)	Loi du 5 juillet 2016 modifiant la loi modifiée du 5 août 1993 concernant l'utilisation rationnelle de l'énergie	
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 507 Obligation d'audit énergétique et monitoring/optimisation pour bâtiments fonctionnels d'une surface supérieure à 1.000 m²	
Description	<p>Comme suite logique des résultats observés, notamment au niveau des bâtiments fonctionnels, dans le cadre de la campagne nationale d'économie d'énergie « zesumme spueren – zesammenhalen » mise en œuvre à partir de l'automne 2022 et afin de garantir la pérennité des mesures mises en œuvre dans ce cadre (ainsi que de mesures futures avec le même objectif) est introduit une obligation de monitoring et d'optimisation pour les bâtiments fonctionnels d'une surface supérieure à 1.000 m².</p> <p>Bâtiments ciblés et conditions:</p> <ul style="list-style-type: none"> - l'obligation s'applique à tous les propriétaires pour leurs bâtiments fonctionnels > 1.000 m² indépendamment du statut du propriétaire (autorité publique ou acteur privé); - si un bâtiment est couvert par l'obligation de réaliser un audit énergétique sur base de la consommation de l'entreprise (propriétaire) (PaMs #506) alors cette obligation couvre également l'obligation pour les bâtiments > 1.000 m²; - identifier les potentiels d'amélioration (efficacité énergétique, notamment au niveau de l'optimisation des consignes (HVAC) et de décarbonation (bâtiment adapté à la mise en œuvre d'une PAC (température de départ chauffage inférieure ou égale à 55°C, ECS considérée à part); - priorisation de la mise en œuvre des mesures identifiées en fonction de la faisabilité et du retour sur investissement; - obligation de réaliser les mesures d'efficacité énergétique avec un retour sur investissement (ROI - return on invest) de moins de 5 ans (avec prise en compte de toutes les subventions étatiques et incitatifs privés applicables pour la mise en œuvre des mesures) ; - la réglementation concernant la mise en œuvre de cette mesure sera établie après concertation avec les secteurs concernés en ce qui concerne l'échéancier de la prise d'effet de l'obligation, avec une priorité sur les bâtiments administratifs du secteur tertiaire. 	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	En analyse	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
Entité(s) responsable(s)	MEA, MECO (et Classes moyennes)	
Référence(s)	Loi du 5 juillet 2016 modifiant la loi modifiée du 5 août 1993 concernant l'utilisation rationnelle de l'énergie	

Infos complémentaires	
----------------------------------	--

Intitulé de la mesure	N° 508 Obligation de décarbonation par un phase-out fossile accéléré pour les bâtiments fonctionnels d'une surface supérieure à 1.000 m²	
Description	<p>Obligation de décarbonation par un phase-out fossile accéléré pour les bâtiments fonctionnels d'une surface supérieure ou égale à 1.000 m² qui sont adaptés pour un remplacement d'un chauffage à base d'énergie fossile par une pompe à chaleur (PAC) sur base de la température de départ du système de chauffage inférieure ou égale à 55°C (production d'eau chaude sanitaire (ECS) considérée à part).</p> <p>Bâtiments ciblés et conditions:</p> <ul style="list-style-type: none"> - obligation complémentaire à l'obligation d'audit/monitoring PaMs #506 et #507; - l'obligation s'applique à tous les propriétaires pour leurs bâtiments fonctionnels > 1.000 m² indépendamment du statut du propriétaire (autorité publique ou acteur privé); - tous les bâtiments fonctionnels > 1.000 m²; - obligation de remplacer un chauffage à base d'énergie fossile par un chauffage avec une (ou plusieurs) pompe(s) à chaleur pour tout bâtiment fonctionnel qui est conçu/adapté pour être opéré avec une température de départ de chauffage inférieure ou égale à 55°C; - la production d'eau chaude sanitaire (ECS) est considérée à part, la condition de température de départ inférieure ou égale à 55°C ne s'applique qu'au(x) circuit(s) de chauffage du bâtiment ; - obligation de remplacer le chauffage fossile, le cas échéant, par une solution décarbonée à pompe à chaleur endéans 4 ans pour toute chaudière fossile âgée de 5 ans ou plus (par rapport à la date de mise en service de la chaudière existante) ; - la réglementation concernant la mise en œuvre de cette mesure sera établie après concertation avec les secteurs concernés en ce qui concerne l'échéancier de la prise d'effet de l'obligation, avec une priorité sur les bâtiments administratifs du secteur tertiaire <p>Exceptionnellement, il peut être dérogé à une obligation de rénovation énergétique d'un bâtiment ou interdiction de remplacement d'une chaudière fossile par une nouvelle chaudière à base d'énergie fossile découlant d'une mesure du PNEC, lorsque les coûts afférents liés à la complexité des travaux, nécessaires à sa mise en œuvre, sont disproportionnés par rapport au potentiel de réduction des émissions de CO₂. Ces exceptions seront spécifiées dans les législations afférentes aux obligations et interdictions.</p>	
Type d'instrument		
Etat d'avancement		
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations

Entité(s) responsable(s)	MEA, MECO (et Classes moyennes)
Référence(s)	
Infos complémentaires	

Intitulé de la mesure	N° 509 Obligations de monitoring et d'amélioration de l'efficacité énergétique pour centres de données	
Description	<p>Au vu de la forte évolution des besoins en énergie du secteur des centres de traitement de données (data center), il est envisagé l'introduction d'une obligation (européenne) de monitoring des consommations énergétiques pour les centres de données (sur base de la révision de la directive EED, prévue pour 2023). Obligation de renseignement des données de consommation (définies dans le cadre de la révision de l'EED pour les centres de données à demande en énergie de 500 kW ou plus (un acte délégué de la Commission européenne (Décembre 2023) définira les détails de l'obligation et servira de base pour la transposition en droit national)</p> <p>Obligation d'utilisation de chaleur fatale pour les centres de données à demande d'énergie de plus que 1 MW en cours de discussion au niveau de la révision de l'EED (article 24).</p> <p>Incitation des centres de données de plus que 1 MW à prendre en compte les bonnes pratiques reprises dans la version la plus récente du « European Code of Conduct on Data Center Energy Efficiency ».</p> <p>En complément à cette obligation de monitoring au niveau européen sur base de l'EED et parallèlement aux analyses de la Commission européenne prévues dans l'EED révisée (article 11a) en vue de futures obligations d'amélioration de l'efficacité énergétique, le Luxembourg va analyser le potentiel et l'impact d'obligations au niveau national d'amélioration concrète de l'efficacité énergétique sur le secteur.</p>	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	En analyse	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2023	n.a.	mise en oeuvre de la révision planifiée pour 2023/2024 (dépend de la finalisation de la révision EED)
Entité(s) responsable(s)	MEA, MECO	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 510 Feuille de route de décarbonation de l'industrie	
Description	<p>En coopération étroite avec des entreprises du secteur industriel, une première version d'une feuille de route « Décarbonation de l'industrie luxembourgeoise » est établie en vue de soutenir les entreprises de l'industrie manufacturière à décarboner leurs activités, contribuer aux objectifs climatiques et énergétiques nationaux et satisfaire aux exigences du système d'échange de quotas d'émission de gaz à effet de serre de l'UE (SEQE/ETS). A cet effet, la feuille de route identifie et évalue les leviers et potentiels de décarbonation dans l'industrie manufacturière (tel que quantifiable à l'heure actuelle). Ensuite, elle propose un ensemble de mesures stratégiques pour faciliter la mise en oeuvre des potentiels et la transformation du secteur industriel. A cet égard, les besoins annuels en électricité et hydrogène renouvelables sont estimés. A noter que la feuille de route reflète l'état actuel concernant les projets de décarbonation de l'industrie manufacturière, état qui est amené à évoluer dans le temps. Cette feuille de route évoluera au fur et à mesure de l'identification et de la quantification de nouveaux projets de décarbonation ou de la mise à jour de projets déjà identifiés et sera mise à jour et complétée régulièrement au courant des prochaines années.</p> <p>L'approche « bottom-up » de cette feuille de route (basée sur des projets concrets) sera complétée par une analyse « top-down » des potentiels à l'échéance 2040 / 2050.</p> <p>L'identification de potentiels de décarbonation concrets par entreprise ainsi que l'étude de la faisabilité de leur mise en oeuvre sont d'ailleurs un aspect important dans le cadre du nouveau pacte climat pour les entreprises (« Klimapakt fir Betriber »), notamment par le biais du programme Fit4Sustainability.</p>	
Type d'instrument	Planification	
Etat d'avancement	Planifiée	
Début de mise en oeuvre	Fin de mise en oeuvre	Observations
2022	n.a.	mise à jour régulière
Entité(s) responsable(s)	MEA, MECDD, MECO, Fedil	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 511 Pacte climat pour les entreprises (PME) (Klimapakt fir Betriber)	
Description	<p>Pacte climat pour les entreprises – soutenir les entreprises au niveau de la décarbonation et de la transition écologique à travers une approche structurée et coordonnée.</p> <p>Le pacte climat pour entreprises (KPB - Klimapakt fir Betriber), destiné plus spécifiquement aux PME, est une plateforme d'orientation stratégique permettant la concertation et la mise en œuvre coordonnée des projets et activités de différents acteurs ainsi que la gestion de certains nouveaux programmes en faveur de l'objectif commun de protection du climat et de transition énergétique par les entreprises. Il prévoit un engagement volontaire des entreprises permettant un suivi à long terme de leurs efforts de décarbonation et de transition énergétique.</p> <p>Le KPB comprend à la fois des accompagnements existants ou en cours de développement ainsi que des programmes ou des accompagnements encore à créer en fonction des besoins, ceci en ligne avec les règles d'aides d'État.</p> <p>Le KPB offre la vue d'ensemble et assure la cohérence de tous les services disponibles pour aider les entreprises et l'économie dans leur décarbonation et la transition énergétique : le conseil, la mise à disposition d'une boîte à outils, le co-financement des solutions et la mise en relation (d'acteurs clés et d'entreprises ainsi que des entreprises entre elles).</p> <p>Le KPB est piloté par un comité de pilotage et géré par les agences Luxinnovation et Klima-Agence. Le comité de pilotage est composé du MECO, MEA, MECDD, Klima-Agence, Luxinnovation, FdA, FEDIL, CdM, CdC,CLC.</p>	
Type d'instrument	Accord volontaire	
Etat d'avancement	Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2023	2030	
Entité(s) responsable(s)	MEA, MECDD, MECO (et Classes moyennes), Klima-Agence, Luxinnovation	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 512 Régime d'aides en faveur des entreprises - protection de l'environnement	
Description	Le régime d'aides soutient les mesures en faveur de la protection de l'environnement afin d'inciter les entreprises à utiliser les ressources naturelles de manière rationnelle et à réduire l'empreinte environnementale liée à leurs activités de production. Spécifiquement visés sont les mesures visant à aller au-delà des normes environnementales, l'adaptation anticipée aux futures normes environnementales, l'efficacité énergétique, la promotion de l'énergie produite à partir de sources renouvelables, la cogénération à haut rendement, les réseaux de chaleur et de froid efficaces, l'assainissement des sites contaminés, le recyclage et le réemploi des déchets, les infrastructures énergétiques ainsi que les études environnementales. Les entreprises qui effectuent des investissements dans le domaine des éco-technologies ou dans des procédés respectueux de l'environnement peuvent bénéficier d'aides spécifiques dont le taux d'aide varie en fonction du type d'investissement et de la taille de l'entreprise. Tout investissement affichant un rendement élevé et/ou un temps de retour réduit n'est pas éligible. Les aides sont accordées sous la forme de subventions en capital ou de bonification d'intérêts et s'adressent à toutes les entreprises et personnes physiques disposant d'une autorisation d'établissement.	
Type d'instrument	Economique	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2017	n.a.	révision prévue en 2023
Entité(s) responsable(s)	MECO, MEA	
Référence(s)	Loi modifiée du 15 décembre 2017 relative à un régime d'aides à la protection de l'environnement	
Infos complémentaires	https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/loi/2017/12/15/a1108/consolide/20201221	

Intitulé de la mesure	N° 513 Fit4Sustainability	
Description	Ce programme d'accompagnement et de co-financement offre aux entreprises la possibilité de faire réaliser un bilan de l'impact environnemental de leurs activités, qui sera complété par différentes préconisations permettant d'aboutir à la réduction de cet impact environnemental. Le bilan de l'impact environnemental peut porter sur les volets suivants: décarbonisation, eau, circularité. Il s'adresse à toutes les entreprises qui ont un siège social à Luxembourg et qui exercent une activité économique à titre principal. L'aide est accordée sous forme de subvention en capital.	
Type d'instrument	Economique	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2021	n.a.	
Entité(s) responsable(s)	MECO, Luxinnovation	
Référence(s)	Loi modifiée du 15 décembre 2017 relative à un régime d'aides à la protection de l'environnement	
Infos complémentaires	https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/loi/2017/12/15/a1108/consolide/20201221	

Intitulé de la mesure	N° 514 SME Packages Sustainability	
Description	Programme et aides en faveur de l'identification d'une solution concrète pour réduire l'impact environnemental des PME et générer des économies via une réduction des consommations d'énergie ou d'eau, une amélioration de la gestion des déchets ou une diminution de l'empreinte carbone.	
Type d'instrument	Economique	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2022		
Entité(s) responsable(s)	MECO (Classes moyennes),Chambre de Commerce, Chambre des Métiers, House of Entrepreneurship	
Référence(s)	Loi modifiée du 9 août 2018 relative à un régime d'aides en faveur des petites et moyennes entreprises	
Infos complémentaires	https://guichet.public.lu/fr/entreprises/financement-aides/regime-sme-packages/sme-packages-sustainability.html	

Intitulé de la mesure	N° 515 Régime d'aides en faveur des entreprises - protection de l'environnement (Révision)	
Description	<p>La révision du régime d'aides exploite les opportunités offertes par les règles révisées d'aides d'Etat (règlement général d'exemption par catégorie (RGEC) et lignes directrices concernant les aides d'État en faveur du climat, de l'énergie et de l'environnement (CEEAG)) et donne suite à une évaluation des nouvelles possibilités dans le domaine de la décarbonation, du transport et des infrastructures de charge, de la production d'hydrogène, du CCU (captage et utilisation de carbone), des contrats de performance énergétique et de la transition vers une économie circulaire.</p> <p>Les aides pourraient prendre la forme de subvention en capital, d'avance remboursable, de bonification d'intérêts ou encore de contrats d'écart compensatoire/contrats pour différence (Contracts for Difference (CfD)) et aux contrats d'écart compensatoire appliqués au carbone/contrats carbone pour différence (Carbon Contracts for Difference (CCfD)). Certaines aides seront octroyées sur base d'une mise en concurrence afin d'avoir le plus grand impact environnemental grâce aux aides minimums nécessaires.</p>	
Type d'instrument	Economique	
Etat d'avancement	Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2023	n.a.	mise en oeuvre de la révision planifiée pour 2023
Entité(s) responsable(s)	MECO, MEA	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 516 Aides au fonctionnement liées aux contrats pour différence	
Description	Les aides au fonctionnement liées aux contrats d'écart compensatoire/contrats pour différence (Contracts for Difference (CfD)) et aux contrats d'écart compensatoire appliqués au carbone/contrats carbone pour différence (Carbon Contracts for Difference (CCfD)) permettent de combler le différentiel de rentabilité entre un projet carboné plus rentable et un projet décarboné en fixant un prix de référence basé, par exemple, sur l'évolution du prix du carbone. Les contrats d'écart compensatoire peuvent également impliquer des remboursements par les bénéficiaires aux contribuables ou aux consommateurs pour les périodes au cours desquelles le prix de référence dépasse le prix d'exercice.	
Type d'instrument	Economique	
Etat d'avancement	En analyse	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
Entité(s) responsable(s)	MECO, MEA	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 517 Mécanisme de partage de risques liés aux projets d'efficacité énergétique et de décarbonation des entreprises	
Description	L'instrument de réduction des risques (de-risking) permettra de viabiliser les projets / investissements d'envergure d'amélioration de l'efficacité énergétique et de décarbonation et sera développé ensemble avec les banques commerciales, la SNCI et les fournisseurs d'énergie.	
Type d'instrument	Economique	
Etat d'avancement	Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
Entité(s) responsable(s)	MECO, MEA, SNCI, banques commerciales	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 518 Régime d'aides en faveur des entreprises - recherche, développement et innovation	
Description	Le régime d'aides soutient les investissements ou les opérations de recherche, le développement et l'innovation ainsi que les activités connexes (p.ex. projets d'hydrogène ou de CCU (captage et utilisation de carbone)). Le régime permet d'inciter, d'une part, les entreprises à investir dans le développement de nouveaux services ou produits ainsi que dans l'amélioration des processus de production et, d'autre part, la spécialisation multisectorielle dans des axes définis comme prioritaires (p.ex. technologies durables) et favoriser la constitution de capacités d'innovation de pointe dans les domaines d'excellence. De plus, le régime encourage davantage les partenariats entre entreprises du secteur privé et laboratoires de recherche publics. Les entreprises et les organismes de recherche privés porteurs de projets de recherche et développement (R&D) peuvent bénéficier d'une aide sous forme de subvention ou d'avance récupérable. L'aide peut couvrir un pourcentage des coûts éligibles qui varie selon la taille de l'entreprise et le type de projet ou programme. L'aide est destinée aux entreprises et organismes de recherche privés établis au Luxembourg et concerne les activités suivantes : le développement expérimental, la recherche fondamentale et la recherche industrielle.	
Type d'instrument	Economique	
Etat d'avancement	Mise en œuvre, Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2017	n.a.	révision sur base du RGEC planifiée pour 2023
Entité(s) responsable(s)	MECO	
Référence(s)	Loi du 17 mai 2017 relative à la promotion de la recherche, du développement et de l'innovation	
Infos complémentaires	https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/loi/2017/05/17/a544/consolide/20201221	

Intitulé de la mesure	N° 519 Modernisation de la bonification d'impôt pour les investissements effectués dans le cadre d'un projet de transition énergétique et écologique	
Description	<p>En exécution de l'accord Tripartite du 28 septembre 2022, le Gouvernement adaptera le cadre existant de la bonification d'impôt pour investissement afin de le moderniser en profondeur, en vue de favoriser notamment les investissements effectués par les entreprises dans le cadre d'un projet de transition énergétique et écologique.</p> <p>Ce réagencement se fera à impact budgétaire constant. Un projet de loi sera déposé en 2023 en vue d'une entrée en vigueur à partir de l'année 2024. Le texte de loi précisera les caractéristiques spécifiques des investissements éligibles et un certificat établi par une autorité ou un organisme tiers attestant le niveau, la réalité et la conformité des investissements éligibles sera mis à disposition à l'Administration des contributions directes au moment de la remise de la déclaration fiscale.</p>	
Type d'instrument	Fiscal	
Etat d'avancement	Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2024	n.a.	
Entité(s) responsable(s)	MFIN, MECO	
Référence(s)	Accord Tripartite du 28 septembre 2022 Loi modifiée du 4 décembre 1967 concernant l'impôt sur le revenu	
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 520 Révision des textes législatifs en vue d'accélérer les procédures d'autorisation pour les projets de décarbonation	
Description	<p>Les projets de décarbonation étant d'une importance majeure pour contrer le dérèglement climatique, les textes législatifs concernés seront revus dans le but d'identifier des cas de figure pour lesquels une autorisation individuelle n'est pas requise ou pourrait être remplacée par d'autres moyens législatifs ou dans lesquels les procédures pour l'obtention d'une telle autorisation pourraient être allégées ou accélérées voire prioritaires</p> <p>Les analyses susmentionnées seront coordonnées par le MECDD. En cas d'adaptation de textes législatifs, les travaux y relatifs seront entamées par les autorités compétentes respectives.</p>	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2023	n.a.	
Entité(s) responsable(s)	MECDD, MTEESS, MINT	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 521 Stratégie économie circulaire « Kreeslafwirtschaft Lëtzebuerg »	
Description	<p>La surconsommation des ressources par notre société génère des émissions importantes de GES sur tout la chaîne de valeur des produits, à partir de l'extraction des matières premières jusqu'à l'élimination des déchets. L'application intelligente des principes de l'économie circulaire (EC) - la réduction de l'empreinte matière (et donc carbone), la prolongation de l'utilisation et le partage, le réemploi, la réutilisation et le recyclage ou bien l'utilisation en cascades pour les ressources biologiques - est indispensable pour atteindre la neutralité carbone.</p> <p>En 2021, la stratégie « Kreeslafwirtschaft Lëtzebuerg » a été présentée, qui décrit les outils et les approches méthodologiques pour définir des feuilles de route EC pour des secteurs clés (programme Fit4Sustainability, initiative "Product Circularity Data Sheet", RGD centres de ressources, etc.). Un portail électronique a été mis en place qui explique la stratégie et la boîte à outils et identifie les acteurs clés pour mettre en œuvre ces feuilles de route, notamment les administrations étatiques et communales, les entreprises, les sociétés d'impact sociétal (SIS) et les citoyens.</p>	
Type d'instrument	Information	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2020	2021	Développement continu
Entité(s) responsable(s)	MEA, MECO, MECDD, MFIN, MTEESS, MPC	
Référence(s)	Stratégie pour une économie circulaire Luxembourg, MEA, MECO, MECDD 2021	
Infos complémentaires	https://economie-circulaire.public.lu/fr.html https://economie-circulaire.public.lu/dam-assets/publications/2021/Strategie-economie-circulaire-Luxembourg-FR.pdf	

Intitulé de la mesure	<p>N° 522 Pôle de recherche public-privé en matière de CCU et DAC</p> <p>(Analyse du besoin, du potentiel et de la faisabilité technico-économique des technologies de carbon capture and utilisation (CCU) respectivement de direct air capture (DAC))</p>	
Description	<p>Vu l'évidence scientifique indéniable concernant le besoin d'émission de GES négatives en vue de l'atteinte de l'objectif de la neutralité climatique, le gouvernement est conscient de l'importance du sujet de technologies de carbon capture and utilisation (CCU) respectivement de direct air capture (DAC), et propose ainsi d'analyser le sujet de manière holistique. Idéalement, un pôle de recherche public-privé réunissant les acteurs de la recherche publique et de l'industrie pourra mener une telle analyse, établir une stratégie appropriée et accompagner la mise en œuvre de projets-pilotes et le déploiement des technologies retenues.</p> <p>L'analyse concernant le DAC et le CCU devra notamment considérer les facteurs suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> - La quantification des émissions inévitables de certains secteurs et donc du besoin de ces technologies. - L'évaluation des besoins et potentiels, des avantages et désavantages pour conclure sur la faisabilité technique et économique des différentes technologies DAC et CCU pouvant générer des émissions négatives. - Une proposition de lignes directrices pour un éventuel instrument de subsides permettant à ces technologies encore immatures de pouvoir être déployées et d'atteindre une plus grande maturité. (Actuellement le prix de ces technologies dépasse largement le prix actuel des certificats d'émission de CO₂). - Une proposition d'une méthodologie suivant une approche d'analyse de cycle de vie pour évaluer les émissions de GES négatives générées et les autres impacts environnementaux <p>Le Luxembourg favorisera une approche de coopération et de concertation au niveau européen.</p>	
Type d'instrument	Recherche	
Etat d'avancement	En analyse	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2024		
Entité(s) responsable(s)	MESR, MEA, MECDD, MECO	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 523 Règlement n° 517/2014 (F-Gas II) pour la réduction des émissions de gaz à effet de serre fluorés	
Description	<p>Entré en vigueur le 1er janvier 2015, le règlement européen n° 517/2014 (dit F-Gas II) abroge et remplace le règlement n° 842/2006 (« F-Gas »). Il repose sur les dispositions suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> - le renforcement des obligations liées au confinement des équipements (contrôles d'étanchéité, obligations de réparation), à la certification du personnel manipulant les HFC et à l'obligation de récupération lors de la maintenance et du démantèlement des équipements ; - la mise en place d'un mécanisme de réduction progressive des quantités de HFC mises sur le marché de 2015 à 2030 via un système de quotas. En 2030, la quantité totale de HFC mise sur le marché, en CO₂ équivalent, devra correspondre à 21 % du niveau moyen entre 2009 et 2012 ; - des interdictions sectorielles de mise sur le marché de produits et d'équipements contenant des gaz à effet de serre fluorés dépassant un certain PRG ; - l'interdiction de maintenance des installations de réfrigération avec des fluides de PRG supérieur à 2 500 à partir du 1er janvier 2020. Ceci concerne également les pompes à chaleur. (à noter: proposition de révision du règlement (UE) 517/2014 relatif aux gaz à effet de serre fluorés tablée par la Commission européenne en avril 2022) 	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2015	2030	Loi nationale sans date de fin définie
Entité(s) responsable(s)	MECDD, AEV	
Référence(s)	<p>Loi du 22 juin 2016</p> <p>a) portant certaines modalités d'application et les sanctions du règlement (UE) n° 517/2014 du Parlement européen et du Conseil du 16 avril 2014 relatif aux gaz à effet de serre fluorés et abrogeant le règlement (CE) n° 842/2006;</p> <p>b) mo</p>	
Infos complémentaires	http://data.legilux.public.lu/eli/etat/leg/loi/2016/06/22/n1/jo	

Intitulé de la mesure	N° 524 Renforcement de la réglementation relative au contrôle d'étanchéité des équipements frigorifiques, climatiques et thermodynamiques	
Description	Le règlement grand-ducal du 22 juin 2016 relatif a) aux contrôles d'équipements de réfrigération, de climatisation et de pompes à chaleur fonctionnant aux fluides réfrigérants du type HFC, HCFC ou CFC; b) à l'inspection des systèmes de climatisation renforce la réglementation luxembourgeoise en matière de contrôle d'étanchéité des équipements frigorifiques, climatiques et thermodynamiques, complétant les dispositions du règlement européen F-Gas II. Il requiert notamment une fréquence renforcée des contrôles d'étanchéité, spécifie des mesures techniques pour la réalisation des contrôles et oblige les grands équipements à être équipés d'un système automatisé de détection des fuites. Cette mesure contribue à limiter les émissions fugitives de ces équipements.	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2016		
Entité(s) responsable(s)	MECDD, AEV	
Référence(s)	Règlement grand-ducal du 22 juin 2016 relatif a) aux contrôles d'équipements de réfrigération, de climatisation et de pompes à chaleur fonctionnant aux fluides réfrigérants du type HFC, HCFC ou CFC; b) à l'inspection des systèmes de climatisation.	
Infos complémentaires	http://data.legilux.public.lu/eli/etat/leg/rgd/2016/06/22/n3/jo	

Intitulé de la mesure	N° 525 Ratification de l'amendement de Kigali	
Description	Le Luxembourg a ratifié le 16 novembre 2017 l'amendement de Kigali au protocole de Montréal. Si l'amendement de Kigali concourt globalement aux mêmes objectifs que le règlement européen F-gas II, il couvre une période d'engagement plus importante allant jusqu'en 2036 (le règlement F-gas II allant jusqu'en 2030).	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2017	2036	
Entité(s) responsable(s)	MECDD, AEV	
Référence(s)	Loi du 28 juillet 2017 portant approbation de l'amendement de Kigali au protocole de Montréal relatif à des substances qui appauvrissent la couche d'ozone, adopté à Kigali le 15 octobre 2016.	
Infos complémentaires	https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/loi/2017/07/28/a705/jo	

Intitulé de la mesure	N° 526 Conseil aux entreprises pour le remplacement de leurs équipements fonctionnant avec des HFC par des équipements sans HFC et action de récupération collective d'appareils discontinués - action SuperDrecksKëscht	
Description	En plus de la récupération des appareils de climatisation et des fluides frigorigènes, l'action SuperDrecksKëscht® conseille les entreprises dans leur conversion à des fluides réfrigérants respectueux de l'environnement. Le conseil se concentre sur la prise en compte de l'interdiction d'utilisation de tous les fluides réfrigérants partiellement halogénés qui diminuent la couche d'ozone (HCFC), conformément au règlement (CE) 1005/2009, ainsi que sur la prévention des gaz fluorés, en accord avec le règlement (CE) 842/2006. En conséquence, il est espéré de contribuer à la réduction du potentiel de réchauffement global significatif des gaz fluorés et d'augmenter la prise de conscience et l'acceptation des alternatives pour les fluide réfrigérant et de climatisation.	
Type d'instrument	Information	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
Entité(s) responsable(s)	MECDD, AEV, SuperDrecksKëscht	
Référence(s)		
Infos complémentaires	https://sdk.lu/de/die-behandlung-von-kuhlgeraten/	

Intitulé de la mesure	N° 527 Interdiction de certains gaz fluorés dans les systèmes de climatisation des véhicules à moteur	
Description	La directive 2006/40/CE interdit l'usage de gaz fluorés dont le PRG est supérieur à 150 dans les systèmes de climatisation des véhicules à moteur. Depuis le 1er janvier 2011, la climatisation de tous les nouveaux types de véhicules doit fonctionner avec un fluide frigorigène dont le PRG est inférieur à 150. Depuis le 1er janvier 2017, cette interdiction touche tous les véhicules neufs. Cela implique pour les constructeurs automobiles de remplacer le gaz réfrigérant R-134a (PRG = 430) par le gaz R-1234yf (PRG = 4).	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2008	n.a.	
Entité(s) responsable(s)	MMTP, SNCH, SNCA	
Référence(s)		
Infos complémentaires	http://data.europa.eu/eli/dir/2006/40/oj	

Intitulé de la mesure	N° 528 Proposition de renforcement du règlement européen n° 517/2014 (F-Gas II) pour la réduction des émissions de gaz à effet de serre fluorés	
Description	<p>Sur la base des conclusions d'une évaluation du règlement, la Commission européenne s'est fixée les objectifs suivants pour le réexamen :</p> <p>(1) Réaliser des réductions supplémentaires des émissions de gaz fluorés pour contribuer à la réalisation de l'objectif de 55% d'ici 2030 et la neutralité carbone nette d'ici 2050.</p> <p>(2) S'aligner pleinement sur le protocole de Kigali amendé.</p> <p>(3) Faciliter le renforcement de la mise en œuvre et de l'exécution en matière de commerce illégal, le fonctionnement du système de quotas et les besoins de formation sur les alternatives aux gaz fluorés.</p> <p>(4) Améliorer la surveillance et l'établissement de rapports afin de combler les lacunes existantes et d'améliorer le processus et la qualité des données pour la conformité.</p> <p>(5) Améliorer la clarté et la cohérence interne pour favoriser une meilleure mise en œuvre et une meilleure compréhension des règles.</p>	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	En analyse	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
Entité(s) responsable(s)	MECDD, AEV	
Référence(s)	Proposal for a REGULATION OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL on fluorinated greenhouse gases, amending Directive (EU) 2019/1937 and repealing Regulation (EU) No 517/2014	
Infos complémentaires		

3.1.1.5 Déchets

Intitulé de la mesure	N° 601 Lois Déchets et PNGDR	
Description	<p>La loi constitue la base juridique pour une gestion globale des ressources. Outre la protection des humains et de l'environnement lors de la production des produits et de la gestion des déchets, l'accent est mis sur l'amélioration de l'utilisation des matériaux (cf. hiérarchie des déchets et Stratégie pour une économie circulaire). En même temps, les lois établissent des conditions cadres pour la gestion des déchets, y compris l'administration et les responsabilités nationales et locales, ainsi que les aspects techniques et juridiques (principe pollueur-payeur ; filières REP).</p> <p>La base juridique a fait l'objet d'une réforme approfondie visant à garantir que la transition d'une gestion des déchets vers une économie circulaire se reflète dans le cadre juridique. L'interdiction de la mise en décharge des déchets municipaux non traités, qui vise à réduire les gaz de décharge (notamment le méthane) d'ici à 2030, constitue une étape importante de la réforme sur le plan climatique. Un nouvel aspect est l'extension des régimes de responsabilité élargie des producteurs. Dans le but d'améliorer la gestion des ressources, la consommation de produits en plastique jetables est également réévaluée.</p> <p>Une révision du PNGDR approuvé en 2018 par le Gouvernement sera entamée en cours de 2023.</p>	
Type d'instrument	Réglementaire, Planification	
Etat d'avancement		
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2018	n.a.	Un nouveau plan doit être établi en 2024
Entité(s) responsable(s)	MECDD, AEV, MECO, MEA	
Référence(s)	Plan national de gestion des déchets et des ressources	
Infos complémentaires	https://environnement.public.lu/dam-assets/documents/offall_a_ressourcen/pngd/plan/PNGD.pdf	

Intitulé de la mesure	N° 602 Soutien à une économie circulaire « Null Offall Lëtzebuerg »	
Description	La stratégie est liée à la mise en œuvre des directives européennes du paquet économie circulaire et constitue en même temps un avancement de la PNGDR. L'objectif en matière de politique des déchets est de promouvoir l'économie circulaire afin de préserver les ressources naturelles. La prévention des déchets et la réutilisation passent donc systématiquement avant le recyclage et par conséquent, cette ambition va au-delà d'une simple gestion des déchets. La stratégie met particulièrement l'accent sur la prévention du gaspillage alimentaire.	
Type d'instrument	Réglementaire, Planification	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2020	n.a.	
Entité(s) responsable(s)	MECDD, AEV	
Référence(s)	Strategie Null-Offall	
Infos complémentaires	https://luxembourg.public.lu/fr/societe-et-culture/developpement-durable/null-offall-strategie-recyclage-economie-circulaire.html	

Intitulé de la mesure	N° 603 Stratégie économie circulaire « Kreeslafwirtschaft Lëtzebuerg »	
Description	La stratégie constitue le cadre réglementaire visant à accroître l'utilisation efficace des ressources et des matériaux en tenant compte du principe du cycle de vie, dans le but de mettre en place une économie circulaire globale et à faibles émissions de GES. Plusieurs actions accompagnent cette mesure: création d'un cadre financier favorable (programme de soutien Fit4Circularity) ; sensibilisation, éducation et formation ; recherche, développement et innovation ; initiative « Product Circularity Data Set » pour la gestion numérique des stocks et des flux de marchandises ; utilisation d'indicateurs de l'économie circulaire pour aider les entreprises et les consommateurs/utilisateurs à prendre des décisions ; portail de l'économie circulaire.	
Type d'instrument	Planification	
Etat d'avancement	Adoptée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2021	n.a.	
Entité(s) responsable(s)	MECDD, MECO, MEA, AEV	
Référence(s)	Stratégie pour une économie circulaire au Luxembourg	
Infos complémentaires	https://economie-circulaire.public.lu/fr/strategy.html	

Intitulé de la mesure	N° 604 Incinération des déchets	
Description	Le Syndicat intercommunal des déchets Sidor, qui regroupe 34 communes du centre et du sud du Luxembourg, valorise énergétiquement les déchets municipaux et récupère l'énergie (chaleur distribuée à Leudelange et Gasperich / Cloche d'Or ; électricité injectée dans le réseaux public). Lors de la fermeture de la décharge de Muertendall (prévue 2030), les déchets municipaux en mélange du SIGRE et SIDEC devront être traités thermiquement par le SIDOR. L'installation, modernisée en 2011, nécessitera des travaux de rénovation après 2030, ceci entre autres pour pouvoir accepter ces quantités de déchets supplémentaires. Les groupes cibles sont les déchets municipaux du SIDOR et à moyen terme de la totalité du Luxembourg.	
Type d'instrument	Réglementaire, Economique	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
1976	n.a.	
Entité(s) responsable(s)	MECDD, AEV	
Référence(s)	Statuts du « syndicat intercommunal pour la gestion des déchets en provenance des ménages et des déchets assimilables des communes des cantons de Luxembourg, d'Esch et de Capellen » institué par arrêté grand-ducal du 18 juin 1971	
Infos complémentaires	https://www.sidor.lu/	

Intitulé de la mesure	N° 605 Systèmes de récupération du méthane	
Description	Des systèmes de récupération du méthane ont été installés en 2000 et 2002 dans les décharges de Muertendall (gérée par SIGRE) et de Fridhaff (gérée par SIDEC). Le gaz capté sur site est soit brûlé à la torche, soit utilisé pour la génération d'électricité et de chaleur (combustion dans une installation de cogénération). Depuis un certain temps, le gaz récupéré diminue en qualité de telle façon qu'il doit être brûlé à la torche. La récupération du gaz doit être continuée après la fermeture de la décharge (Fridhaff est fermée depuis 2015, la fermeture de Muertendall est prévue pour 2030).	
Type d'instrument	Réglementaire, Economique	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2020		
Entité(s) responsable(s)	MECDD, AEV	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 606 Valorisation des déchets de verdure	
Description	Les déchets riches en bois sont collectés et stockés séparément pour être valorisés comme source de combustible dans des centrales à copeaux de bois ou des centrales à biomasse. Les polluants produits lors de la combustion sont filtrés dans les gaz de combustion. Le brûlage à l'air libre des déchets verts est interdit pour des raisons de santé et d'environnement et fait l'objet de poursuites judiciaires, fixées par le règlement grand-ducal du 18 décembre 2015.	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2015	n.a.	
Entité(s) responsable(s)	MECDD, AEV	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 607 Valorisation des déchets organiques	
Description	Les biodéchets sont collectés séparément dans le but de recycler les substances organiques et les nutriments dans des installations de compostage ou de digestion anaérobie (installations de biogaz) avec l'utilisation du biogaz, suivie d'une valorisation matière du compost ou du ferment obtenu. Le réseau d'installations de biogaz a augmenté au cours de la période 2010-2015 pour atteindre 24 installations en 2022. De plus, plusieurs installations, dont Minett-Kompost, ont été raccordées au réseau de distribution de gaz naturel conformément à l'arrêté du 15 décembre 2011. Les taux de la collecte séparée des déchets organiques sont augmentés et traités dans des installations de fermentation afin d'augmenter la production de biogaz.	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2011	n.a.	Lié à la prime au lisier (agriculture) et à la prime de marché (énergie)
Entité(s) responsable(s)	MECDD, AEV	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 608 Réduction des matériaux à l'usage unique	
Description	La directive (UE) 2019/904 est mise en œuvre dans le cadre du paquet économie circulaire de l'UE. L'interdiction par l'UE des produits en plastique à usage unique vise à réduire les émissions de gaz à effet de serre d'origine fossile lors de leur traitement (par exemple lors de l'incinération du plastique dans les déchets résiduels ou comme combustible de substitution) ainsi que les déchets plastiques. De cette manière, la fraction en matières plastiques est diminuée dans les déchets.	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2021	n.a.	
Entité(s) responsable(s)	MECDD, AEV	
Référence(s)	Directive (EU) 2019/904 of the European Parliament and of the Council of 5 June 2019 on the reduction of the impact of certain plastic products on the environment	
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 609 Décharge	
Description	<p>Les exigences modernes relatives aux sites de décharge de la directive 1999/31/CE concernant la mise en décharge des déchets, qui visent à prévenir ou à réduire les dommages environnementaux causés par la mise en décharge des déchets municipaux, ont été transposées dans la législation nationale par le règlement grand-ducal du 24 février 2003, modifié et rectifié par le règlement grand-ducal du 17 février 2006. Afin de diminuer les émissions de méthane, la réforme de la loi nationale sur les déchets prévoit l'interdiction de la mise en décharge à partir de 2030. Mi-temps, conformément à la mise en œuvre nationale de la directive 1999/31/CE relative à la mise en décharge des déchets, les flux de déchets sont soumis à des traitements aérobies avant leur mise en décharge afin d'accélérer leur décomposition. Ce traitement est appliqué systématiquement depuis 1993, par SIGRE à Muertendall. Chez SIDEC à Fridhaff, une installation a été mise en place en 2007 (la décharge de SIDEC est entre temps fermée). La mise en décharge de déchets est arrêtée à partir de 2030. Le recyclage des déchets pour réduire la quantité de déchets éliminés est augmenté par incinération avec récupération d'énergie.</p>	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
1993	2030	
Entité(s) responsable(s)	MECDD, AEV	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 610 Décharge inertes	
Description	Le chapitre 4 de la « Null Offall Strategie » comprend 4 Axes en faveur de la prévention et de la gestion des déchets de construction: concevoir des bâtiments comme dépôts de matériaux, promouvoir des modes de construction évitant les excavations, prolonger le cycle d'utilité des bâtiments, créer des marchés pour les produits et matériaux de construction	
Type d'instrument	Planification, Réglementaire	
Etat d'avancement		
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
Entité(s) responsable(s)	MECDD, AEV	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 611 Gestion des eaux usées	
Description	Une bonne gestion des eaux urbaines résiduelles nécessite que leur collecte et leur acheminement vers des stations d'épurations soient réalisés dans les meilleures conditions. La construction de réseaux séparés (eaux usées et eaux pluviales) représentera une mesure importante pour les années à venir (SWW 9). A cela s'ajoute la construction d'ouvrages d'assainissement protégeant les cours d'eau lors de périodes de pluie, notamment avec la mise en place de bassins d'orages et de bassins de rétention d'eaux pluviales (SWW 4 et SWW 5).	
Type d'instrument	Réglementaire, Planification	
Etat d'avancement	Adoptée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2022	2027	
Entité(s) responsable(s)	MECDD, AGE, Communes /syndicats des eaux usées	
Référence(s)	Loi modifiée du 19 décembre 2008 relative à l'eau ; Plan de gestion des districts hydrographiques du Rhin et de la Meuse (parties Luxembourgeoises) et du programme de mesures (2021-2027)	
Infos complémentaires	https://eau.gouvernement.lu/fr/administration/directives/Directive-cadre-sur-leau/3e-cycle-(2021-2027)/elaboration-du-3e-plan-de-gestion-document-final.html	

Intitulé de la mesure	N° 612 Épuration des eaux usées	
Description	<p>La priorisation des mesures de gestion des eaux urbaines a pour objectif premier de raccorder à une station d'épuration biologique publique les localités qui ne sont pas encore, c'est-à-dire celles dont les eaux usées sont rejetées dans le milieu récepteur naturel sans épuration ou uniquement après épuration mécanique. Ici, il peut s'avérer autant nécessaire de construire une nouvelle station d'épuration biologique pour remplacer une ou plusieurs stations d'épuration mécaniques (SWW 1 : Construction de STEP) que de réaliser des mesures sur le réseau d'égout (SWW 9 : et SWW 4 : Bassin d'orage).</p> <p>La modernisation et l'extension des stations d'épuration biologiques en place (SWW 2: Extension/adaptation de STEP) constituent une autre priorité devant permettre d'assurer à l'avenir également une épuration appropriée des eaux usées collectées.</p>	
Type d'instrument	Réglementaire, Planification	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2015	2021	
Entité(s) responsable(s)	MECDD, AGE, Communes /syndicats des eaux usées	
Référence(s)	Loi modifiée du 19 décembre 2008 relative à l'eau ; Plan de gestion des districts hydrographiques du Rhin et de la Meuse (parties Luxembourgeoises) et du programme de mesures (2015-2021)	
Infos complémentaires	https://eau.gouvernement.lu/fr/administration/directives/Directive-cadre-sur-leau/2e-cycle-(2015-2021)/Plan-de-gestion-des-districts-hydrographiques/La-version-francaise.html	

Intitulé de la mesure	N° 613 Épuration des eaux usées	
Description	La priorisation des mesures de gestion des eaux urbaines vise en premier lieu à raccorder toutes les localités à une station d'épuration biologique publique. Cela nécessite le remplacement de stations d'épurations mécaniques ainsi que leur agrandissement et leur modernisation. (SWW 1 et SWW2) Afin de prendre en compte la problématique des micropolluants, l'équipement d'un niveau de traitement quaternaire sur les principales stations d'épurations est une priorité pour les années à venir. (SWW 11)	
Type d'instrument	Réglementaire, Planification	
Etat d'avancement	Adoptée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2022	2027	
Entité(s) responsable(s)	MECDD, AGE, Communes /syndicats des eaux usées	
Référence(s)	Loi modifiée du 19 décembre 2008 relative à l'eau ; Plan de gestion des districts hydrographiques du Rhin et de la Meuse (parties Luxembourgeoises) et du programme de mesures (2021-2027)	
Infos complémentaires	https://eau.gouvernement.lu/fr/administration/directives/Directive-cadre-sur-leau/3e-cycle-(2021-2027)/elaboration-du-3e-plan-de-gestion-document-final.html	

Intitulé de la mesure	N° 614 Stratégie de valorisation des boues d'épuration	
Description	Une stratégie intégrée pour le traitement des boues d'épuration est élaborée afin de garantir une élimination/valorisation sécurisée et de répondre à l'augmentation constante du volume de celles-ci. Des centrales de traitement à lit fluidifié décentralisées sont planifiées et construites, tout en renforçant la coopération de tous les acteurs pour assurer une gestion au niveau national.	
Type d'instrument	Planification	
Etat d'avancement	Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
Entité(s) responsable(s)	MECDD, AEV, AGE, Communes/syndicats des eaux usées	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

3.1.1.6 Agriculture

Intitulé de la mesure	N° 701 Aide favorisant la réduction de la charge de bétail	
Description	La présente intervention encourage une réduction du cheptel bovin présent sur l'exploitation. Moins d'animaux signifie également moins d'émissions de méthane lors de la digestion, ainsi que moins de lisier et de fumier. Cette mesure contribue à améliorer l'autonomie fourragère de celle-ci.	
Type d'instrument	Economique	
Etat d'avancement	Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2023	n.a.	PAC (2023-2027)
Entité(s) responsable(s)	MA, SER	
Référence(s)	PSN - Code intervention: 2.02.550 (Mesure 550)	
Infos complémentaires	https://agriculture.public.lu/de/beihilfen/beihilfen-ab-2023.html	

Intitulé de la mesure	N° 702 Aide favorisant l'utilisation d'additifs alimentaires pour réduire les émissions de méthane dues à la digestion	
Description	La présente intervention encourage l'utilisation d'additifs alimentaires en premier lieu chez les vaches laitières dans le but de réduire les émissions de méthane dues à la digestion. Les premiers additifs alimentaires devraient être autorisés prochainement. Cependant, avant d'introduire cette mesure, il faut s'assurer que l'utilisation de tels produits soit autorisée et que la réduction soit prouvée, sans toutefois ni avoir une influence négative sur la santé et le bien-être des animaux, ni générer des effets nocifs sur l'environnement.	
Type d'instrument	Economique	
Etat d'avancement	En analyse	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
		PAC (2023-2027), mise en oeuvre après 2024
Entité(s) responsable(s)	MA, SER	
Référence(s)		
Infos complémentaires	En février 2022, l'utilisation d'un tel additif a été reconnue dans l'UE pour les vaches laitières (Daily News 23 / 02 / 2022 (europa.eu)).	

Intitulé de la mesure	N° 703 Aide favorisant la conversion et le maintien de l'agriculture biologique	
Description	L'objectif de l'intervention est de promouvoir et de favoriser la production agricole biologique. Ce type d'agriculture renonce à l'emploi de fertilisants minéraux. La production biologique suit le principe d'un système circulaire. Des rotations étendues avec ensemencement de protéagineuses ou d'herbages, ainsi que l'apport de matière organique dans le sol contribuent à la séquestration du carbone.	
Type d'instrument	Economique	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
1997	n.a.	Inclus dans PAC depuis 1996 ; ; conditions adaptées à partir de 2021
Entité(s) responsable(s)	MA, SER	
Référence(s)	PSN - Code intervention: 2.02.543 (Mesure 543)	
Infos complémentaires	https://agriculture.public.lu/de/beihilfen/beihilfen-ab-2023.html	

Intitulé de la mesure	N° 704 Aide favorisant l'injection de lisier et le compostage du fumier	
Description	<p>Cette mesure permet des améliorations au niveau des pertes ammoniacales et nitriferales et au niveau de la valorisation en général des matières organiques suite à l'utilisation d'équipements spéciaux. Par un enfouissement direct, respectivement un compostage préalable, les actions contribuent nettement à une réduction des émissions d'ammoniac et en conséquence du N2O indirect. La technique du compostage des fumiers représente différents avantages environnementaux. Entre autre l'azote uréique et ammoniacal contenu dans le fumier est réincorporé dans la masse microbienne. Les pertes d'épandage sont pratiquement nulles, car l'azote des compostes est presque entièrement présent sous forme organique, non volatile. Bien que cette mesure vise la réduction des émissions atmosphériques, une meilleure valorisation des effluents d'élevage est également une conséquence de cette mesure.</p>	
Type d'instrument	Economique	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2002	n.a.	PAC: à partir de 2002; conditions adaptées à partir de 2020
Entité(s) responsable(s)	MA, SER	
Référence(s)	PSN - Code intervention: 2.02.544 (Mesure 544)	
Infos complémentaires	https://agriculture.public.lu/de/beihilfen/beihilfen-ab-2023.html	

Intitulé de la mesure	N° 705 Aide favorisant l'incorporation du fumier (Eco-scheme)	
Description	Avec cette mesure, l'agriculteur s'engage à incorporer le fumier endédans quatre heures qui suivent l'épandage. Une incorporation rapide après l'épandage permet des améliorations au niveau des pertes ammoniacales et nitrées et au niveau de la valorisation du fumier et en conséquence du N2O indirect. Bien que cette mesure vise la réduction des émissions atmosphériques, une meilleur valorisation des effluents d'élevage est également une conséquence de cette mesure.	
Type d'instrument	Economique	
Etat d'avancement	Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2023	n.a.	PAC (2023-2027)
Entité(s) responsable(s)	MA, SER	
Référence(s)	PSN - Code intervention: 1.02.518 (Mesure 518)	
Infos complémentaires	https://agriculture.public.lu/de/beihilfen/beihilfen-ab-2023.html	

Intitulé de la mesure	N° 706 Prime pour l'instauration d'une agriculture durable et respectueuse de l'environnement	
Description	Ce programme vise à motiver la grande majorité des exploitants agricoles à mettre en place des éléments de structure du paysage, à appliquer de meilleures pratiques agricoles et à favoriser une agriculture durable. Engagement pour la totalité des surfaces de l'exploitation. La nouvelle prime (applicable à partir de 2023) voit des conditions renforcées comme par exemple une réduction de la charge bovine à 1,8 UGB/ha au lieu de 2 UGB/ha ou l'introduction de la limite d'azote résiduel de 100 kg Nmin après la récolte de maïs.	
Type d'instrument	Economique	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
1996	n.a.	PAC: à partir de 1996; conditions adaptées à partir de 2023
Entité(s) responsable(s)	MA, SER	
Référence(s)	PSN - Code intervention: 2.02.540 (Mesure 540)	
Infos complémentaires	https://agriculture.public.lu/de/beihilfen/beihilfen-ab-2023.html	

Intitulé de la mesure	N° 707 Aide aux investissements agricoles – Machines et équipement agricoles/viticoles et horticoles	
Description	L'aide est limitée aux machines et équipement innovantes, aux machines qui ont un impact positif sur la protection de l'eau, qui sont économes en énergie ou qui contribuent à la protection de l'environnement. Un exemple pour des machines innovantes est l'équipements spéciaux d'épandage des effluents d'élevages respectueux de l'environnement, qui contribue à réduire l'ammoniac, mais aussi à mieux utiliser les engrais organiques.	
Type d'instrument	Economique	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
1986	n.a.	aides régulièrement adaptées depuis 1986; PAC: conditions adaptées à partir de 2021
Entité(s) responsable(s)	MA, ASTA	
Référence(s)	PSN - Code intervention: 2.04.712	
Infos complémentaires	Une majoration de 10 points de pourcentage est payée pour l'acquisition d'un véhicule à traction électrique;	

Intitulé de la mesure	N° 708 Aide aux investissements agricoles - Bâtiments et installations fixes	
Description	L'objectif de la mesure est de promouvoir une agriculture multifonctionnelle, durable et compétitive, soucieuse du bien-être animal, de la protection de l'environnement et du climat. Les futurs bâtiments d'élevage doivent être à la pointe de la technologie en matière de bien-être animal et d'environnement. Des étables plus respectueuses de l'environnement contribuent à réduire les émissions de gaz à effet de serre et de polluants atmosphériques. Pour les investissements en biens immeubles une analyse holistique du projet d'investissement est nécessaire (technique, agricole, environnemental, autorisations, financement).	
Type d'instrument	Economique	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
1986	n.a.	aides régulièrement adaptées depuis 1986; PAC: conditions adaptées à partir de 2023
Entité(s) responsable(s)	MA, ASTA	
Référence(s)	PSN - Code intervention: 2.04.712	
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 709 Cadre légal concernant l'utilisation de fertilisants azotés dans l'agriculture	
Description	<p>Cette mesure prescrit la réduction de l'utilisation des engrais sur les terres arables, les prairies et les pâturages, de même que les techniques d'épandage et de stockage à respecter. Bien que la réglementation vise la réduction de la pollution des eaux, une réduction des émissions atmosphériques est également une conséquence de cette réglementation. Des mesures plus contraignantes sont en vigueur dans les zones de protection eau potable délimitées conformément à l'article 44 de la loi modifiée relative à l'eau et qui couvrent environ 17% du territoire national. Un renforcement de certaines dispositions du règlement "nitrates" notamment en vue de la transposition de la directive NEC (réduction des émissions nationales de certains polluants atmosphériques) est en cours.</p>	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2023	n.a.	Mise en œuvre de la directive nitrate depuis 2000; renforcement de certaines dispositions du règlement "nitrates" planifié pour 2023
Entité(s) responsable(s)	MECDD, AGE, AEV, ASTA	
Référence(s)	<p>Règlement grand-ducal modifié du 24 novembre 2000 concernant l'utilisation de fertilisants azotés dans l'agriculture</p> <p>Règlement grand-ducal modifié du 9 juillet 2013 a) relatif aux mesures administratives dans l'ensemble des zones de protection pour les ma</p>	
Infos complémentaires	https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/rgd/2000/11/24/n5/jo	

Intitulé de la mesure	N° 710 Conseil agricole	
Description	<p>Cette mesure a pour but d'aider les agriculteurs à demander de l'aide à des organismes de conseil qui les aident à trouver les meilleures solutions possibles pour leur exploitation grâce à leur expertise. La palette des conseils proposés est très large, allant de l'établissement de plans de fumure, de l'exploitation de cultures arables/de prairies permanentes, de l'alimentation et de la détention des animaux ; et bien d'autres choses encore. Moins d'apports d'azote; une alimentation adaptée, resp. une alimentation réduite en azote, une amélioration de la gestion du troupeau sont des exemples qui aident à réduire les émissions de gaz à effet de serre.</p>	
Type d'instrument	Information	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2016	n.a.	Conditions adaptées à partir de 2020
Entité(s) responsable(s)	MA	
Référence(s)	Règlement ministériel du 28 février 2020 fixant le contenu des modules de conseil dans le domaine de l'agriculture, le taux d'aide et le montant maximal de l'aide ainsi que les qualifications minimales des prestataires	
Infos complémentaires	https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/rmin/2020/02/28/a109/jo	

Intitulé de la mesure	N° 711 Cadre légal concernant le plafonnement du nombre de têtes de cheptel par exploitation	
Description	<p>Cette mesure crée un cadre légal pour plafonner le nombre de têtes de cheptel par exploitation basé sur les UTA (« unités de travail »).</p> <p>Le cheptel animal ayant été identifié comme la principale source des émissions d'ammoniac du secteur agricole, le ministère a l'intention d'éviter un accroissement outre-mesure du cheptel animal. Ainsi, outre les aides mises à disposition pour l'engagement volontaire du secteur agricole visant une réduction des émissions provenant du secteur agricole (ammoniac, gaz à effet de serre, etc.), le législateur a complété cette approche avec un système de régulation du cheptel qui prévoit:</p> <ul style="list-style-type: none"> – de soumettre à autorisation préalable du ministre toute augmentation de cheptel qui a pour effet de porter la production animale sur l'exploitation à plus de deux unités de travail annuel ; - l'autorisation est soumise au respect de valeurs de référence d'indicateurs spécifiques liés à la gestion de l'azote sur l'exploitation ; et – de refuser une autorisation concernant une augmentation de cheptel qui a pour effet de porter la production animale sur l'exploitation à plus de cinq unités de travail annuel. <p>À court terme, cette mesure signifie que le nombre de têtes de cheptel ne pourra plus augmenter indéfiniment et, à moyen et long terme, elle entraînera une réduction du cheptel national, et en conséquence elle contribuera substantiellement à une réduction des gaz à effet de serres et des émissions atmosphériques, dont notamment l'ammoniac.</p>	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
		Mise en œuvre fin 2023
Entité(s) responsable(s)	MA	
Référence(s)	Projet de loi 8060 sur le soutien au développement durable des zones rurales	
Infos complémentaires	https://www.chd.lu/fr/dossier/8060	

3.1.1.7 LULUCF

Intitulé de la mesure	N° 801 Sylviculture - gestion des forêts	
Description	Ce groupe reprend toutes les mesures mises en œuvre ou planifiées pour optimiser la gestion des forêts. (voir détail dans descriptions individuelles).	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
Entité(s) responsable(s)	MECDD, ANF	
Référence(s)	Loi du 18 juillet 2018 concernant la protection de la nature et des ressources naturelles ; 2ème (2017-2021) et 3ème (2022-2026) plan national concernant la protection de la nature ; Code forestier	
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 802 Protection de la surface forestière totale	
Description	L'article 13 de la loi du 18 juillet 2018 concernant la protection de la nature et des ressources naturelles vise à protéger les stocks de carbone existants dans les forêts. Il interdit le défrichement sans autorisation préalable et sans compensation par le boisement de nouvelles zones forestières. Aucun changement d'affectation des terres forestières n'est permis, sauf autorisation du ministre, dans l'intérêt public ou pour l'amélioration de la structure agricole. Compensation de la déforestation par le boisement (3 fois la superficie) et non par d'autres biotopes.	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2018	n.a.	
Entité(s) responsable(s)	MECDD, ANF	
Référence(s)	Loi du 18 juillet 2018 concernant la protection de la nature et des ressources naturelles	
Infos complémentaires	https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/loi/2018/07/18/a771/jo	

Intitulé de la mesure	N° 803 Mise en place de forêts en évolution libre sans récolte de bois	
Description	Le code forestier (PL7255) Art.33 (2) demande la protection stricte (pas de récolte de bois) de 5% des forêts publiques de plus de 100 ha. Cela conduira à une protection stricte supplémentaire de 2000 ha de forêt (actuellement 1250 ha). À court terme, cela entraînera une augmentation du bois mort et donc une augmentation du stock de carbone dans le secteur forestier. D'un autre côté, cette mesure réduit le potentiel total de récolte de bois et l'effet de substitution pour les matériaux de construction ou les sources d'énergie. Augmentation des réserves forestières inégraes (RFI).	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2022	2026	
Entité(s) responsable(s)	MECDD, ANF	
Référence(s)	Code forestier (projet de loi 7255)	
Infos complémentaires	Projet de code forestier: https://environnement.public.lu/fr/natur/forets/nouveau_code_forestier.html	

Intitulé de la mesure	N° 804 Création de zones strictement protégées dans les forêts publiques avec récolte de bois limitée	
Description	Le PNPN3 vise la protection d'un minimum de 30% de toutes les forêts et de 10% des forêts strictement protégées. L'objectif est d'augmenter les zones forestières non perturbées, avec une exploitation limitée ou nulle. Le PNPN3 vise à désigner 7.500 ha supplémentaires de Réserves forestières (10.000 ha d'ici à 2030). À court terme, cela entraînera une augmentation du bois mort et donc une augmentation du stock de carbone dans le secteur forestier. D'un autre côté, cette mesure réduit le potentiel total de récolte de bois et l'effet de substitution pour les matériaux de construction ou les sources d'énergie. Augmentation des zones protégées d'intérêt national (ZPIN).	
Type d'instrument	Accord volontaire	
Etat d'avancement	Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2023	n.a.	
Entité(s) responsable(s)	MECDD, ANF	
Référence(s)	3ème plan national concernant la protection de la nature (2022-2026)	
Infos complémentaires	https://environnement.public.lu/content/dam/environnement/actualites/2022/10/pnnp3/20220909-pnnp3-strategie.pdf	

Intitulé de la mesure	N° 805 Conservation des arbres à grande biodiversité et du bois mort dans les forêts productives	
Description	<p>Pour les propriétaires privés de forêt la conservation des arbres à grande biodiversité et du bois mort est subventionnée à travers le RGD 03/03/2022 dans l'article 19 (préservation des arbres morts au sol) et l'article 17 (préservation des arbres de biotope et des arbres morts sur pied).</p> <p>Pour les forêts publiques le PL7255 dans l'article 33, les principes de la sylviculture proche de la nature sont à appliquer et comprennent la conservation d'arbres morts, la conservation d'arbres d'intérêt biologique et la conservation d'îlots de vieillissement. Augmentation de la conservation des arbres à grande biodiversité et du bois mort.</p>	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2023	n.a.	
Entité(s) responsable(s)	MECDD, ANF	
Référence(s)	Règlement grand-ducal du 3 mars 2022 instituant un ensemble de régimes d'aides pour l'amélioration de la protection et de la gestion durable des écosystèmes forestiers	
Infos complémentaires	RGD 03/03/2022: https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/rgd/2022/03/03/a111/jo	

Intitulé de la mesure	N° 806 Limitation des niveaux de récolte dans les écosystèmes forestiers naturels publics vulnérables	
Description	Le PNPN3 et les règles de gestion des forêts publiques exigent la limitation des niveaux de récolte à 60 % de l'augmentation naturelle de la biomasse dans les forêts naturelles vulnérables au changement climatique. Cette limitation s'applique actuellement à toutes les hêtraies publiques, représentant 22% de la surface forestière totale du Luxembourg (18.500 ha). Cela conduira à une augmentation de 3 m ³ de bois par hectare et par an dans ces forêts et devrait au moins compenser la dégradation naturelle par les impacts du changement climatique.	
Type d'instrument	Accord volontaire	
Etat d'avancement	Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2022	2026	
Entité(s) responsable(s)	MECDD, ANF	
Référence(s)	3ème plan national concernant la protection de la nature (2022-2026)	
Infos complémentaires	https://environnement.public.lu/content/dam/environnement/actualites/2022/10/pnnp3/20220909-pnnp3-strategie.pdf	

Intitulé de la mesure	N° 807 Valorisation accrue du bois, issu des forêts luxembourgeois, comme matériau de construction	
Description	<p>Le code forestier (PL7255) Art. 38 précise qu'un règlement grand-ducal définit les règles applicables à la vente de bois provenant des forêts publiques.</p> <p>Une plateforme dénommée e-Holzhaff est mise en place qui vise à faciliter la mise en relation de l'offre et de la demande des acteurs relevant du secteur du bois au Luxembourg.</p> <p>Seule la vente de bois au Luxembourg et qui reste au Luxembourg peut être considérée. Une étude du cluster bois a estimé que 25% du bois vendu est utilisé comme matériau. Ce pourcentage pourrait atteindre 50 % au maximum.</p>	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2022	n.a.	
Entité(s) responsable(s)	MECDD, ANF	
Référence(s)	<p>Avant-projet de règlement grand-ducal concernant la vente des bois provenant des forêts publiques.</p> <p>Plateforme: e-Holzhaff (luxinnovation)</p>	
Infos complémentaires	https://www.e-holzhaff.lu/de/produits	

Intitulé de la mesure	N° 808 Gestion forestière durable des forêts publiques	
Description	Le code forestier (PL7255), dans l'article 35, exige que la gestion des forêts publiques est basée sur les principes de la gestion durable des forêts. Un règlement grand-ducal définira ces principes et remplacera la circulaire ministérielle du 3 juin 1999. L'administration de la nature et des forêts applique cependant déjà depuis plus de 15 ans les principes d'une sylviculture proche de la nature décrit dans la circulaire ministérielle du 3 juin 1999. Ces principes comprennent entre autres la préservation d'arbres matures et morts, éviter la monoculture et la coupe à blanc etc.	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
1999	n.a.	
Entité(s) responsable(s)	MECDD, ANF	
Référence(s)	Résolution d'Helsinki (ligne directrice H1) 1993 et Circulaire ministérielle du 3 juin 1999 Code forestier (PL7255)	
Infos complémentaires	https://www.europarl.europa.eu/workingpapers/agri/eurfo146_fr.htm https://www.foresteurope.org/docs/MC/MC_helsinki_resolutionH1.pdf	

Intitulé de la mesure	N° 809 Régimes d'aides pour la gestion durable des forêts privées	
Description	<p>Des subsides sont accordés aux propriétaires privés de fonds forestiers dans le règlement grand-ducal du 16 avril 2021 instituant une prime pour la fourniture de services écosystémiques en milieu forestier. Dans ce règlement une prime, appelée « Klimabonusbësch », est instituée pour la gestion de surfaces pourvues de biotopes protégés forestiers ou d'habitats d'intérêt communautaire.</p> <p>Des subsides sont également prévus dans le règlement grand-ducal du 3 mars 2022 instituant un ensemble de régimes d'aides pour l'amélioration de la protection et de la gestion durable des écosystèmes forestiers. Des subsides sont accordés pour la régénération naturelle, l'entretien des jeunes peuplements, la première éclaircie sélective, le débardage de la forêt par cheval ou par câble, la conversion en forêt en libre évolution, la préservation des arbres de biotope et des arbres morts sur pied, la conservation des îlots de vieillissement en forêt, la subvention pour la création de PGFa restauration de l'écosystème forestier par le boisement de terres agricoles, la préservation des arbres morts au sol et le reboisement par sélection des espèces et le mélange d'espèces.</p> <p>La part du bois mort augmentera de 20% par rapport à 2020 en 2040.</p>	
Type d'instrument	Economique	
Etat d'avancement	Adoptée, Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2023	n.a.	
Entité(s) responsable(s)	MECDD, ANF	
Référence(s)	Règlement grand-ducal du 3 mars 2022 instituant un ensemble de régimes d'aides pour l'amélioration de la protection et de la gestion durable des écosystèmes forestiers	
Infos complémentaires	https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/rgd/2022/03/03/a111/jo	

Intitulé de la mesure	N° 810 Aide favorisant l'agroforesterie sur les terres agricoles	
Description	Cette mesure vise à développer l'agroforesterie sous toutes ses formes : intra-parcellaire, bocage, sylvo-pastoralisme, etc. Elle pourrait être constitué de 3 axes d'actions: Production de bois et arbres fruitiers en interculture, culture ligneuse à courte rotation en interculture, bandes de structure ligneuse. La mesure sera accompagnée par des actions, suivi de conseil et de recherche sur l'agroforesterie.	
Type d'instrument	Réglementaire, Economique, Information, Education, Recherche	
Etat d'avancement	Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2025		
Entité(s) responsable(s)	MA, MECDD SER, ASTA, ANF, AEV	
Référence(s)	Art 14. RGD du 3 mars 2022 instituant un ensemble de régimes d'aides pour l'amélioration de la protection et de la gestion durable des écosystèmes forest	
Infos complémentaires	https://agriculture.gouv.fr/un-plan-national-de-developpement-pour-lagroforesterie	

Intitulé de la mesure	N° 811 Aide à l'installation de cultures dérobées et sous-semis	
Description	Cette mesure a des effets favorables sur la gestion des sols et une grande influence sur l'évolution des taux de nitrates dans le sol, car il permet de lutter contre l'érosion et le lessivage des nitrates, ainsi que l'apport de matière organique dans le sol contribuent à la séquestration du carbone	
Type d'instrument	Economique	
Etat d'avancement	Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2002	n.a.	Inclus dans PAC depuis 2002 ; conditions adaptées PAC (2023-2027)
Entité(s) responsable(s)	MA, SER	
Référence(s)	PSN - Code intervention: 1.02.515 (Mesure 515)	
Infos complémentaires	https://agriculture.public.lu/de/beihilfen/beihilfen-ab-2023.html	

Intitulé de la mesure	N° 812 Aide favorisant la transformation d'une terre arable en prairie permanente	
Description	L'effet primaire de cette intervention est d'éviter au minimum le lessivage des nitrates et l'érosion des sols. Un effet secondaire est la séquestration du carbone dans le sol (Conversion arable en prairie pendant 5 ans (maintien du statut arable)).	
Type d'instrument	Economique	
Etat d'avancement	Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
1997	n.a.	Inclus dans PAC depuis 1997; conditions adaptées PAC (2023-2027)
Entité(s) responsable(s)	MA, SER	
Référence(s)	(PSN - Code intervention: 2.02.551) (Mesure 551)	
Infos complémentaires	https://agriculture.public.lu/de/beihilfen/beihilfen-ab-2023.html	

Intitulé de la mesure	N° 813 Aide favorisant la rotation et la diversification des cultures sur terres arables	
Description	L'introduction d'une aide pour favoriser la rotation des cultures sur des prairies temporaires est envisagée.	
Type d'instrument	Economique	
Etat d'avancement	Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2015	n.a.	Inclus dans PAC depuis 2015 ; conditions adaptées PAC (2023-2027)
Entité(s) responsable(s)	MA, SER	
Référence(s)	Plan stratégique national (PSN - Code intervention: 3.02.548 (Mesure 548)xxx)	
Infos complémentaires	https://agriculture.public.lu/de/beihilfen/beihilfen-ab-2023.html	

Intitulé de la mesure	N° 814 Prime pour l'instauration d'une agriculture durable et respectueuse de l'environnement (Viticulture)	
Description	La mesure vise à favoriser la production intégrée de la vigne, notamment de diminuer les impacts de la culture de la vigne sur l'eau, l'environnement et le climat. (dans le passé: entretien du paysage et de l'espace naturel (PEEN) - secteur Viticole). Ainsi, l'interrang enherbé est promu, ce qui représente un engagement pour la totalité des surfaces de l'exploitation.	
Type d'instrument	Economique	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
1996	n.a.	Inclus dans PAC depuis 1996 ; conditions adaptées PAC (2023-2027)
Entité(s) responsable(s)	MA, SER	
Référence(s)	PSN - Code intervention: 2.02.542 (Mesure 542)	
Infos complémentaires	https://agriculture.public.lu/de/beihilfen/beihilfen-ab-2023.html	

Intitulé de la mesure	N° 815 Aide favorisant le travail du sol réduit	
Description	L'intervention vise le soutien du semis direct ou le travail réduit du sol afin d'influencer de façon positive la structure du sol, la prévention de l'érosion et la fertilité biologique du sol. Comme ces pratiques sont en outre plus économes en matière d'énergie que d'autres pratiques de travail du sol, elles contribuent aussi à la réduction des émissions de CO ₂ .	
Type d'instrument	Economique	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2002	n.a.	Inclus dans PAC depuis 2003
Entité(s) responsable(s)	MA, SER	
Référence(s)	PSN - Code intervention: 2.02.549) (Mesure 549)	
Infos complémentaires	https://agriculture.public.lu/de/beihilfen/beihilfen-ab-2023.htm	

Intitulé de la mesure	N° 816 Aide favorisant la conversion et le maintien de l'agriculture biologique (MAE)	
Description	L'objectif de l'intervention est de promouvoir et de favoriser la production agricole biologique. Ce type d'agriculture renonce à l'emploi de fertilisants minéraux. La production biologique suit le principe d'un système circulaire. Des rotations étendues avec ensemencement de protéagineuses ou d'herbages, ainsi que l'apport de matière organique dans le sol contribuent à la séquestration du carbone.	
Type d'instrument	Economique	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
1997	n.a.	PAC: à partir de 1997; conditions adaptées à partir de 2021
Entité(s) responsable(s)	MA, SER	
Référence(s)	PSN - Code intervention: 2.02.543 (Mesure 543)	
Infos complémentaires	https://agriculture.public.lu/de/beihilfen/beihilfen-ab-2023.html	

Intitulé de la mesure	N° 817 Aide à l'installation de surfaces non-productives	
Description	L'objectif de la mesure est de promouvoir un développement durable et une gestion efficace des ressources naturelles telles que l'eau, le sol et l'air. Cette mesure a des effets favorables sur la gestion des sols et une grande influence sur l'évolution des nitrates dans les sols en luttant contre l'érosion et le lessivage des nitrates, ainsi que l'apport de matière organique dans le sol contribuent à la séquestration du carbone.	
Type d'instrument	Economique	
Etat d'avancement	Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2023	n.a.	PAC (2023-2027)
Entité(s) responsable(s)	MA, SER	
Référence(s)	PSN - Code intervention: 1.02.512 (Mesure 512))	
Infos complémentaires	https://agriculture.public.lu/de/beihilfen/beihilfen-ab-2023.html	

Intitulé de la mesure	N° 818 Aide à l'installation de bandes non-productives	
Description	L'objectif de la mesure est d'encourager la mise en place de bandes extensives le long d'éléments structurels du paysage, ainsi que d'autres biotopes, à des endroits critiques en termes d'érosion et le long des cours d'eau. Cette mesure a des effets favorables sur la gestion des sols et une grande influence sur l'évolution des nitrates dans les sols en luttant contre l'érosion et le lessivage des nitrates, ainsi que l'apport de matière organique dans le sol contribuent à la séquestration du carbone.	
Type d'instrument	Economique	
Etat d'avancement	Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
1997	n.a.	PAC: à partir de 1997; conditions adaptées PAC (2023-2027)
Entité(s) responsable(s)	MA, SER	
Référence(s)	PSN - Code intervention: 1.02.513 (Mesure 513))	
Infos complémentaires	https://agriculture.public.lu/de/beihilfen/beihilfen-ab-2023.html	

Intitulé de la mesure	N° 819 Terres urbanisées - Amendement des sols urbains, supports de végétation, en carbone organique stable visant à maximiser leurs stocks de carbone	
Description	<p>Cette mesure vise à utiliser les sols des espaces verts urbains comme réservoir de carbone organique en augmentant leur teneur en carbone organique, sans compromettre leur qualité, ni engendrer de problèmes environnementaux. Pour atteindre cet objectif, il est suggéré de réaliser un amendement significatif en carbone organique stable dans les sols existants ou lors de la mise en place de nouveaux espaces verts.</p> <p>Cette mesure s'appuie sur trois axes complémentaires : (I) inciter les gestionnaires et installateurs d'espaces verts urbains publics et privés à amender les sols existants ou à construire de nouveaux sols enrichis en carbone organique stable, (II) mettre à disposition des gestionnaires et créateurs d'espaces verts un cadre technique permettant de maximiser les stocks de carbone des sols tout en maximisant les co-bénéfices environnementaux et (III) encadrer la production et la commercialisation de formes stables de carbone organique (p.ex. biochar, certains déchets organiques) compatibles avec les objectifs de la mesure : intérêts climatiques, intérêts agronomiques et innocuités environnementale et sanitaire.</p> <p>L'axe I pourrait prendre la forme d'une nouvelle mesure incluse dans le Pacte Climat, plus particulièrement dans la partie 3.3 Approvisionnement durable en eau et gestion des espaces verts, sous-partie 3.3.2 Gestion des espaces verts, donnant droit à un certain nombre de points lorsqu'une certaine quantité de carbone est stockée dans des sols d'espaces verts.</p> <p>L'axe II pourrait prendre la forme d'un guide technique à destination des gestionnaires et créateurs d'espaces verts portant les dispositions techniques à respecter pour atteindre les objectifs de la mesure.</p> <p>L'axe III pourrait prendre la forme d'une adaptation de la législation sur les déchets et/ou les amendements organiques pour autoriser et réguler l'utilisation des matières organiques stables à employer (biochar, déchets organiques stables).</p>	
Type d'instrument	Accord volontaire, Recherche, Réglementaire	
Etat d'avancement	En analyse	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
Entité(s) responsable(s)	MECDD, AEV, Communes	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 820 Terres urbanisées - Interdiction de la mise en place de couverts minéraux à but esthétique (« jardins de graviers ») et incitation à la conversion des jardins de graviers existants	
Description	<p>L'objectif de la mesure est d'empêcher une artificialisation jugée inutile du point de vue de l'aménagement, des sols des parcelles d'accompagnement des bâtiments privés ou publics, en maintenant ou en installant un sol fonctionnel ainsi qu'une couverture végétale pérenne. Les sols fonctionnels et végétalisés seront alors capables de fournir de façon beaucoup plus efficace comparativement aux sols sous couvert minéral, les services écosystémiques de régulation du climat global (séquestration du carbone organique) et local (lutte contre les îlots de chaleurs urbains) et de support de biodiversité dans et sur le sol. La mise en place d'un sol fonctionnel peut se faire en respectant la mesure 819.</p> <p>L'interdiction de la mise en place de couverts minéraux serait considérée comme respectée lorsque la surface du couvert minéral d'une parcelle d'accompagnement de bâtiment est inférieure à une surface ou un pourcentage à définir de la parcelle d'accompagnement, hors zone dédiée au stationnement des véhicules. La mesure pourrait s'intégrer dans les PAG ou PAP ou encore dans le règlement des bâtisses des communes et s'appliquerait lors d'un aménagement ou d'un réaménagement nécessitant un permis de bâtir.</p> <p>L'incitation à la conversion des couverts minéraux vers un couvert végétal pérenne pourrait prendre la forme d'une nouvelle mesure incluse dans le Pacte Climat, plus particulièrement dans la partie 3.3 Approvisionnement durable en eau et gestion des espaces verts, sous-partie 3.3.2 Gestion des espaces verts, ou dans le Pacte Nature, donnant droit à un certain nombre de points. Elle pourrait aussi prendre la forme de subside distribué par la commune. La mesure serait considérée comme respectée lorsque la surface du couvert végétal pérenne est supérieure à un pourcentage à définir de la parcelle d'accompagnement, hors zone dédiée au stationnement des véhicules.</p> <p>La mesure devrait favoriser la mise en place du couvert végétal le plus important possible, à savoir au minimum un couvert végétal herbacé et au maximum un couvert végétal arboré, avec un niveau intermédiaire constitué d'un couvert végétal arbustif.</p>	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	En analyse	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
Entité(s) responsable(s)	MECDD, AEV, Communes	
Référence(s)		

Infos complémentaires	
----------------------------------	--

Intitulé de la mesure	N° 821 Terres urbanisées - Mettre en production des zones délaissées urbaines dans le but de produire de la biomasse non alimentaire (paysage productif)	
Description	<p>L'objectif de la mesure est triple : (a) implanter un couvert végétal pérenne arbustif (p.ex. miscanthus) ou arboré (haies, taillis à très courte rotation de saules, peupliers) sur les zones délaissées urbaines (p.ex. parcelles d'accompagnement d'installations industrielles, commerciales ou de transport, friches industrielles et urbaines, anciennes décharges recouvertes) pour verdir les zones urbaines et péri-urbaines (mesure 2.7. du PNPN3), (b) produire de la biomasse végétale via l'entretien et l'exploitation extensive de ces zones sur la base d'une gestion cohérente à l'échelle du paysage, (c) utiliser la biomasse végétale produite pour produire de l'énergie (centrale biomasse) et, si possible, de l'H₂ vert et du biochar via le procédé de pyrolyse. Le biochar pourrait alors être utilisé pour mettre en application la mesure 819.</p> <p>La mise en place de cette mesure se base sur 3 axes : (I) identifier les zones délaissées ayant un potentiel significatif pour la mise en application de cette mesure, (II) lever les contraintes réglementaires ainsi que les contraintes techniques pour mettre en production les zones délaissées, et (III) inciter les gestionnaires des zones délaissées à les mettre en production.</p> <p>L'axe I pourrait prendre la forme d'une carte localisant les zones délaissées et leur potentiel de mise en production.</p> <p>L'axe II pourrait prendre la forme d'un règlement grand-ducal dédié ou d'une modification de la législation en vigueur pour le volet réglementaire et d'un guide technique permettant d'apporter des solutions techniques.</p> <p>L'axe III pourrait prendre la forme d'une nouvelle mesure incluse dans le Pacte Climat.</p>	
Type d'instrument	Recherche, Réglementaire	
Etat d'avancement	En analyse	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
Entité(s) responsable(s)	MECDD, AEV, ANF, MEA, Communes	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

3.1.2 Energies renouvelables

Le Gouvernement souhaite renforcer la dynamique du développement des énergies renouvelables avec un objectif passant de 25 à 37% à l'horizon 2030 suite aux initiatives au niveau européen que ce soit le « Green Deal », le « Fit for 55 », le « REPowerEU » ou encore la révision de la directive relative aux énergies renouvelables, pour diminuer d'avantage la dépendance aux énergies fossiles.

La présente rubrique reprend par conséquent les politiques et mesures visant à concrétiser cet objectif ambitieux en se basant en particulier sur deux technologies clés à savoir l'éolien (mesure 224) et le photovoltaïque (mesures 205 à 213) mais également en créant un cadre favorable au déploiement des énergies renouvelables (mesures 201 et 202), que ce soit par une facilitation des procédures (mesures 203 et 204) ou la promotion des autres sources d'énergie renouvelable telles que le biogaz (mesures 214 et 215), l'hydrogène (mesures 216, 217 et 218), sans oublier la biomasse qui tout au long des dernières années a su contribuer à l'essor des énergies renouvelables sur le territoire national.

Dans le domaine de la chaleur et du froid renouvelable, un certain nombre de mesures sont planifiées, tels que la facilitation de réseaux de chaleur/froid renouvelables (mesure 222) et de la géothermie (mesure 223) ou encore la promotion de l'hydrogène renouvelable (mesures 216 à 218).

A côté des efforts nationaux, il faut également mentionner la coopération européenne qui se traduit par le mécanisme européen de financement des énergies renouvelables (mesure 220) et les transferts statistiques (mesure 221) qui reste un pilier incontournable dans l'atteinte de l'objectif de 2030.

Intitulé de la mesure	N° 201 Rémunérations pour l'électricité produite à partir des sources d'énergie renouvelables	
Description	<p>L'objectif principal de cette mesure est la création d'un cadre favorable pour le déploiement continu des énergies renouvelables en vue des objectifs repris dans la directive 2018/2001 via différents instruments d'aides au fonctionnement, afin d'augmenter la part des sources d'énergie renouvelables dans le secteur de l'électricité et de la chaleur en vue de la décarbonation du système énergétique. Le cadre réglementaire est le règlement grand-ducal modifié du 1er août 2014 relatif à la production d'électricité basée sur les sources d'énergie renouvelables qui détermine e.a. le raccordement au réseau électrique et la fourniture d'électricité, le système des garanties d'origine et les rémunérations garanties sous forme de tarifs d'injection ou primes de marché pour l'électricité produite à partir d'énergie éolienne, solaire ou hydroélectrique, de biogaz, gaz de stations d'épuration d'eaux usées, biomasse solide et bois de rebut. Les niveaux des rémunérations varient en fonction de la source d'énergie renouvelable et de la puissance électrique de l'installation. Ils sont garantis pour une période de 15 ans à compter de la date de première injection dans le réseau électrique. En complément, des primes de chaleur pour la chaleur commercialisée cogénérée et une prime de lisier, qui sera réformée via la stratégie biogaz en mettant l'accent sur les effluents d'élevage (mesure 215), sont prévues. Le règlement prévoit également la tenue d'appels d'offres pour les installations photovoltaïques de grande envergure (mesure 205). Les dernières adaptations importantes du règlement ont été : a) L'élargissement du cercle des bénéficiaires des tarifs pour centrales photovoltaïques d'une puissance comprise entre 30 et 200 kW à toutes les personnes physiques et morales (avant seulement sociétés coopératives et civiles ; en 2020) ; b) Adaptation des tarifs pour grandes centrales à biomasse et bois de rebut à cause des évolutions de marché (2022) ; c) Pour 2023 : suspension de la dégression des rémunérations à cause de la flambée des prix (2022) ; d) Augmentation prévue en 2023 des tarifs pour centrales biogaz pour redynamiser la filière. Les coûts relatifs au développement des énergies renouvelables sont compensés par le biais du mécanisme de compensation. A l'avenir il convient de sonder différentes pistes pour répercuter ces coûts non seulement sur les consommateurs d'électricité mais également sur les consommateurs d'énergies fossiles comme le gaz naturel et le mazout.</p> <p>En ce qui concerne ce règlement grand-ducal, le gouvernement procède par des adaptations ponctuelles et ciblées (p.ex. biogaz, mesure 215), en attendant de la refonte du cadre actuel en matière d'aides d'Etat. Dans ce contexte, une étude sur le "contrat d'écart compensatoire bidirectionnel" a été finalisée et un échange régulier avec la Commission européenne a lieu en vue d'une éventuelle implémentation.</p>	
Type d'instrument	Economique	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations

2014	n.a.	révisions régulières du règlement
Entité(s) responsable(s)	MEA	
Référence(s)	Règlement grand-ducal modifié du 1er août 2014 relatif à la production d'électricité basée sur les sources d'énergie renouvelables	
Infos complémentaires	https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/rgd/2014/08/01/n1/jo	

Intitulé de la mesure	N° 202 Sensibilisation, information et services de conseil en matière de sources d'énergie renouvelables	
Description	Les services de la Klima-Agence (anciennement myenergy) accompagnent et facilitent le déploiement de projets d'énergies renouvelables, notamment par le moyen d'instruments tels que le conseil en énergie gratuit, une plateforme et un site internet regroupant toutes les informations nécessaires sur les énergies renouvelables, le cadastre solaire, le cadastre thermique, le pacte climat 2.0 avec les communes, un pacte climat pour les PME ensemble avec Luxinnovation, et l'Accord volontaire conclu avec le secteur industriel et qui compte la participation d'environ 50 entreprises grandes consommatrices d'énergie issues des secteurs industriel et tertiaire du Luxembourg,	
Type d'instrument	Information	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
		mise en œuvre continue
Entité(s) responsable(s)	MEA, MECDD, Autre(s) : Klima-Agence, Luxinnovation	
Référence(s)		
Infos complémentaires	https://www.klima-agence.lu/fr/accueil	

Intitulé de la mesure	N° 203 Révision des textes législatifs en vue de supprimer, réduire ou faciliter ou accélérer les procédures d'autorisation	
Description	<p>Certains facteurs limitent l'accélération du déploiement des énergies basées sur des sources renouvelables, telles que les procédures administratives dans le cadre des demandes d'autorisations. En cas d'absence de délais dans les textes législatifs concernés, il est visé de fixer des délais pour les autorités compétentes pour la procédure d'instruction des demandes autorisations et la prise de décision de l'autorité compétente. De plus, les textes législatifs concernés seront revus dans le but d'identifier des cas de figure pour lesquels une autorisation individuelle n'est pas requise ou pourrait être remplacée par d'autres moyens législatifs. Comme p.ex. un règlement grand-ducal ou dans lesquels les procédures pour l'obtention d'une telle autorisation pourraient être allégées ou accélérées voire prioritaires. Les délais prévus par le règlement (UE) 2022/2577 du Conseil du 22 décembre 2022 établissant un cadre en vue d'accélérer le déploiement des énergies renouvelables, valable pour une période de 18 mois, fixe des délais pour les procédures dans le domaine de l'énergie éolienne, solaire et des pompes à chaleur. Ces délais serviront de critères de base minima pour l'analyse susmentionné.</p> <p>Les analyses susmentionnées seront coordonnées par le MECDD. En cas d'adaptation de textes législatifs, les travaux y relatifs seront entamées par les autorités compétentes respectives.</p>	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2023		
Entité(s) responsable(s)	MECDD, MINT, MEA, MTEESS,	
Référence(s)		
Infos complémentaires	https://www.consilium.europa.eu/media/60326/st15176-en22.pdf / https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM%3A2022%3A230%3AFIN&qid=1653033742483	

Intitulé de la mesure	N° 204 Coordination des procédures relatives aux décisions concernant les énergies renouvelables	
Description	Les procédures d'autorisation peuvent se révéler longues dus à la complexité des projets, dont l'élaboration prend en partie un certain temps, et le nombre élevé de demandes de tout type confondu, qui sont en principe traités selon le principe du first-in, first-out Comme c'est la dernière des décisions qui détermine le moment des commandes et des travaux de construction, il est souhaitable que toutes les procédures s'achèvent de façon rapprochée. Il est créé un groupe de coordination, sous la direction du MECDD, avec des membres de ministères et administrations concernés afin de garantir un traitement en parallèle et coordonné des demandes en la matière, pour lesquels une telle concertation s'impose ou est sollicitée.	
Type d'instrument	Information	
Etat d'avancement	Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2023		
Entité(s) responsable(s)	MECDD, MEA, MINT	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 205 Installer un système photovoltaïque sur tous les bâtiments résidentiels	
Description	<p>L'Etat renforcera l'obligation pour la bâtisse nouvelle afin que tout nouveau bâtiment soit équipé d'une installation photovoltaïque recouvrant une partie maximale de la toiture.</p> <p>En ce qui concerne la bâtisse existante et pour les cas où les personnes n'ont pas les moyens financiers pour faire l'investissement dans une installation photovoltaïque, l'Etat prendra en charge le coût de l'installation photovoltaïque. Cette mesure a un bénéfice double : les personnes qui n'ont pas les moyens financiers peuvent bénéficier de cette mesure et leur facture d'électricité sera réduite par l'autoconsommation. D'un autre côté les bâtiments qui en temps normaux ne seraient pas équipés d'installations photovoltaïques, participeront à la transition énergétique. Le ministère de l'Énergie et de l'Aménagement du territoire élaborera les pistes pour la mise en œuvre de la mesure et la prise en charge des coûts d'investissement. Avant la mise en œuvre, différentes questions d'ordre juridique restent néanmoins à clarifier.</p> <p>Pour la bâtisse existante, le gouvernement analyse en outre la possibilité de la création d'un registre où des propriétaires (de toitures adaptées à accueillir une installation photovoltaïque) peuvent s'inscrire afin de mettre à disposition leur toiture. Les modalités, les contraintes y relatives et l'organisation de ce registre ainsi que l'éventuelle désignation d'un concessionnaire sont en train d'être examinés.</p>	
Type d'instrument	Réglementaire, Budgétaire	
Etat d'avancement	En analyse	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
Entité(s) responsable(s)	MEA	
Référence(s)	Discours du PM sur l'Etat de la nation 2022 ; Règlement grand-ducal du 9 juin 2021 concernant la performance énergétique des bâtiments ;	
Infos complémentaires	https://gouvernement.lu/fr/actualites/toutes_actualites/discours/2022/10-octobre/12-etat-de-la-nation.html	

Intitulé de la mesure	N° 206 Appels d'offres pour centrales photovoltaïques de grande puissance	
Description	<p>Depuis 2018, cinq appels d'offres (AO) ont été lancés pour les centrales photovoltaïques > 500 kW (respectivement > 200 kW), moyennant l'attribution d'un contrat de prime de marché. Ceci conformément aux lignes directrices en matière d'aides d'Etat, qui préconisent la mise en concurrence comme moyen le plus approprié de promouvoir les sources d'énergie renouvelables (RES) en ce qui concerne le rapport coût/efficacité. Pour les quatre derniers appels d'offres, sur les 155 MW de puissance à allouer, 74,9 MW ont pu être attribués. Une solution pour remédier à cette situation pourrait être l'introduction de lots dédiés à l'autoconsommation (voir mesure 207). Courant 2023, les deux instruments (AO « régulier » et AO « autoconsommation ») seront évalués et suivant les résultats les deux systèmes continueront à fonctionner parallèlement ou un appel d'offres combinant les deux approches, voire exclusivement basé sur l'autoconsommation sera mis en place. D'autres options/lots pourraient être rajoutés comme l'autoconsommation avec stockage, ombrières avec bornes de charge. Suite au premier appel d'offres « AO autoconsommation », force est de constater que ce dernier a connu un franc succès. De plus amples détails se trouvent dans la mesure 208. Un deuxième appel d'offres « AO autoconsommation » sera d'ailleurs lancé en juillet 2023.</p>	
Type d'instrument	Economique	
Etat d'avancement	Mise en œuvre, Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2019		
Entité(s) responsable(s)	MEA, MECO	
Référence(s)	<p>Règlement grand-ducal modifié du 1er août 2014 relatif à la production d'électricité basée sur les sources d'énergie renouvelables</p> <p>Loi modifiée du 15 décembre 2017 relative à un régime d'aides à la protection de l'environnement</p>	
Infos complémentaires	https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/rgd/2017/04/24/a481/jo	

Intitulé de la mesure	N° 207 Obligation "PV ready" pour bâtiments industriels et agricoles	
Description	<p>Les bâtiments d'habitation et les bâtiments fonctionnels se dirigent vers une obligation implicite d'installer des panneaux photovoltaïques au vu des dispositions du règlement grand-ducal modifié du 9 juin 2021 concernant la performance énergétique des bâtiments (mesures 204 et 301). Il importe dès lors de prévoir également un instrument visant les nouveaux bâtiments industriels et agricoles, présentant un potentiel important, tout en mettant l'accent sur les deux points suivants et primordiales et qui sont la statique de la toiture et la puissance du transformateur. Il est prévu d'inscrire cette obligation dans la refonte de la loi modifiée du 5 août 1993 concernant l'utilisation rationnelle de l'Énergie.</p> <p>Ainsi, à partir du 1er janvier 2024 tout bâtiment industriel et agricole à autoriser doit être conçu de la manière à pouvoir accueillir une installation photovoltaïque sur sa toiture. L'investissement peut être réalisé par le propriétaire, le locataire ou une tierce personne.</p> <p>Cette mesure concerne les bâtiments fonctionnels et agricoles qui ne sont pas couverts d'office par le RGD modifié du 9 juin 2021 concernant la performance énergétique des bâtiments (mesure 301).</p> <p>En outre, il appartient encore à l'Etat de prendre un rôle exemplaire. L'Etat installe sur tous ses nouveaux bâtiments des panneaux photovoltaïques en vue notamment de l'autoconsommation. A l'horizon 2030 l'Etat vise ainsi à couvrir majoritairement la consommation électrique de son patrimoine immobilier par des installations photovoltaïques sur le territoire national. Cet objectif inclut le projet d'équiper tous les parkings publics d'ombrières photovoltaïques jusqu'en 2030 (à l'exception d'éventuels cas d'impossibilité techniques ou réglementaires).</p>	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	En analyse	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2023		mise en œuvre planifiée pour 2023/2024
Entité(s) responsable(s)	MEA, MECO, MA	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 208 Appels d'offres pour centrales photovoltaïques en mode autoconsommation	
Description	<p>Face à la situation de crises multiples, un instrument déjà envisagé mais pas encore mis en pratique, a été avancé dans sa réalisation : aider et favoriser l'autoconsommation auprès des entreprises et dans l'industrie. A cet effet, un appel d'offres visant spécialement l'autoconsommation et attribuant l'aide étatique moyennant une aide à l'investissement (et non pas moyennant une aide opérationnelle comme l'appel d'offres « régulier ») a été lancé en novembre 2022, en coopération avec le Ministère de l'Economie.</p> <p>Cet instrument a été mis en œuvre dans le cadre d'un paquet de mesures datant d'automne 2022 pour faire face à la crise énergétique. Cet instrument devrait permettre aux entreprises de sécuriser au moins une partie de leur facture d'électricité.</p> <p>L'appel d'offres séparé pour l'autoconsommation a été doté d'un budget de 30 millions d'euros. Ce budget est réparti en trois lots à 10 millions d'euros chacun, différenciés selon la puissance des centrales (30-200 kW, 200-500 kW, 500 kW – 5 MW) et avec des intensités d'aide maximales différentes (60-55-50%). L'attribution des projets se fait sur le prix exprimé en €/kWc, dont les montants ont également été plafonnés (810-620-530 €/kWc).</p> <p>Cet appel d'offres a connu un franc succès avec quelques 46 MW pouvant être attribués, nécessitant quelques 16 millions d'euros d'aides étatiques. Devant ce succès, un deuxième appel avec un budget de 20 millions d'euros sera lancé en juillet 2023. Par rapport aux appels d'offres réguliers, on peut constater que l'instrument de l'aide à l'investissement semble plus attractif, respectivement que la sensibilisation auprès des entreprises était accrue en cette année de crise énergétique 2022.</p> <p>Courant 2023, l'évaluation des deux instruments (AO « régulier » et AO « autoconsommation ») continuera donc.</p>	
Type d'instrument	Economique	
Etat d'avancement	Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2022	n.a.	
Entité(s) responsable(s)	MEA, MECO	
Référence(s)	Loi modifiée du 15 décembre 2017 relative à un régime d'aides à la protection de l'environnement	
Infos complémentaires	https://guichet.public.lu/fr/entreprises/financement-aides/aides-environnement/appel-projets-photovoltaïque/appel-photovoltaïque-aides-investissements.html	

Intitulé de la mesure	N° 209 Projet d'appel d'offres pour installations photovoltaïques au sol (agri-PV)	
Description	Le Ministère de l'Énergie a lancé le 22 octobre 2022 un appel d'offres pilote qui porte sur la réalisation et l'exploitation de nouvelles centrales dites agrivoltaïques de production d'électricité à partir de l'énergie photovoltaïque. Le but recherché est que ces centrales (agri-PV) présentent trois avantages, à savoir, la production d'électricité renouvelable, le maintien de la production agricole qui reste l'objectif principal et l'augmentation de la biodiversité visant la protection de la nature. En ce qui concerne la production d'électricité, le but est de mobiliser des terrains vagues où des puissances installées plus grandes que sur des toitures (et autres surfaces scellées) sont possibles. L'attribution se fait moyennant une aide au fonctionnement, un contrat de prime de marché pour l'injection de l'électricité produite.	
Type d'instrument	Economique	
Etat d'avancement	Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2022		
Entité(s) responsable(s)	MEA, MECDD, MAVDR	
Référence(s)		
Infos complémentaires	https://guichet.public.lu/dam-assets/catalogue-pdf/appel-offres-electricite/appel-offre-agripv.pdf	

Intitulé de la mesure	N° 210 Cadre de promotion de l'autoconsommation, des communautés et des coopératives énergétiques	
Description	<p>Le gouvernement a progressivement mis en place un cadre législatif pour accompagner les différentes facettes de l'autoconsommation et des communautés (Loi modifiée du 1er août 2007 relative à l'organisation du marché de l'électricité). Cette loi est en train d'être modifiée à nouveau, pour tenir compte de retours d'expérience en ce qui concerne les volets mentionnés et pour adapter ces concepts encore mieux à la pratique.</p> <p>En ce qui concerne la promotion de ces concepts, la préparation d'éléments facilitateurs (modèles de statuts, conventions-types, explication des démarches pour la création d'un groupe de partage, etc.) est en cours dans le cadre d'une collaboration étroite entre Klima-Agence, les ministères, le régulateur et les gestionnaires de réseau, le tout piloté par Klima-Agence. Quand ces instruments seront prêts, la promotion sera intensifiée par des campagnes ciblées.</p> <p>De plus, Klima-Agence encourage et accompagne de façon générale les acteurs de la société luxembourgeoise au travers de campagnes de sensibilisation et de son service de conseil de base en énergie et mobilité (voir aussi mesure 313).</p>	
Type d'instrument	Réglementaire, Information	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
Entité(s) responsable(s)	MEA, Autre(s) : Klima-Agence, ILR, gestionnaires de réseau	
Référence(s)	Loi modifiée du 1er août 2007 relative à l'organisation du marché de l'électricité	
Infos complémentaires	https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/loi/2007/08/01/n14/jo	

Intitulé de la mesure	N° 211 Cadastre solaire sur le géoportail luxembourgeois	
Description	Le cadastre solaire, prévu par l'accord de coalition du gouvernement 2018-2023, a été mis en place courant en 2020, et sert d'outil à la « Klima-Agence » pour les démarches auprès des citoyens. Le cadastre est un dispositif interactif permettant d'identifier et de calculer la capacité maximale des toitures. Ce cadastre, accessible à tous, permet aux personnes privées, acteurs du marché, gestionnaires de réseau administrations etc. de planifier les projets de manière plus efficace ou l'intégration dans le réseau. Il tient compte d'informations telles que le type de toit (toit plat, etc.) et les hauteurs des bâtiments de sorte que l'utilisateur n'a qu'à sélectionner son toit pour obtenir une première évaluation quant à la faisabilité et de la puissance pouvant être installée. Il sert 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).	
Type d'instrument	Information	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
Entité(s) responsable(s)	MEA	
Référence(s)		
Infos complémentaires	https://map.geoportail.lu/theme/energie?version=3&zoom=17&X=682156&Y=6379591&lang=lb&rotation=0&layers=1813&opacities=1&bgLayer=streets_jpeg https://www.klima-agence.lu/fr/les-etapes-de-mon-projet/etapes-cles/produire-electricite-propre	

Intitulé de la mesure	N° 212 Obligation de déclarer les revenus d'une centrale PV : limite relevée de 4 kW à 30 kW	
Description	La vente d'électricité étant une activité commerciale, les revenus générés par une centrale PV doivent également être déclarés par les personnes physiques. Dans un souci de simplification et par tolérance administrative, le seuil de la puissance installée à partir duquel la déclaration est obligatoire est passé de 4 à 10 kW à partir de l'année fiscale 2021. Par une décision du comité tripartite en mars 2023, ce seuil est relevé de 10 à 30 kW à partir de l'année fiscale 2023. La production d'électricité en dessous de ce seuil est considérée comme activité d'amateur et les personnes physiques sont donc dispensées de l'obligation de déclaration.	
Type d'instrument	Fiscal	
Etat d'avancement	Mise en œuvre, Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
Entité(s) responsable(s)	MFIN	
Référence(s)		
Infos complémentaires	https://impotsdirects.public.lu/dam-assets/fr/legislation/legi21/2021-09-22-LIR-14-2-du-2292021.pdf	

Intitulé de la mesure	N° 213 Baisse du taux de TVA pour les installations photovoltaïques à 3%	
Description	Baisse du taux de TVA (initialement 17%) sur la livraison et l'installation de panneaux photovoltaïques au taux super-réduit de 3% à partir du 1er janvier 2023. Ceci vaut pour les installations montées sur des logements et bâtiments utilisés pour des activités d'intérêt général. Les éléments éligibles sont les modules, les onduleurs, le câblage, les fixations, etc.	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
Entité(s) responsable(s)	MFIN, MEA	
Référence(s)	https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/loi/2022/12/23/a649/jo	
Infos complémentaires	https://pfi.public.lu/fr/publications.html	

Intitulé de la mesure	N° 214 Rémunérations pour le biogaz injecté dans le réseau de gaz naturel	
Description	Le cadre réglementaire relatif à la production, la rémunération et la commercialisation de biogaz injecté dans le réseau de gaz naturel fixe e.a. l'organisation de l'injection du biogaz dans le réseau de gaz naturel ainsi que sa répartition et commercialisation. Le mécanisme de soutien permet de garantir au producteur une rémunération pour le biogaz injecté pendant une période de 15 ans à partir de la date de la première injection. Dans le cadre de la stratégie nationale biogaz (mesure 215), il est prévu de réviser les rémunérations pour l'injection de biogaz dans le réseau de gaz naturel en incitant la valorisation des effluents d'élevage dans les centrales existantes et les nouvelles centrales.	
Type d'instrument	Economique	
Etat d'avancement	Mise en œuvre, Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2011		
Entité(s) responsable(s)	MEA	
Référence(s)	Règlement grand-ducal modifié du 15 décembre 2011 relatif à la production, la rémunération et la commercialisation de biogaz	
Infos complémentaires	https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/rgd/2011/12/15/n5/jo	

Intitulé de la mesure	N° 215 Stratégie biogaz et nouveaux incitatifs (financiers et autres) pour le biogaz	
Description	<p>La stratégie nationale biogaz, approuvée par le Conseil de Gouvernement le 15 juillet 2022, a été élaborée par le ministère de l'Énergie et de l'Aménagement du territoire en concertation avec le ministère de l'Environnement, du Climat et du Développement durable et le ministère de l'Agriculture, de la Viticulture et du Développement rural. Elle se base sur les résultats d'une étude de 2021 sur le potentiel et les aspects environnementaux du biogaz. Le gouvernement s'est fixé comme objectifs de valoriser 50 % du gisement des effluents d'élevage avec un maximum de 1 million de tonnes par an, de mobiliser 75 % du potentiel des biodéchets et des déchets de verdure et limiter la surface utilisée pour la production de cultures dédiées à 1.500 ha. Ces objectifs permettent d'augmenter la production brute de biogaz à 330 GWh par an. Pour la mise en œuvre de la stratégie, les mesures suivantes ont été définies: a) Révision des rémunérations pour la production d'électricité à partir du biogaz en incitant la valorisation des effluents d'élevage dans les centrales existantes et les nouvelles centrales par une modification du règlement grand-ducal modifié du 1er août 2014 relatif à la production d'électricité basée sur les sources d'énergie renouvelables ; b) Révision des rémunérations pour l'injection de biométhane en incitant la valorisation des effluents d'élevage dans les centrales existantes et les nouvelles centrales par une modification du règlement grand-ducal modifié du 15 décembre 2011 relatif à la production, la rémunération et la commercialisation de biogaz; c) Transposition des critères de durabilité et de réduction des gaz à effet de serre prévus dans la directive (UE) 2018/2001 du Parlement européen et du Conseil du 11 décembre 2018 relative à la promotion de l'utilisation de l'énergie produite à partir de sources renouvelables en droit national; d) Augmenter le taux de collecte séparé des biodéchets et le traitement anaérobie; e) Révision des conditions d'exploitation des centrales existantes afin de réduire les émissions atmosphériques et augmenter la sécurité des centrales ; f) Exclusion des effluents d'élevage en provenance de l'étranger dans le calcul de la quote-part pour la prime de lisier ; g) Mise en place d'une filière robuste et durable de gestion des digestats pour optimiser leur valorisation agricole et limiter leurs impacts sur l'environnement; h) Promotion de la construction de bâtiments d'élevage « biogaz ready »; i) Promotion de projets innovants permettant de réduire davantage les émissions de gaz à effet de serre.</p>	
Type d'instrument	Planification, Economique	
Etat d'avancement	Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2023		
Entité(s) responsable(s)	MEA, MECDD, MAVDR, MECO	

Référence(s)	
Infos complémentaires	

Intitulé de la mesure	N° 216 Stratégie hydrogène	
Description	Description du contexte de la décarbonation par le biais de l'hydrogène dans le cadre de l'ambition d'atteindre la neutralité climatique d'ici 2050; état des lieux et estimation du potentiel de décarbonation par l'emploi de l'hydrogène; sept mesures clé pour la promotion de la production, de l'importation et de l'utilisation de l'hydrogène renouvelable: 1. Contribuer à la définition du cadre légal, réglementaire et régulateur au niveau de l'UE, 2. Coopérer avec les États membres de l'UE et des pays tiers, 3. Identifier les opportunités au Luxembourg - Recherche et innovation, 4. Passer au concret - Des projets phares à étudier et à réaliser, 5. Prioriser les actions - Vers une décarbonation ciblée par l'hydrogène renouvelable, 6. Développer les instruments pour un marché de l'hydrogène renouvelable, 7. Implémenter et améliorer en continu. Un comité de pilotage « Taskforce H2 Luxembourg » a été instauré assurant le suivi de la stratégie. Après l'élaboration prévue dans le PNEC de 2020 et la publication de la stratégie hydrogène du Luxembourg en septembre 2021, l'implémentation des sept mesures énumérées ci-dessus se fait également sous coordination du département de l'énergie du ministère de l'Énergie et de l'Aménagement du territoire et en concertation étroite avec les autres ressorts concernés ainsi qu'avec les acteurs.	
Type d'instrument	Planification	
Etat d'avancement	Adoptée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2021	n.a.	
Entité(s) responsable(s)	MEA, Autre(s): MECO, MECDD	
Référence(s)	Stratégie hydrogène du Luxembourg, MEA 2021	
Infos complémentaires	https://gouvernement.lu/fr/actualites/toutes_actualites/communiques/2021/09-septembre/27-turmes-hydrogene.html	

Intitulé de la mesure	N° 217 Rémunération pour la production d'hydrogène renouvelable	
Description	<p>Une des priorités de la stratégie hydrogène est de développer un concept de soutien financier afin de faciliter la réalisation de projets pilotes de production d'hydrogène renouvelable au Luxembourg. A court terme (avant 2030) la production domestique d'une certaine quantité d'hydrogène est importante, il s'est avéré qu'une demande significative émergera avant qu'une infrastructure européenne de transport d'hydrogène, répondant à cette demande, soit mise en place.</p> <p>Le financement de la mesure de soutien de l'hydrogène renouvelable doit être organisé et la possibilité d'une mise en place d'un mécanisme de compensation pour le secteur du gaz sera analysée.</p>	
Type d'instrument	Economique	
Etat d'avancement	Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2023		
Entité(s) responsable(s)	MEA, Autre(s) MECO	
Référence(s)	Stratégie hydrogène du Luxembourg, MEA 2021	
Infos complémentaires	https://gouvernement.lu/fr/actualites/toutes_actualites/communiques/2021/09-septembre/27-turmes-hydrogene.html	

Intitulé de la mesure	N° 218 Connexion à une infrastructure européenne de transport d'hydrogène	
Description	Vu le potentiel limité de production d'hydrogène sur le territoire luxembourgeois, le potentiel intéressant de transit d'hydrogène à travers le Luxembourg, et en raison de la demande susceptible d'évoluer plus rapidement que prévu dans le secteur industriel, il est important de positionner le Luxembourg dans une perspective de sécurité d'approvisionnement essentielle pour la décarbonation de procédés non-électrifiables dans l'industrie et de modes de transports difficiles à électrifier (à court et moyen terme). Le gouvernement luxembourgeois, en concertation avec les autorités des pays voisins, œuvre pour mettre en service un premier hydrogénéoduc interconnecté fournissant de l'hydrogène renouvelable en volumes suffisants et à prix compétitif. Une base légale devra être créée pour définir une procédure d'autorisation afin qu'un gestionnaire de réseau hydrogène puisse être mandaté pour mettre en place un tel réseau au Luxembourg	
Type d'instrument	Planification	
Etat d'avancement	Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
Entité(s) responsable(s)	MEA	
Référence(s)	Stratégie hydrogène du Luxembourg, MEA 2021	
Infos complémentaires	https://gouvernement.lu/fr/actualites/toutes_actualites/communiqués/2021/09-septembre/27-turmes-hydrogene.html	

Intitulé de la mesure	N° 219 Facilitation du recours aux contrats de fourniture d'électricité renouvelable à long terme par un instrument de réduction des risques	
Description	Facilitation du recours aux contrats de fourniture d'électricité renouvelable à long terme, les « long-term renewable power purchase agreements (RES PPA) », notamment transfrontalier, par des instruments de réduction des risques (de-risking), afin de promouvoir l'électrification à base de sources d'énergies renouvelables des grands consommateurs au Luxembourg (grandes entreprises et industrie); de tels contrats sont un moyen pour sécuriser des prix d'électricité d'origine renouvelable stables et planifiables à moyen et long terme. Les instruments susmentionnés viseront une réduction de risque du côté de l'offre (c.à.d. production et fourniture d'énergie renouvelable) et l'autre instrument serait consacré à la demande (c.à.d. les grandes entreprises et l'industrie).	
Type d'instrument	Economique	
Etat d'avancement	Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2023		
Entité(s) responsable(s)	MEA, Autre(s) MECO	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 220 Coopération transfrontalière : Mécanisme européen de financement des énergies renouvelables	
Description	La participation financière à des projets de production d'énergie renouvelable dans d'autres États membres de l'Union européenne, voire des pays tiers, vise à augmenter la part des énergies renouvelables dans le mix européen, générer des statistiques en énergies renouvelables pour le bilan luxembourgeois. Le mécanisme de financement des énergies renouvelables (REFM) de l'Union européenne où deux appels à candidatures ont déjà été organisés par la Commission européenne et auxquels le Luxembourg a à chaque fois participé en tant qu'État membre contributeur. Après un premier appel à candidatures (expression of interest) infructueux, faute de projets probants, un État membre s'est porté candidat en tant qu'hôte au deuxième appel. Le Luxembourg y participera et pourra bénéficier des statistiques d'énergies renouvelables générées par ces projets pendant les 15 années à venir. Le Luxembourg sera le premier pays à participer à ce mécanisme novateur, portant plus loin l'idée d'une coopération européenne dans le domaine des énergies renouvelables et pour le renforcement d'un instrument pouvant à moyen et long terme augmenter l'indépendance de l'Europe en matière énergétique.	
Type d'instrument	Réglementaire, Budgétaire	
Etat d'avancement	Mise en œuvre, Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
Entité(s) responsable(s)	MEA	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 221 Mesures de coopération avec des Etats membres de l'UE en matière d'énergie renouvelable: Transferts statistiques	
Description	La Directive 2018/2001 donne la possibilité aux États membres de recourir à différents mécanismes de coopération afin de contribuer de la manière la plus efficace à l'objectif commun contraignant des énergies renouvelables de l'Union d'ici 2030 et de contribuer également à leurs objectifs nationaux. En raison du paquet Fit for 55 et du plan RepowerEU, les objectifs de l'Union et nationaux seront revus à la hausse. Le potentiel en énergie renouvelable étant limité sur le territoire luxembourgeois, il sera de plus en plus important de se tourner vers ces mécanismes de coopération européens. Actuellement différents instruments sont envisageables et d'ores et déjà poursuivis et mis exécution par le Luxembourg comme les transferts de statistiques d'énergies renouvelables : instrument utilisé dans le passé avec l'Estonie et la Lituanie pour la période 2018-2020 Un nouveau accord a été conclu le 3 octobre 2022 avec le Danemark pour couvrir la période 2021 – 2025.	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	Mise en œuvre, Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
Entité(s) responsable(s)		
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 222 Promotion de réseaux de chaleur et de froid efficaces	
Description	<p>Le ministère de l'Energie et de l'Aménagement du territoire a l'ambition de mettre à disposition des citoyens et entreprises un large éventail de solutions faciles à mettre en œuvre et coordonnées au niveau national, régional et local comme alternatives aux systèmes de chauffage à base d'énergies fossiles et vise notamment le développement massif des réseaux de chaleur décarbonés, en collaboration avec les communes. Une refonte de la loi du 5 août 1993 concernant l'utilisation rationnelle de l'énergie est actuellement en cours d'analyse pour fixer le cadre légal pour les réseaux de chaleur et les points suivants seront abordés dans ce contexte :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mise en place d'un cadre légal pour les réseaux de chaleur et de froid visant la construction de ce type de réseaux et fixant les conditions et modalités pour les opérateurs ; - Définition des tâches de l'opérateur de réseau d'énergie et désignation d'une autorité de supervision (cf. domaine de l'électricité et du gaz) ; - Obligation de raccordement pour tous les bâtiments situés dans la zone d'approvisionnement du réseau de chaleur ; - Analyse pour la mise en place d'aides à l'investissement spécifiques pour la construction de réseau de chaleur à très basse température. 	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	En analyse	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
Entité(s) responsable(s)	MEA, MECDD, MECO, Communes, Klima-Agence (Pacte climat)	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 223 Promotion de la géothermie moyenne et profonde	
Description	<p>La géothermie est une technologie pour fournir de la chaleur renouvelable et sert à décarboner le secteur du chauffage. Le potentiel de la géothermie peut être exploité à travers des installations proche de la surface (< 15 m), les sondes peu profondes (15 – 400 m) et la géothermie moyennement profonde (> 400 m). La géothermie peu profonde sert principalement à fournir de la chaleur aux maisons unifamiliales et résidences tandis que la géothermie moyennement profonde pourra contribuer à la fourniture de chaleur aux bâtiments ou quartiers à besoin de chaleur élevé.</p> <p>Afin d’explorer le potentiel de la géothermie moyenne et profonde au Luxembourg, plusieurs études ont été lancées. Ces études montrent un potentiel élevé au Sud du pays, notamment dans les régions à forte densité du besoin énergétique. Tandis qu’il y a des instruments de subsides en place pour promouvoir l’exploitation de la géothermie proche de surface et peu profonde, le gouvernement vise à développer des instruments d’aide économiques pour soutenir le déploiement de la géothermie moyennement profonde.</p> <p>Différents projets-pilotes ont été initiés notamment pour faire des premières expériences afin d’exploiter ce potentiel et en parallèle afin d’identifier les obstacles au Luxembourg.</p> <p>Finalement, un modèle trois-dimensionnel de la géologie au Luxembourg a été développé par le Service géologique de l’Etat pour préparer et accélérer la prise de décisions au niveau des procédures d’autorisation et fournir aux planificateurs les paramètres géologiques servant à un calcul de pré-dimensionnement des forages géothermiques. Ce pré-dimensionnement sert en outre à déterminer les aspects économiques du projet en question.</p>	
Type d’instrument	Economique	
Etat d’avancement	En analyse	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
Entité(s) responsable(s)	MEA, MECO, Service géologique	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 224 Facilitation des autorisations de nouveaux sites pour l'implantation d'éoliennes	
Description	<p>En raison de la superficie nationale limitée et des objectifs ambitieux pour les énergies renouvelables, il est indispensable de faciliter l'autorisation de différents (nouveaux) sites pour l'implantation d'éoliennes par différentes mesures et technologies.</p> <p>Il est par exemple envisagé de réduire, en s'inspirant par exemple des critères définis en Belgique et aux Pays-Bas, le périmètre d'implémentation entre les éoliennes et les axes autoroutiers et de rendre possible l'installation d'éoliennes dans les zones industrielles. La faisabilité de ces mesures est actuellement étudiée et discutée avec les autorités compétentes.</p> <p>De plus, le progrès technologique et la puissance installée grandissante des éoliennes permettent d'augmenter les heures de productions annuelles. Des technologies novatrices permettent la détection automatique de la faune avoisinante (oiseaux, chauve-souris), de sorte qu'une désactivation rapide et ciblée de l'éolienne est engagée.</p>	
Type d'instrument	Règlementaire	
Etat d'avancement	En analyse	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
Entité(s) responsable(s)	MEA, MECDD, ITM	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

3.1.3 Autres éléments de la dimension

Le Luxembourg a introduit quelques aides d'urgence dans le cadre des accords tripartite « Solidaritéitpak » (mars 2022, septembre 2022 et mars 2023) en réponse à la crise énergétique, visant à alléger les coûts d'énergie des ménages à court terme et à limiter l'inflation, tel une limitation de la hausse des prix de gaz, une subvention pour les clients raccordés à un réseau de chauffage urbain, une stabilisation du prix de l'électricité, une subvention accordée sur les bornes de charge accessibles au public, une subvention du prix du gasoil utilisé comme combustible et une subvention pour le gaz de pétrole liquéfié (propane en vrac ménager) et quelques-unes de ces aides visaient aussi les combustibles fossiles. Toutes ces aides étaient temporaires et vont venir à échéance au plus tard à la fin 2024.

3.2 Dimension "efficacité énergétique"

Le principe de la primauté de l'efficacité énergétique (« *energy efficiency first* ») ancré dans la législation européenne est indispensable à la réalisation des objectifs énergétiques et climatiques du pays, étant donné son évolution démographique et son économie dynamique, caractérisée par une importante croissance. 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 et des bâtiments fonctionnels avec une consommation d'énergie quasi nulle. Toute nouvelle construction (bâtiments d'habitation et bâtiment fonctionnels) doit respecter les exigences du Règlement grand-ducal modifié du 9 juin 2021 concernant la performance énergétique des bâtiments, qui définit le niveau « nZEB » (nearly-Zero Energy Building).

Grâce à l'évolution continue des ambitions au niveau réglementaire depuis l'entrée en vigueur de la première réglementation sur la performance énergétique des bâtiments d'habitation en 2007 et des bâtiments fonctionnels en 2010, et surtout aussi à l'évolution en parallèle des compétences du secteur de la construction au Luxembourg, le nZEB luxembourgeois est aujourd'hui un des plus ambitieux en Europe et garantit que toute nouvelle construction pour laquelle s'applique cette réglementation est d'office très performante au niveau de l'efficacité énergétique et est d'office décarbonisée en ce qui concerne la consommation d'énergie pendant l'utilisation du bâtiment, dû au fait que la pompe à chaleur est la technologie de référence pour l'installation de production de chaleur et d'eau chaude sanitaire.

Conformément au principe européen de l'« efficacité énergétique avant tout » (*energy efficiency first*), le Luxembourg a consacré une attention particulière à l'amélioration de l'efficacité énergétique dans le domaine des bâtiments et compte continuer sur ce chemin.

L'amélioration de l'efficacité énergétique et la décarbonation du stock de bâtiments existants constitue le plus grand défi sur les prochaines années. En augmentant le taux de rénovation énergétique des bâtiments et en utilisant toutes les technologies intelligentes disponibles, ce secteur peut contribuer de manière significative à une économie compétitive et avec un impact neutre sur le climat. 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 (transition des moteurs à combustion interne vers des moteurs électriques énergétiquement beaucoup plus efficaces) doit, elle aussi, être augmentée. D'une manière générale, il est tenu compte de l'impact social de ces mesures d'efficacité énergétique et veillé à intégrer socialement les nouvelles règles.

3.2.i. Mécanisme national d'obligations en matière d'efficacité énergétique et mesures de politique publique alternatives conformément aux articles 7 bis et 7 ter et à l'article 20, paragraphe 6, de la directive 2012/27/UE

Le Luxembourg a transposé l'article 7 de la directive 2012/27/UE dans le droit national en introduisant en 2015 un mécanisme d'obligations en matière d'économie d'énergie EEOS. Depuis sa création, l'instrument a été réformé et optimisé à plusieurs reprises, d'un côté pour transposer des modifications de la directive sur l'efficacité énergétique et de l'autre pour apporter des améliorations et rendre le mécanisme plus efficace et mieux adapté aux besoins du secteur.

L'actuelle révision de la directive sur l'efficacité énergétique EED prévoit par son article 8 (ancien article 7) un niveau d'obligation en matière d'économies d'énergies à réaliser jusqu'en 2030 encore plus ambitieux que celui prévu par la révision de la directive de 2018. Pour atteindre ce niveau d'obligation revu à la hausse, le Luxembourg compte maintenir le mécanisme d'obligations EEOS avec le même niveau d'économies d'énergie cumulées à réalisées tel que prévu par la réforme du mécanisme en 2021. Cette contribution du EEOS correspond à une économie d'énergie nouvelle à réaliser par l'ensemble des parties obligées de 250.000 MWh

par année. En termes d'économie d'énergie cumulée sur la période 2021-2030, le EEOS est programmé d'atteindre 13.750 GWh, ce qui correspond à 32% de l'objectif cumulé global (42.538 GWh) à réaliser par le Luxembourg concernant l'obligations en matière d'économies d'énergie (article 8 de la révision proposée de la directive EED).

Les mesures suivantes (reprises avec leur numéro de référence) donnent plus de détails sur l'instrument politique EEOS :

Mesure N° 120 : Mécanisme d'obligations en matière d'efficacité énergétique (EEOS), descriptif du mécanisme en place depuis 2015, pour la première période (2015 à 2020).

Mesure N° 121 : Mécanisme d'obligations en matière d'efficacité énergétique (EEOS), révision 2021 pour la deuxième période (2021 à 2030).

Le mécanisme d'obligations en matière d'efficacité énergétique EEOS est complété par des mesures de politique publique alternatives. D'après les calculs de modélisation, la part restante de l'objectif cumulé global ou 28.788 GWh (68% de l'objectif global) pourra être presque entièrement fournie par la mesure alternative suivante :

Mesure # 105 : Taxe CO₂ sur les carburants liquides

Cette mesure a le plus grand impact sur la réduction des consommations en énergie à l'horizon 2030, encore avant l'impact du mécanisme d'obligations en matière d'efficacité énergétique (EEOS) et fournira des réductions de consommation de carburants, représentant une économie cumulée d'énergie finale entre 2021 et 2030 qui s'élève à 27.970 GWh (66% de l'objectif global).

Quelques autres mesures d'efficacité énergétique remplissant les critères d'éligibilité concernant l'obligation en matière d'économies d'énergie (anciennement article 7 EED) pour être qualifiées comme mesures alternatives de politique publique, contribuent également à l'amélioration de l'efficacité énergétique ; ces mesures pourront, le cas échéant, être prises en compte pour l'accomplissement de l'objectif cumulé global. Ces mesures sont reprises dans le tableau 28 au chapitre 2.2. Le potentiel de contribution vers l'accomplissement de l'objectif global pour ces mesures est estimé dans une fourchette de valeurs, après corrections des effets de chevauchement avec la mesure EEOS N° 121 ou la mesure alternative N° 105 Taxe CO₂ sur les carburants liquides.

Liste des mesures alternatives avec leur numéro de référence :

Mesure N° 307 : Régime d'aides Klimabonus Wunnen (bâtiments d'habitation)

Mesure N° 311 : Régime d'aides individuelles au logement

Mesure N° 313 : Incitations fiscales en faveur de la rénovation énergétique de logements

Mesure N° 314 : Régime d'aides en faveur des communes

Mesure N° 405 : Promotion des transports publics

Mesure N° 406 : Promotion de services de mobilité innovants

Mesure N° 410 : Promotion de l'électrification du parc automobile immatriculé au Luxembourg

Mesure N° 420 : Taxe d'immatriculation sur les véhicules routiers révisée

Mesure N° 423 : Régime d'aides pour véhicules à zéro émission de CO₂

Mesure N° 503 : Accord volontaire relatif à l'amélioration de l'efficacité énergétique dans l'industrie (jusqu'à 2023 inclus).

Mesure N° 504 : Accord volontaire relatif à la décarbonation et à l'amélioration de l'efficacité énergétique dans l'industrie (à partir de 2024).

Intitulé de la mesure	N° 120 Mécanisme d'obligations en matière d'efficacité énergétique (EEOS)	
Description	<p>Un cadre législatif a été mis en place en 2015 pour créer un mécanisme d'obligations pour les fournisseurs d'électricité et de gaz naturel (les parties obligées) afin de les inciter à générer des économies d'énergie auprès des consommateurs au Luxembourg. Ce mécanisme, basé sur l'article 7 de la directive européenne 2012/27/UE relative à l'efficacité énergétique, oblige certains acteurs à mettre à profit de l'efficacité énergétique et in fine des consommateurs, leur connaissance du marché et leur expertise dans le domaine de l'énergie.</p> <p>La première période du mécanisme d'obligation couvre les années de 2015 à 2020, pour un objectif global cumulé exprimé en termes de consommation d'énergie finale de 5.993 GWh équivalent à une nouvelle économie annuelle moyenne de 285 GWh.</p> <p>L'objet de ce mécanisme est d'initier et de promouvoir des projets d'économies d'énergie par les parties obligées, notamment par le biais d'incitatifs financiers ou non-financiers pour des investissements dans l'efficacité énergétique du secteur industriel, des bâtiments et des transports. À cette fin, tous les consommateurs, à savoir les entreprises, les communes et les particuliers sont ciblés. Le mécanisme est mis à jour régulièrement, notamment sur base des révisions de la directive européenne relative à l'efficacité énergétique.</p>	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2015	n.a.	dernier renouvellement et renforcement en 2021
Entité(s) responsable(s)	MEA	
Référence(s)	Loi modifiée du 1er août 2007 relative à l'organisation du marché de l'électricité; Loi modifiée du 1er août 2007 relative à l'organisation du marché du gaz naturel; Règlement grand-ducal modifié du 7 août 2015 relatif au fonctionnement du mécanisme d'obligation en matière d'efficacité énergétique	
Infos complémentaires	https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/rgd/2021/06/03/a419/jo	

Intitulé de la mesure	N° 121 Mécanisme d'obligations en matière d'efficacité énergétique (EEOS) : révision 2021	
Description	<p>Le mécanisme d'obligations en matière d'efficacité énergétique, mis en place en 2015 pour une première période couvrant les années 2015 à 2020, est révisé en 2021 pour la deuxième période couvrant les années 2021 à 2030. Les fournisseurs d'électricité et de gaz naturel sont toujours les parties obligées dans ce mécanisme.</p> <p>Afin de faciliter le respect des obligations aux "petits" fournisseurs, la révision introduit une option de rachat ("buy-out") permettant aux parties obligées de s'acquitter d'une partie (jusqu'à concurrence de 1.500 MWh par année au maximum) de leurs obligations annuelles d'économies d'énergie par le paiement d'un montant équivalent aux investissements requis pour remplir lesdites obligations.</p> <p>La révision de 2021 renforce également l'obligation par l'introduction d'une pénalité nettement plus dissuasive que l'amende d'ordre prévue dans le mécanisme pour la première période. Les parties obligées qui n'auront pas réalisé leurs volumes annuels d'économies d'énergie seront contraintes à payer une pénalité (libératoire) prononcée par le régulateur.</p> <p>Le niveau d'ambition (nouvelles économies d'énergie à réaliser chaque année par les parties obligées) a été maintenu au niveau (moyen) sur la première période. L'objectif global cumulé exprimé en termes de consommation d'énergie finale pour la période de 2021 à 2030 est de 13.750 GWh équivalent à une nouvelle économie annuelle moyenne de 250 GWh.</p>	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2015	n.a.	dernier renouvellement et renforcement en 2021
Entité(s) responsable(s)	MEA	
Référence(s)	Loi modifiée du 1er août 2007 relative à l'organisation du marché de l'électricité; Loi modifiée du 1er août 2007 relative à l'organisation du marché du gaz naturel; Règlement grand-ducal modifié du 7 août 2015 relatif au fonctionnement du mécanisme d'obligation en matière d'efficacité énergétique	
Infos complémentaires	https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/rgd/2021/06/03/a419/jo	

3.2. ii. Stratégie sur le long terme pour favoriser la rénovation du parc national de bâtiments résidentiels et non résidentiels, tant publics que privés (1), y compris les politiques, mesures et actions visant à stimuler une rénovation en profondeur rentable, ainsi que les politiques et les actions visant à cibler les segments les moins performants du parc immobilier national, conformément à l'article 2 bis de la directive 2010/31/UE

Augmenter de manière significative le taux de rénovation annuel avec un accent sur la rénovation profonde (deep renovation), qui se traduit par une importante quantité d'énergie réellement économisée par rapport à la situation avant rénovation, est l'ambition commune des toutes les stratégies, politiques, mesures, actions phares actuelles, en cours de développement ou à développer.

Les mesures suivantes reprises avec leur numéro de référence donnent plus de détails sur les divers instruments soutenant les ambitions de la rénovation :

Mesures transversales en relation avec la rénovation

- Mesure N° 106 : Pacte Climat 2.0 avec les communes
- Mesure N° 113: Formation professionnelle au niveau de l'enseignement secondaire dans le cadre de la transition énergétique
- Mesure N° 114: Sensibilisation, information et conseil des citoyens promouvant le changement comportemental et cadre favorable à l'engagement citoyen
- Mesure N° 301 : Réglementation concernant la performance énergétique des bâtiments
- Mesure N° 302 : Phase-out chauffages fossiles
- Mesure N° 306: Régime d'aides PRIMe House 2017
- Mesure N° 307: Régime d'aides Klimabonus Wunnen
- Mesure N° 308: Digitalisation régime d'aides Klimabonus
- Mesure N° 309: Préfinancement dans le cadre du régime d'aides Klimabonus Wunnen
- Mesure N° 310: Régime d'aides "prêts climatiques"
- Mesure N°311: Régime d'aides individuelles au logement
- Mesure N°312: Régime d'aides à la pierre
- Mesure N°313: Incitations fiscales en faveur de la rénovation énergétique de logements
- Mesure N°314: Régime d'aides en faveur des communes
- Mesure N°315: Promotion de la construction durable
- Mesure N°316: Stratégie de rénovation à long terme des bâtiments
- Mesure N°317: Sensibilisation, information, guides et services de conseil en matière de bâtiments
- Mesure N°318: Formation d'une main d'œuvre qualifiée et suffisante dans le secteur des bâtiments
- Mesure N°319: Rôle précurseur des communes en matière de bâtiments
- Mesure N°322: Réduction des impacts environnementaux de la construction
- Mesure N°323: Décarbonation de chantiers de construction
- Mesure N°326: Harmonisation des règles urbanistiques

Mesures spécifiques aux bâtiments résidentiels

L'amélioration de l'enveloppe thermique d'un bâtiment est la mesure la plus importante pour réduire le besoin en énergie d'un bâtiment → travaux de rénovation énergétique (isolation thermique).

Le Luxembourg ne prévoit pas d'obligation de rénovation pour les bâtiments résidentiels, mais mise sur une forte incitation à la rénovation par des aides financières et autres incitatifs pour les copropriétés et pour les propriétaires de logements mis en location. Afin de cibler spécifiquement les bâtiments d'habitation les moins performants et intensifier davantage leur rénovation énergétique, ces bâtiments pourront bénéficier prochainement d'un accompagnement sur mesure par une entité d'accompagnement nationale.

La décarbonation par l'électrification des bâtiments par le moyen d'une pompe à chaleur signifie également une forte réduction de la consommation en énergie finale (hors chaleur ambiante) → passage aux pompes à chaleur, idéalement combiné avec une production d'électricité photovoltaïque (et autoconsommation).

La directive européenne EPBD qui est en cours de révision, prévoit, pour les bâtiments résidentiels : "... MEPS for residential multi-apartment buildings (> 10 building units) to be set based on a national linear trajectory for the progressive renovation, in line with national roadmap for 2030, 2040 and 2050 targets (zero-emission building stock by 2050) ...". Le Luxembourg sera obligé d'atteindre les résultats sur base des exigences de la directive EPBD, mais cette obligation ne signifie pas automatiquement une obligation de rénovation pour les citoyens ou entreprises. Une obligation de rénover des bâtiments résidentiels n'est pas envisagée au Luxembourg, mais l'accent est mis sur une sensibilisation, incitation et un accompagnement à la rénovation énergétique, par des politiques et mesures incitatives.

- Mesures N°120, 121: Mécanisme d'obligations en matière d'efficacité énergétique (EEOS)
- Mesure N°302 : Phase-out chauffages fossiles
- Mesures N°306 : Régimes d'aides « PRIME House » (2017) et « Klimabonus » (2022)
- Mesure N°310: Régime d'aides « prêts climatiques »
- Mesure N°313: Incitations fiscales en faveur de la rénovation énergétique de logements
- Mesure N°324 : Exigences minimales de performance énergétique pour logements mis en location (incitatifs propriétaires)
- Mesure N°325 : Facilitation de travaux énergétiques dans les bâtiments en copropriété
- Mesure N°327: Entité nationale d'accompagnement "rénovation énergétique" et "installations photovoltaïques" pour bâtiments résidentiels
- Mesure N°328: Projet pilote "rénovation de quartiers - Differdange"

Mesures spécifiques aux bâtiments fonctionnels

La rénovation énergétique des bâtiments fonctionnels est davantage régie par des volontés nationales et obligations européennes. Plusieurs types d'obligations seront introduits, notamment au niveau du secteur public et aussi au niveau privé, sur base des exigences des directives européennes EED (directive européenne sur l'efficacité énergétique) et EPBD (directive européenne sur la performance énergétique des bâtiments) qui sont en cours de révision (attendues pour 2023).

- Mesure N°303 : Obligation de rénovation énergétique pour les bâtiments publics (dont le propriétaire est un organisme public)
- Mesure N°304: Obligation de rénovation énergétique pour les bâtiments fonctionnels
- Mesure N°319: Rôle précurseur de l'Etat en matière de bâtiments
- Mesure N°320: Rôle précurseur du secteur public en matière d'efficacité énergétique
- Mesure N°507: Obligation d'audit énergétique et monitoring/optimisation pour bâtiments fonctionnels d'une surface supérieure à 1.000 m²

Mesure N°508: Obligation de phase-out fossile « accéléré » pour les bâtiments fonctionnels (surface supérieure à 1.000 m²) qui sont adaptés pour un remplacement du chauffage fossile par une pompe à chaleur (système de chauffage à température de départ inférieure ou égale à 55°C (ECS considérée à part))

3.3 Dimension "sécurité d'approvisionnement énergétique"

Les politiques et mesures mises en place par le ministère portent principalement sur l'amélioration de la sécurité d'approvisionnement dans les secteurs de l'électricité, du gaz, du pétrole et à l'avenir également de l'hydrogène. Il s'agit notamment de veiller à ce que le cadre soit développée de manière appropriée et sur pour atteindre les objectifs climatiques ambitieux décrits au chapitre 2 en gardant un très haut niveau de sécurité d'approvisionnement énergétique au Luxembourg.

Intitulé de la mesure	N° 901 Rapport sur la sécurité d'approvisionnement dans le secteur de l'électricité au Luxembourg	
Description	Le Ministère de l'Énergie et de l'Aménagement du territoire (MEA) du Grand-Duché de Luxembourg L'article 11(3) de la loi relative à l'organisation du marché de l'électricité, entrée en vigueur en août 2007, confie la mission de rédiger tous les deux ans un rapport sur la sécurité et la qualité de l'approvisionnement en électricité.	
Type d'instrument	Information	
Etat d'avancement	Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
		Mise à jour tous les 2 ans
Entité(s) responsable(s)	MEA	
Référence(s)	Loi modifiée du 1er août 2007 relative à l'organisation du marché de l'électricité	
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 902 Rapport sur la sécurité d'approvisionnement dans le secteur de gaz au Luxembourg	
Description	Le Ministère de l'Énergie et de l'Aménagement du territoire (MEA) du Grand-Duché de Luxembourg se voit confier par l'art. 16 de la loi sur l'organisation du marché du gaz, entrée en vigueur en août 2007, la tâche de présenter tous les deux ans un rapport sur la sécurité et la qualité de l'approvisionnement en gaz naturel.	
Type d'instrument	Information	
Etat d'avancement	Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
		Mise à jour tous les 2 ans
Entité(s) responsable(s)	MEA	
Référence(s)	Loi modifiée du 1er août 2007 relative à l'organisation du marché du gaz naturel	
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 903 Plan de préparation aux risques du Luxembourg pour le secteur de l'électricité	
Description	Le Règlement 2019/941 de l'Union Européenne sur la préparation aux risques dans le secteur de l'électricité établit les règles régissant la coopération entre États membres en vue de prévenir et de gérer les crises électriques. En vertu de l'article 10 dudit règlement, le Ministre de l'Énergie en tant qu'autorité compétente luxembourgeoise, et en collaboration avec différents services nationaux et les États voisins, établit un plan de préparation aux risques dans le secteur de l'électricité pour le Grand-Duché de Luxembourg	
Type d'instrument	Planification	
Etat d'avancement	Adoptée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
		Mise à jour tous les 4 ans
Entité(s) responsable(s)	MEA	
Référence(s)	Règl UE 2019/941	
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 904 Plan d'urgence relatif à la sécurité d'approvisionnement en gaz naturel du Luxembourg	
Description	Le règlement (UE) 2017/1938 du Parlement européen et du Conseil du 25 octobre 2017 concernant des mesures visant à garantir la sécurité de l'approvisionnement en gaz naturel (ci-après le « Règlement (UE) 2017/1938 ») impose à travers son article 8 à chaque État membre de l'UE l'élaboration d'un plan d'urgence contenant les mesures à prendre pour éliminer ou atténuer l'impact des ruptures de l'approvisionnement en gaz et d'assurer l'approvisionnement en gaz des clients dits « protégés ».	
Type d'instrument	Planification	
Etat d'avancement	Adoptée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
		Mise à jour tous les 4 ans
Entité(s) responsable(s)	MEA	
Référence(s)	Règl UE 2017/1938	
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 905 Plan d'action préventif	
Description	Le règlement (UE) 2017/1938 du Parlement européen et du Conseil du 25 octobre 2017 concernant des mesures visant à garantir la sécurité de l'approvisionnement en gaz naturel (ci-après le « Règlement ») impose à travers son article 8 à chaque État membre de l'UE l'élaboration d'un Plan d'Action Préventif (ci-après le « PAP ») contenant les mesures nécessaires pour éliminer ou atténuer les risques identifiés dans les évaluations communes et nationales des risques, y compris les effets des mesures d'efficacité énergétique et des mesures axées sur la demande.	
Type d'instrument	Planification	
Etat d'avancement	En analyse	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
		Mise à jour tous les 4 ans
Entité(s) responsable(s)	MEA	
Référence(s)	Règl UE 2017/1938	
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 906 Réserve de pétrole	
Description	<p>Cette mesure porte sur le suivi des réserves de pétrole. 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.</p>	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	En analyse	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
Entité(s) responsable(s)	MEA	
Référence(s)	Loi modifiée du 10 février 2015 relative à l'organisation du marché des produits pétroliers	
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 907 PLEF Support Group "Security of Supply"	
Description	Le Forum pentalatéral de l'énergie est un cadre de coopération régionale en matière d'énergie qui a initié plusieurs actions pour une plus grande intégration du marché de l'électricité et une meilleure sécurité d'approvisionnement en Europe. La présidence luxembourgeoise en 2022 a été marquée par la guerre en Ukraine et la crise énergétique. Le réseau de confiance existant entre les autorités et les ministres des différents pays s'est avéré très utile pour renforcer la coordination sur le stockage du gaz, pour échanger sur les campagnes d'économie d'énergie et pour comparer et améliorer les évaluations respectives de la sécurité d'approvisionnement tant au niveau du gaz que de l'électricité.	
Type d'instrument	Accord volontaire	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
Entité(s) responsable(s)	MEA	
Référence(s)	https://benelux.int/files/7216/3845/2580/PENTA_MoU_def.pdf	
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 908 BeLux Crisis Group for natural gas	
Description	<p>Compte tenu de la zone de marché commune belgo-luxembourgeoise, la collaboration entre la Belgique et le Luxembourg est un élément-clé pour la gestion de crises. Ainsi, une étroite collaboration a eu lieu lors de l'élaboration des plans d'urgence afin d'aligner certaines parties telle que la définition des clients protégés et la structure et logique des mesures. Dans le cas d'une crise nationale ou européenne, les autorités compétentes du Luxembourg et de la Belgique, ensemble avec les GRT des deux pays, se concertent sur une base régulière afin de faire un état des lieux commun sur l'approvisionnement en gaz dans la zone de marché commune belgo-luxembourgeoise et de décider le cas échéant des mesures à prendre.</p> <p>Il existe un accord politique pour approfondir la coopération moyennant la signature d'un accord de solidarité dûment détaillé dans les meilleurs délais.</p>	
Type d'instrument	Accord volontaire	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
Entité(s) responsable(s)	MEA	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 909 Groupe de coordination UE pour l'électricité	
Description	Le groupe offre une plate-forme d'échanges stratégiques entre les États membres, les régulateurs nationaux, l'ACER, l'ENTSOE et la Commission sur la politique de l'électricité. Le groupe peut être convoqué de manière flexible lorsqu'un besoin de discussions stratégiques se fait sentir et il complétera l'échange technique entre les experts des États membres qui a lieu au sein du comité transfrontalier.	
Type d'instrument	Autre	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
Entité(s) responsable(s)	MEA	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 910 Groupe de coordination UE pour le gaz	
Description	<p>Le groupe de coordination pour le gaz devrait jouer le rôle de conseiller auprès de la Commission afin de faciliter la coordination des mesures de sécurité de l'approvisionnement en cas d'urgence au niveau de l'Union ou régionale. Il est également le principal organe consulté par la Commission dans le cadre de l'établissement des plans d'action préventifs et des plans d'urgence. Le groupe de coordination pour le gaz devrait surveiller l'adéquation et le caractère approprié des mesures à prendre en vertu du règlement (UE) no 994/2010 et échanger toutes les informations pertinentes pour la sécurité de l'approvisionnement en gaz aux niveaux national, régional et de l'Union.</p> <p>Le groupe a été créé par le règlement 994/2010 du Parlement et du Conseil qui est désormais remplacé par le règlement 2017/1938. Sa composition et ses modalités de fonctionnement sont établies par la décision 2006/791/CE de la Commission.</p>	
Type d'instrument	Autre	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
Entité(s) responsable(s)	MEA	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 911 Sécurité d'approvisionnement dans le secteur de l'hydrogène au Luxembourg	
Description	Analyse de la sécurité d'approvisionnement de la future filière hydrogène pour permettre un développement sûr et sécurisé du marché de l'hydrogène au Luxembourg.	
Type d'instrument	Information	
Etat d'avancement	Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2028		
Entité(s) responsable(s)	MEA	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 912 Plans de développement des réseaux	
Description	Mis en place des plans de développement du réseau pour les réseaux de distribution, afin de soutenir l'intégration d'installations de production utilisant des sources d'énergie renouvelables, de faciliter la mise en place d'installations de stockage d'énergie et l'électrification du secteur des transports, et de fournir aux utilisateurs du réseau des informations appropriées sur les extensions ou améliorations prévues du réseau.	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
Entité(s) responsable(s)	MEA	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

3.4 Dimension "marché intérieur de l'énergie"

La mise en œuvre de l'ensemble du paquet « Énergies propres » (Clean Energy Package) contribue de manière significative au renforcement global du marché intérieur européen. Elle met entre autres à jour les règles qui régissent le fonctionnement du marché intérieur de l'électricité et des réseaux de transport et de distribution.

3.4.1 Infrastructures électriques

Afin de continuer à disposer de capacités d'interconnexion suffisantes pour affronter la transition énergétique, que ce soit du côté de la consommation ou de la production décentralisée d'électricité sur base d'énergies renouvelables, différents projets seront mis en œuvre. A part les efforts pour mettre à niveau les capacités de transport permettant d'acheminer la production d'électricité renouvelable du nord du pays vers les centres de consommation du centre et du sud du pays en modernisant les lignes existantes, le projet 380 assurera les interconnexions nécessaires pour l'accès à la zone de marché commune avec l'Allemagne.

Intitulé de la mesure	N° 1001 Projet 380	
Description	En coopération avec le gestionnaire de réseau de transport allemand Amprion, Creos prévoit de construire une ligne à très haute tension de 380 kV de Bertrange à Aach (Allemagne) en passant par Bofferdange ainsi qu'un poste de transformation 380/220/110-65-kV aux alentours de Bofferdange/Altlinster. À terme, l'infrastructure existante, qui date des années 60, ne sera plus en mesure de couvrir de façon sécurisée les besoins sans cesse croissants en électricité, dus au fort développement économique et démographique du pays. Ce nouveau projet de construction permettra de moderniser le réseau, de garantir la sécurité d'approvisionnement nationale et d'améliorer la qualité de vie de l'ensemble de la population.	
Type d'instrument	autre	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
	2028	
Entité(s) responsable(s)	Autre(s) Creos	
Référence(s)	https://www.creos-net.lu/creos-luxembourg/projets/380/projet-380.html	
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 1002 Renforcement du réseau nationale haute tension	
Description	Afin de faciliter l'intégration de davantage de production d'électricité à partir de sources d'énergies renouvelables particulièrement au nord du pays, Creos prévoit de renforcer son réseau haute tension et de remplacer, à terme les lignes 65 kV par des lignes 110 kV.	
Type d'instrument	Autre	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
Entité(s) responsable(s)	Autre(s)	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

3.4.2 Infrastructures de transport de l'énergie

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 reste donc en mesure de couvrir les besoins d'approvisionnement actuels et prévisibles. 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.

Bien qu'aucune autre mesure de développement ne soit prévue dans les infrastructures classiques du gaz naturel, 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 continue à se faire à la fois de manière bilatérale, régionale (surtout au sein de la Plateforme Gaz du Forum pentalatéral de l'énergie) et européenne (REGRT-G).

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

La proposition de directive concernant des règles communes pour les marchés intérieurs des gaz naturel et renouvelable et de l'hydrogène présentée en décembre 2021, établit des règles pour le transport, la fourniture et le stockage du gaz naturel ainsi que pour la transition du système de gaz naturel vers un système fondé sur les gaz renouvelables. Elle fixe des règles communes pour le transport, la fourniture et le stockage de l'hydrogène au moyen du système d'hydrogène. Elle définit les modalités d'organisation et de fonctionnement de ce secteur, l'accès au marché, les critères et les procédures applicables en ce qui concerne l'octroi d'autorisations pour les réseaux, la fourniture et le stockage de l'hydrogène ainsi que l'exploitation des systèmes. Elle établit des règles aux fins de la mise en place progressive d'un système d'hydrogène interconnecté à l'échelle de l'Union qui contribue à la réduction des émissions nettes de gaz à effet de serre dues aux secteurs difficiles à décarboner, favorisant de ce fait la décarbonation du système énergétique de l'Union.

Cette proposition de directive, qui suit actuellement encore la procédure législative européenne, jettera la base pour la modélisation du marché de l'hydrogène dans lequel le Luxembourg se positionnera activement. Un premier pas dans cette direction consistera donc dans l'étude sur les besoins futurs en infrastructure dédiée à l'hydrogène au sein de la région Benelux et les interconnexions avec les régions voisines, qui sera finalisée prochainement.

3.4.3 Intégration du marché

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 permet aux fournisseurs luxembourgeois d'accéder plus facilement à la plateforme de négoce des terminaux de gaz naturel liquéfié de Zeebrugge, et, au-delà, 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.

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. Le Forum pentalatéral de l'énergie est un cadre de coopération

régionale en matière d'énergie qui a initié plusieurs actions pour une plus grande intégration du marché de l'électricité

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*). L'ouverture de l'accès aux marchés d'équilibrage allemands et européens aux usagers du réseau luxembourgeois a partiellement été effectuée et reste à parfaire. 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.

Afin de permettre une participation active des consommateurs d'électricité sur le marché, le Luxembourg avait 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. L'obligation a été remplie et aujourd'hui plus de 98% des compteurs ont été remplacés par des compteurs intelligents. Les bases techniques sont donc jetées pour par exemple l'introduction de tarifs variables dans le temps.

Intitulé de la mesure	N° 1003 Smart Meter Rollout	
Description	L'installation de compteurs intelligents (<i>smart meter</i>) sur l'ensemble du territoire contribuera à l'efficacité du système énergétique et à la sécurité de l'approvisionnement. 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.	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
	2020	
Entité(s) responsable(s)	Autre(s)	
Référence(s)	Loi modifiée du 1er août 2007 relative à l'organisation du marché de l'électricité	
Infos complémentaires		

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. Ainsi la modifiée du 1^{er} août 2007 relative à l'organisation du marché de l'électricité a prévu 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. Cette plateforme s'entend comme outil central d'une stratégie de développement de la flexibilité dans le secteur de l'électricité. Ensemble avec les compteurs intelligents, cette plateforme facilite la création de produit innovants autour de la flexibilité et de la production décentralisée.

Intitulé de la mesure	N° 1004 Plateforme de données énergétiques	
Description	Mise en œuvre d'une plateforme informatique nationale de données énergétiques qui permettra une meilleure transparence et efficacité du marché d'électricité et de gaz naturel, facilitera des nouveaux services comme celle de la participation active de la demande à l'équilibrage du système, et aidera au marché à tirer parti des gains d'efficacité au plan technique et économique, notamment pour les gros clients d'énergie. Elle permettra également le respect de la protection de données en tant que caractéristique intégrale des traitements effectués sur la plateforme. Ainsi, le texte précise notamment les finalités de la plateforme, les modalités d'application, les données à saisir, la protection des données, ainsi que les règles d'accès à la plateforme et prévoit entre autres que la communication de marché est gérée par cette plateforme.	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
	2026	
Entité(s) responsable(s)	Autre(s)	
Référence(s)	Loi modifiée du 1er août 2007 relative à l'organisation du marché de l'électricité	
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 1005 Cadre réglementaire pour l'agrégation	
Description	Un encadrement réglementaire pour l'activité d'agrégateur sera introduite suite à une modification de la loi relative à l'organisation du marché de l'électricité. Ce cadre à dont le détails seront à élaborer par le régulateur visera à clarifier le rôle d'agrégateur, y compris ses droits et responsabilités envers le client et d'autre acteur du marché, afin d'activer ce marché, qui vise à permettre aux clients de valoriser leur flexibilité	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
Entité(s) responsable(s)	MEA - ILR	
Référence(s)	Loi modifiée du 1er août 2007 relative à l'organisation du marché de l'électricité	
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 1006 Nouvelle structure tarifaire pour les tarifs d'utilisation du réseau	
Description	<p>L'ILR prévoit de revoir la structure des tarifs d'utilisation du réseau en vue de mettre en place une structure tarifaire équitable propice au développement des services qui participent aux objectifs de politique énergétique, notamment :</p> <ul style="list-style-type: none"> • l'assurance de la fiabilité et de la qualité de l'approvisionnement en électricité, • le niveau proportionné des coûts en fonction de la performance, • l'encouragement de l'innovation et de la croissance économique, • le développement de technologies énergétiques propres • et, de manière générale, l'encouragement de toutes les mesures et comportements contribuant à la décarbonation de nos sociétés. 	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
	1 ^{er} janvier 2024	
Entité(s) responsable(s)	ILR	
Référence(s)	Projet de modification du Règlement E20/22/ILR du 26 mai 2020 fixant les méthodes de détermination des tarifs d'utilisation des réseaux	
Infos complémentaires	https://web.ilr.lu/FR/Professionnels/Electricite/Commun/Consultations/_layouts/15/ILR.Internet/ConsultationsDetails.aspx?cid=117&wid={B85F1184-06D2-4B8E-9A21-0C545B8D293C}&Source=https://web.ilr.lu/FR/Professionnels/Electricite/Commun/Consultations	

Intitulé de la mesure	N° 1007 Prix dynamiques d'électricité	
Description	Une obligation d'offrir des prix dynamiques sera introduite pour tout fournisseur desservant plus de 15 000 clients. Les prix dynamiques sont des formules de prix qui reflète les variations de prix sur les marchés au comptant, y compris les marchés journaliers et intrajournaliers, à des intervalles équivalant au moins à la fréquence du règlement du marché. La possibilité pour les clients finals de s'exposer à de tels prix leur ouvrir la possibilité de valoriser leur flexibilité	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
Entité(s) responsable(s)	MEA, Autres	
Référence(s)	Loi modifiée du 1er août 2007 relative à l'organisation du marché de l'électricité	
Infos complémentaires		

Les réglementations existantes ont été adaptées en vue de créer le cadre approprié pour la participation active des consommateurs sur le marché.

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 permet d'augmenter la flexibilité électrique des consommateurs. Les amendements à cette loi, dernièrement en 2022, ont permis de réglementer et de promouvoir l'autoconsommation basée sur les énergies renouvelables qu'elle soit individuelle ou collective. De plus la notion de communautés énergétiques a été introduite qui permet à cette dernière de produire, consommer, stocker et vendre l'électricité produite par les unités de production dont elle ou ses membres sont propriétaires, d'organiser le partage, au sein de la communauté énergétique, de l'énergie électrique produite par les unités de production dont ladite communauté énergétique ou ses membres ou actionnaires ont la propriété, d'accéder à tous les marchés de l'énergie pertinents directement ou par agrégation et de fournir des services liés à l'efficacité énergétique, des services de recharge pour les véhicules électriques ou d'autres services énergétiques à ses membres ou actionnaires.

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.

Intitulé de la mesure	N° 1008 Facilitation de partage d'électricité et de communautés énergétiques	
Description	Prévus par la loi depuis février 2021, les communauté énergétique et l'autoconsommation collective seront encouragées par le cadre légal et des mesures accompagnantes. Le partage d'électricité est facilité par une plateforme gérée par les gestionnaires de réseau permettant l'allocation de quantités d'énergie selon les besoins d'un groupe de partage. Le Klima-Agence conseillera les citoyens souhaitant créer de communautés énergétiques et mettra à disposition des conventions types facilitant cette création.	
Type d'instrument	Réglementaire, information	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2021		
Entité(s) responsable(s)	MEA, Klima-Agence, Gestionnaires de réseau	
Référence(s)	Loi modifiée du 1er août 2007 relative à l'organisation du marché de l'électricité	
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 1009 Soutien aux contrats à long terme (power purchase agreements PPA)	
Description	<p>Tel que fixé dans le Solidaritéits Pak 2.0 du 28 septembre 2022, cette mesure va encourager les entreprises à s'approvisionner en énergie directement auprès de fournisseurs d'énergie renouvelable à travers des « <i>power purchase agreements</i> » (PPA).</p> <p>Les PPA favorisent essentiellement la consommation d'énergie produite à partir de ressources renouvelables et ceci à des prix stables qui se situent actuellement en-dessous des prix du marché. Ils contribuent ainsi autant à la compétitivité des entreprises dans le contexte de la crise actuelle qu'à la transition énergétique à travers la décarbonisation des processus de production.</p> <p>Dans ce contexte, le Gouvernement élaborera de nouveaux instruments de de-risking destinés à certains secteurs particulièrement exposés au risque d'un désavantage concurrentiel en raison du coût de l'énergie dû à la crise de l'énergie. Par le biais de ces instruments, ces entreprises pourront bénéficier d'aides qui couvriront la différence entre le prix du marché et le prix de l'énergie payé dans le cadre d'un PPA dans l'hypothèse où les prix de l'énergie sur le marché passeront en-dessous des prix des PPA. L'aide ne pourra dépasser les deux tiers de la différence de prix avec un maximum de 65 €/MWh.</p> <p>Ces modifications seront introduites sous réserve de leur approbation par les services compétents de la Commission européenne.</p>	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2022	2023	
Entité(s) responsable(s)	MinEco, MEA	
Référence(s)	Solidaritéits Pak 2.0	
Infos complémentaires		

3.4.4 Précarité énergétique

La prévention et la diminution des besoins énergétiques est la clé pour atténuer autant que possible le risque que des personnes ne disposent pas suffisamment de moyens pour chauffer leur logement ou qu'elles ne puissent pas payer leurs factures d'électricité, de gaz, d'eau et de chauffage. Des mesures spécifiques sont axées pour les ménages en précarité énergétique et/ou à faible revenus.

Mesure **N°317**: Sensibilisation, information, guides et services de conseil en matière de bâtiments

Mesure **N°311**: Régime d'aides individuelles au logement

Mesure **N°312**: Régime d'aides à la pierre

Mesure **N°329**: Assistance aux ménages en précarité énergétique

Ces mesures sont complémentaires aux mesures transversales :

Mesure **N°310**: Régime d'aides "prêts climatiques"

Mesure **N°316**: Stratégie de rénovation à long terme des bâtiments

Mesure **N°309**: Préfinancement dans le cadre du régime d'aides Klimabonus Wunnen

Mesure **N°324**: Exigences minimales de performance énergétique pour logements mis en location (incitatifs propriétaires)

Mesure **N°405** : Promotion des transports publics

Dans le cas où ces mesures ne sont pas suffisantes, la législation actuelle en matière d'aide sociale stipule que toute personne remplissant les conditions d'éligibilité à l'aide sociale a droit à un approvisionnement minimum en énergie domestique dans des conditions spécifiées, si elle n'est pas en mesure de couvrir le coût de son énergie domestique.

3.5 Dimension "recherche, innovation et compétitivité"

3.5.1 Mesures spécifiques RDI

Les stratégies et outils en place ainsi que l'échantillon des activités RDI publiques et privées mises en évidence dans le chapitre 2.5 montrent la grande latitude des thématiques. Il s'avère que malgré les stratégies existantes, les capacités RDI en matière de transition énergétique sont souvent trop fragmentées et ne pas assez coordonnées, ne permettant pas d'un côté de produire des réponses efficaces face aux défis interdisciplinaires, et d'un autre côté d'activer ces réponses et de mettre en œuvre des solutions. Le FNR a également reconnu ce déficit de coordination et lancé début 2023 un nouveau projet NCER (National Centre of Excellence in Research) ayant pour objet la transition énergétique et l'action climat (repris comme Mesure N° 115 ci-dessous)⁴⁰.

Une partie des mesures proposées directement en lien avec les acteurs RDI et reprises de manière transverse dans le chapitre 3.1 – Dimension « décarbonation » visent donc à renforcer les collaborations interdisciplinaires sur toute la chaîne de maturité (de la recherche fondamentale vers l'implémentation technologique ou réglementaire) et d'accélérer ainsi l'implémentation de solutions produites par l'écosystème RDI public et privé au Luxembourg. Elles contribueront à augmenter l'attractivité du pays face aux talents et acteurs innovants dans toutes les disciplines scientifiques et technologiques et à renforcer la compétitivité des acteurs. Deux types de mesures sont priorisés à ces fins, des mesures pour 1) fournir des incitations pour des collaborations inter- et transdisciplinaires à travers des financements fédérateurs et 2) renforcer les capacités d'enseignement de recherche de l'Université du Luxembourg à travers des chaires de professeurs, qui contribueront également à étoffer les écosystèmes académiques existants. Mesures spécifiques à la RDI:

Mesure N° 115 : National Centre of Excellence in Research (NCER) pour la transition énergétique et l'action climat

Mesure N° 116 : Programme RDI stratégique pour la gouvernance de la transition énergétique et de l'action climat

Mesures N° 117 : Soutenir la mise en place de chaires de recherche et de partenariats public-privé ou public-public auprès de l'Université du Luxembourg et auprès des centres de recherche publics

La mesure N° 117 reflète l'importance de la création, diffusion et vulgarisation du savoir et savoir-faire scientifique et technologique au niveau de la formation initiale (y inclus formation académique) et continue, voire de la société dans sa globalité. Les changements systémiques requis pour réussir la transition énergétique nécessitent avant tout son appropriation par tous les acteurs de la société. Il importe de noter que la mise en place de ces chaires sera conditionnée par des financements tiers à long terme pour garantir l'implication des parties prenantes publiques et privées, que les chaires devront s'intégrer dans la stratégie de développement thématique de l'Université et qu'elles seront à valider, in fine, par les organes de gouvernance de l'Université.

Ces mesures sont en ligne avec les mesures RDI proposées dans la 1^{ère} édition du PNEC pour la période 2021 à 20230 reprises ci-dessous et contribuent à les rendre plus opérationnelles, à savoir :

- La refondation d'une infrastructure de recherche impliquant tous les acteurs concernés du domaine de la recherche et de l'innovation
- L'augmentation continue des investissements dans la recherche et le développement énergétiques
- Le renforcement des efforts et des capacités des instituts de recherche nationaux

⁴⁰ Le ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche et le Fonds national de la recherche lancent le programme National Centres of Excellence in Research - gouvernement.lu // Le gouvernement luxembourgeois (https://gouvernement.lu/fr/actualites/toutes_actualites/communiqués/2023/01-janvier/24-meisch-pgprogramme-recherche.html)

- Le Luxembourg comme « hub » international pour les « climate solutions »

3.5.2 Autres mesures du PNEC en lien avec des activités RDI

Au-delà des mesures spécifiques RDI maintes autres mesures du PNEC peuvent s'appuyer sur des compétences RDI publiques et privées et vice-versa alimenter des activités RDI. En effet la mise en œuvre des objectifs ambitieux du PNEC repose largement sur une innovation technologique et socio-économique accélérée. Citons à titre d'exemples :

- Mesures N° 106, 107, 108, 110 ou 112, qui proposent des approches alternatives de développement du territoire et de l'organisation urbanistique et supportent notamment les communes à les mettre en place,
- Mesures N° 215, 216, 222 ou 223, visant le développement des filières de production et de stockage des énergies renouvelables,
- Mesures N° 316, 322 ou 323 en relation avec la construction et rénovation durables et les besoins de mettre en place des méthodologies d'analyse de cycle de vie pour évaluer les impacts climatiques globaux des bâtiments,
- Mesures N° 427, 510, 513, 514 ou 522 en relation avec la décarbonation d'activités de transport, de logistique et de production industrielle ou artisanale, y inclus le « carbon capture and utilisation » (CCU) et le « direct air capture » (DAC),
- Mesures N° 521, 602 et 603 visant une gestion plus économe des ressources et une réduction de l'empreinte carbone associée à travers les principes de l'économie circulaire.

3.5.3 Financement et coopérations

Les objectifs et moyens de financement des activités RDI sont décrits dans le chapitre 2.5, aussi bien au niveau national qu'au niveau européen. Au vu de la taille du pays et des liens organisationnels très forts avec la Grande-Région et l'Europe, des collaborations avec des acteurs RDI au-delà des frontières nationales est cruciale pour développer des solutions communes. Ces collaborations sont notamment supportées avec succès par Luxinnovation : le rapport d'activités 2022 du MESR renseigne ainsi que 150 nouveaux contrats Horizon Europe impliquant des participants luxembourgeois ont été signés en 2022.⁴¹ Le maintien du Luxembourg de la 7^{ème} place dans le tableau européen de l'innovation en 2022, avec une position en tête du classement des systèmes de recherche les plus attractifs⁴², reflète également l'importance accordée aux coopérations internationales.

Deux mesures du PNEC contribuent de manière spécifique à étoffer les moyens de financement disponibles pour des activités RDI en relation avec la transition énergétique et l'action climat, à savoir :

- Mesure N° 103 : Fonds Climat et Énergie, établi par la loi relative au climat (Mesure N° 101)
- Mesure N° 104 : Fonds pour une transition juste, nouvel instrument financier de la politique de cohésion de l'Union européenne.

Un certain nombre de mesures financières du PNEC contribue également à garantir des prix d'énergie abordables pour les entreprises, facteur de compétitivité important, et tout aussi important, d'aider les

⁴¹ Rapport d'activité 2022 du ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche (<https://gouvernement.lu/dam-assets/fr/publications/rapport-activite/minist-enseignement-superieur-recherche/2022-rapport-activite-mesr/mesr-rapport-annuel-2022.pdf>)

⁴² Les trois indicateurs de la rubrique « attractivité du système de recherche » sont les co-publications scientifiques internationales, les citations des publications scientifiques et la part des doctorants étrangers, voir aussi https://research-and-innovation.ec.europa.eu/statistics/performance-indicators/european-innovation-scoreboard_en#european-innovation-scoreboard-2022.

entreprises à accomplir la décarbonation de leurs propres activités. Il s'agit notamment d'un paquet de mesures de soutien financier, décrit dans le chapitre 3.1.1.4 (dimension décarbonation industrie) et dans le chapitre 3.4 (dimension marché intérieur de l'énergie). S'y ajoutent des mesures pour une mobilité et logistique décarbonée (N° 425, 426 et 427). Les effets de ces mesures en termes de prix d'énergie compétitifs au niveau national sont illustrés dans le chapitre 4.5.3 - Marchés de l'électricité et du gaz, prix de l'énergie.

4 État actuel et projections sur la base des politiques et mesures existantes

Afin de créer une base analytique solide en vue de l'analyse de la politique énergétique et climatique du Luxembourg, la modélisation a été confiée à un groupe d'experts nationaux. Les projections de long terme ont été élaborées par le STATEC en collaboration avec l'Administration de l'Environnement (AEV), le Service d'Economie rurale (SER) et les experts des différents ministères concernés. Le STATEC a été chargé de modéliser la consommation et la production d'énergie ainsi que les émissions de GES issues de la combustion, alors que le SER a traité le secteur de l'agriculture et l'AEV celui des déchets.

Tel que demandé par le règlement (UE) 2018/1999 sur la gouvernance de l'union de l'énergie et de l'action pour le climat, deux scénarios ont été dégagés :

- Le **scénario WEM** (« With Existing Measures ») est **basé sur les politiques et mesures existantes, ayant été adoptées jusqu'au 31 décembre 2021**. Il consiste essentiellement en une prolongation des tendances observées dans les données historiques et est présenté au **chapitre 4**.
- Le **scénario WAM** (« With Additional Measures ») **intègre des politiques et mesures additionnelles (nouvelles et renforcées)**, telles que décrites au chapitre 3. Il est présenté au **chapitre 5**.

Les projections ont été établies à l'aide de plusieurs outils complémentaires. Les principaux modèles du STATEC sont au nombre de trois:

- Le modèle économétrique Modux est utilisé pour élaborer les projections macroéconomiques servant de base à la mise à jour annuelle du programme de stabilité et de croissance dans le cadre du « semestre européen ». Les principaux résultats concernent la croissance économique et démographique, ainsi que les ventes de carburants à l'horizon 2027.
- Le modèle d'équilibre général LuxGEM est utilisé pour les projections macroéconomiques et démographiques à l'horizon 2050. Il réplique les projections de moyen terme de Modux et est couplé au modèle énergétique NEAM. Contrairement à ce dernier, LuxGEM permet d'évaluer l'impact de mesures fiscales telles que la taxe CO₂.
- Le modèle énergétique NEAM permet de projeter les consommations d'énergie et les émissions de GES en intégrant notamment toutes les informations disponibles sur les flux et les stocks des bâtiments et des véhicules. Ainsi, il permet entre autres d'évaluer l'impact de mesures concernant les bâtiments, ou encore l'impact des voitures électriques ou du choix modal.

D'une manière générale, il convient de noter que la modélisation et les projections, qui en découlent, servent certes d'orientation, étant donné qu'elles prennent en compte les données les plus actuelles et les spécificités du Luxembourg, mais que toute projection de long terme est toujours liée à des incertitudes inhérentes. Ceci est particulièrement vrai pour un petit système économique ouvert comme le Luxembourg. Par conséquent, des décisions individuelles ou des décisions prises à l'étranger respectivement au niveau européen, voire des développements au niveau mondial, peuvent entraîner des changements considérables par rapport aux scénarios présentés dans le présent plan.

4.1 Évolution projetée des principaux facteurs exogènes

Les deux scénarios (WEM et WAM) reposent sur un ensemble d'hypothèses largement identiques en ce qui concerne les principaux facteurs exogènes.

4.1.1 Prévisions macroéconomiques

D'après les projections du STATEC, la population luxembourgeoise passera d'environ 626 000 habitants en 2020 à environ 764 000 en 2030, puis à environ 900 000 en 2040 et 1 019 000 en 2050. Cela équivaut à une croissance moyenne de 2,00 % par an jusqu'en 2030, qui diminuera ensuite à 1,65 % par an entre 2030 et 2040 et à 1,25% par an entre 2040 et 2050. Au total, la population luxembourgeoise augmentera d'environ 22% d'ici 2030 par rapport à 2020, d'environ 44% d'ici 2040 et 63% d'ici 2050.

Tableau 33 : Croissance démographique et produit intérieur brut (PIB)

	Unités	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Population	Milliers d'habitants	626	685	764	833	900	962	1019
PIB	Taux de croissance annuel en %	-0,80	2,96	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75

Source : Statec (2023)

Selon les projections de moyen terme de Modux (jusqu'en 2027), la modélisation du STATEC table sur un taux de croissance annuel du produit intérieur brut de 2,96% en 2025, pour ensuite se stabiliser à 2,75% à partir de 2028.

4.1.2 Hypothèses concernant les prix de l'énergie

En ce qui concerne les hypothèses relatives aux tendances des prix sur les marchés de l'énergie mondiaux et européens, la recommandation de la Commission européenne⁴³ a été suivie.

Tableau 34 : Hypothèses concernant l'évolution des prix des sources d'énergie fossiles

	Unité	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Pétrole	€2020/tep	268	643	643	643	680	738	824
Gaz naturel (PCI)		130	554	473	473	473	473	494
Charbon		67	128	130	131	139	146	153

Source : Commission européenne (2022)

⁴³ European Commission (2022), Recommended parameters for reporting on GHG projections in 2023

4.2 Dimension "décarbonation"

4.2.1 Émissions et absorptions de GES

4.2.1.1 Evolution des émissions annuelles de GES pour la période de 2005 à 2021

L'évolution des émissions annuelles de GES de 2005 à 2021 est présentée au Tableau 35. **En 2021**, au total 9,39 millions t CO_{2eq} étaient émises, correspondant à une **réduction de 28% par rapport à 2005**. **86%** des émissions de 2021 (8,07 millions t CO_{2eq}) sont attribuées au Luxembourg au titre du règlement sur le partage de l'effort ("Effort Sharing Regulation")⁴⁴, dont le périmètre est identique à celui de la loi modifiée du 15 décembre 2020 relative au climat pour la période 2021-2030 (**émissions ESR / loi climat**). **14%** (1,32 millions t CO_{2eq}) sont comptabilisées sous le système d'échange de quotas d'émissions ("Emission Trading System")⁴⁵ (**émissions ETS**). Finalement, en 2021, le bilan des émissions et absorptions de GES résultant de l'utilisation des terres, du changement d'affectation des terres et de la foresterie ("Land Use, Land Use Change and Forestry")⁴⁶ s'élevait à -0,61 millions t CO_{2eq} (**LULUCF**).

En ce qui concerne les **émissions ESR / loi climat**, les émissions de l'année **2021** étaient en légère hausse par rapport à 2020 (+5,5%), année marquée par le confinement lié à la pandémie du Covid-19, mais se situent 12,7% en dessous du niveau de 2019, respectivement 20,2% en dessous du niveau de l'année de référence 2005. Elles sont par ailleurs 1,3% inférieures à l'allocation d'émissions pour 2021 fixée au titre du règlement grand-ducal du 22 juin 2022 déterminant les allocations d'émissions de gaz à effet de serre annuelles pour la période allant jusqu'au 31 décembre 2030 (voir aussi Figure 1). **L'objectif national de réduction des émissions pour l'année 2021 a donc été respecté.**

Tableau 35 : Emissions et absorptions historiques de GES

[Milliers de tonnes CO _{2eq} (AR5)]	2005*	2019	2020	2021
Industries de l'énergie et manufacturières, construction	442	545	528	594
Transports	7164	6170	4618	4919
Bâtiments résidentiels et tertiaires	1630	1608	1587	1647
Agriculture et sylviculture	696	714	726	720
Traitement des déchets et des eaux usées	184	206	194	192
EMISSIONS ESR / loi climat	10116	9244	7653	8073
EMISSIONS ETS	2919	1496	1377	1317
EMISSIONS TOTALES – ESR / loi climat & ETS	13035	10740	9030	9391
LULUCF	-572	-367	-451	-608

* Les données de 2005 sont les chiffres arrêtés pour déterminer l'objectif climatique national à l'horizon 2030 ainsi que les objectifs sectoriels, sur la base de l'inventaire vérifié de 2021 et en tenant compte du champ d'application actuel du système d'échange de quotas d'émissions de l'UE (EU-ETS).

Source : Inventaire des émissions de GES (soumission de mars 2023)

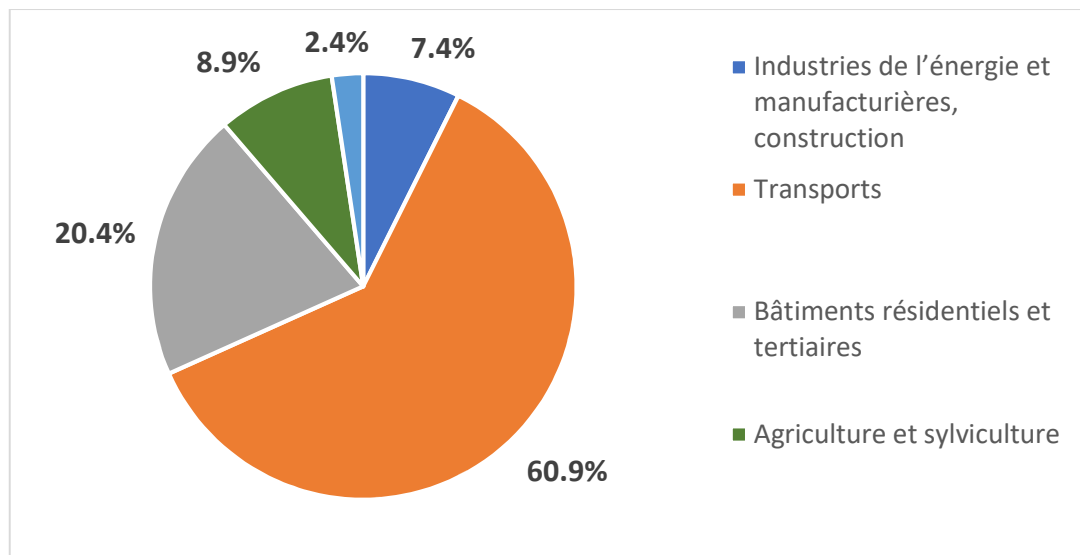
⁴⁴ R(UE) 2018/842 relatif aux réductions annuelles contraignantes des émissions de GES par les Etats membres de 2021 à 2030. Ce règlement a pris la relève de la Décision n° 406/2009/CE relative à l'effort à fournir par les États membres pour réduire leurs émissions de gaz à effet de serre (« Effort Sharing Decision »).

⁴⁵ Directive 2003/87/CE établissant un système d'échange de quotas d'émission de gaz à effet de serre dans l'Union

⁴⁶ R(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

Par ailleurs, en 2021, les émissions ESR / loi climat étaient dominées par le secteur des transports (60,9%), suivi des bâtiments (20,4%), de l'agriculture (8,9%), de l'industrie (7,4%) et des déchets (2,4%), telles que illustrées à la Figure 19.

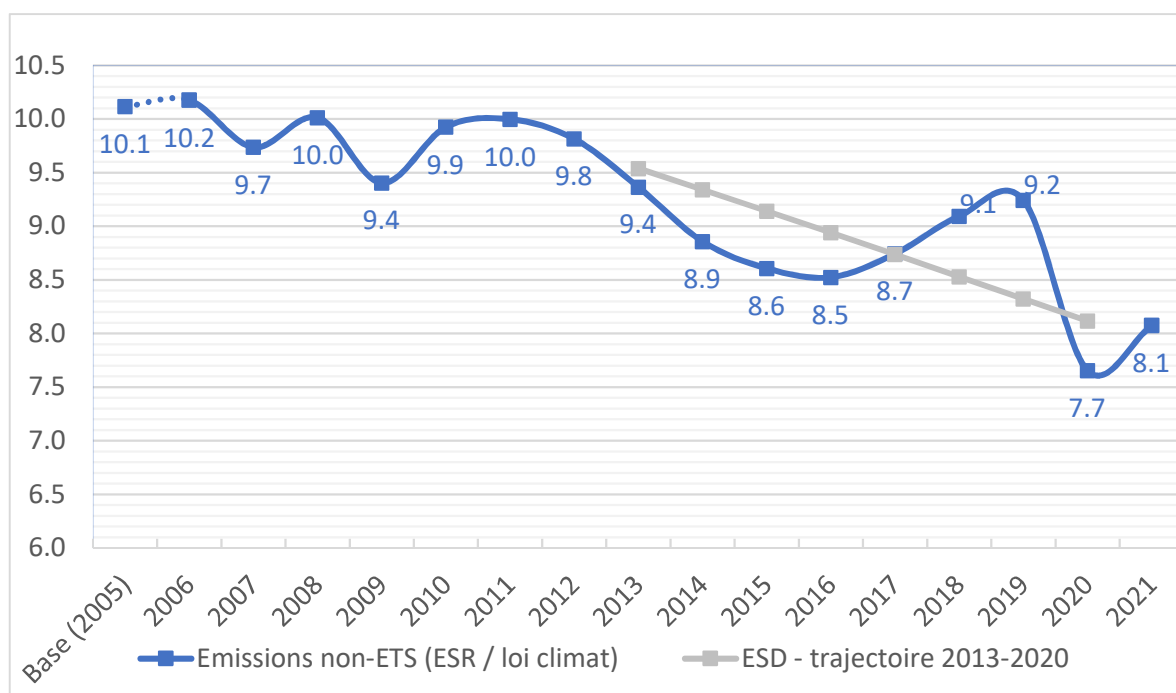
Figure 19 : Répartition sectorielle des émissions de GES selon la loi climat en 2021



Source : Inventaire des émissions de GES (soumission de mars 2023)

Finalement, l'évolution des émissions non-ETS (émissions ESR / loi climat) est présentée à la Figure 20 pour toute la période comprise entre 2005 et 2021. Elle est comparée à la trajectoire de la décision n° 406/2009/CE relative à l'effort à fournir par les États membres pour réduire leurs émissions de gaz à effet de serre (ESD) de 2013 à 2020.

Figure 20 : Evolution des émissions non-ETS (émissions ESR / loi climat) pour la période de 2005 à 2021



Source : Inventaire des émissions de GES (soumission de mars 2023)

4.2.1.2 Projections sur la base des politiques et mesures existantes (scénario WEM)

Le **scénario WEM** (« With Existing Measures ») est **basé sur les politiques et mesures existantes, ayant été adoptées jusqu'au 31 décembre 2021**. Les tableaux suivants affichent les résultats des projections WEM pour chacun des 5 secteurs de la loi relative au climat, pour les installations tombant sous le champ d'application de la directive ETS ainsi que pour le secteur LULUCF.

Tableau 36 : Projections des émissions et absorptions de GES jusqu'en 2030 sur la base des politiques et mesures existantes (**scénario WEM**)

[Milliers de tonnes CO _{2eq} (AR5)]	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
	*									
Industries de l'énergie et manufacturières, construction	594	569	545	523	502	481	460	439	419	400
Transports	4919	4331	4494	4575	4550	4476	4401	4237	4072	3914
Bâtiments résidentiels et tertiaires	1647	1670	1634	1594	1557	1522	1487	1452	1417	1382
Agriculture et sylviculture	720	715	713	706	702	700	699	701	702	704
Traitement des déchets et des eaux usées	192	187	184	180	177	173	170	167	164	165
EMISSIONS ESR / loi climat	8073	7472	7570	7578	7487	7352	7217	6996	6774	6565
EMISSIONS ETS	1317	1310	1304	1297	1392	1449	1439	1429	1420	1411
EMISSIONS TOTALES – ESR / loi climat & ETS	9391	8783	8874	8875	8880	8801	8656	8426	8194	7976
LULUCF	-608	-422	-398	-360	-327	-306	-278	-266	-235	-201

* Les émissions de l'année 2021 sont des données observées, figurant au dernier inventaire des émissions de GES (soumission de mars 2023). Les projections commencent à partir de l'année 2022.

Source : Statec, AEV & SER (2023)

Tableau 37 : Projections des émissions et absorptions de GES jusqu'en 2050 sur la base des politiques et mesures existantes (**scénario WEM**)

[Milliers de tonnes CO _{2eq} (AR5)]	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Industries de l'énergie et manufacturières, construction	502	400	328	267	227	197
Transports	4550	3914	3253	2808	2517	2296
Bâtiments résidentiels et tertiaires	1557	1382	1210	1040	883	731
Agriculture et sylviculture	702	704	711	705	698	692
Traitement des déchets et des eaux usées	177	165	167	169	171	171
EMISSIONS ESR / loi climat	7487	6565	5668	4988	4495	4086
EMISSIONS ETS	1392	1411	1368	1330	1308	1293
EMISSIONS TOTALES – ESR / loi climat & ETS	8880	7976	7036	6318	5803	5379
LULUCF	-327	-201	-53	-211	-360	-508
BILAN TOTAL – ESR / loi climat & ETS & LULUCF	8552	7775	6983	6107	5443	4871

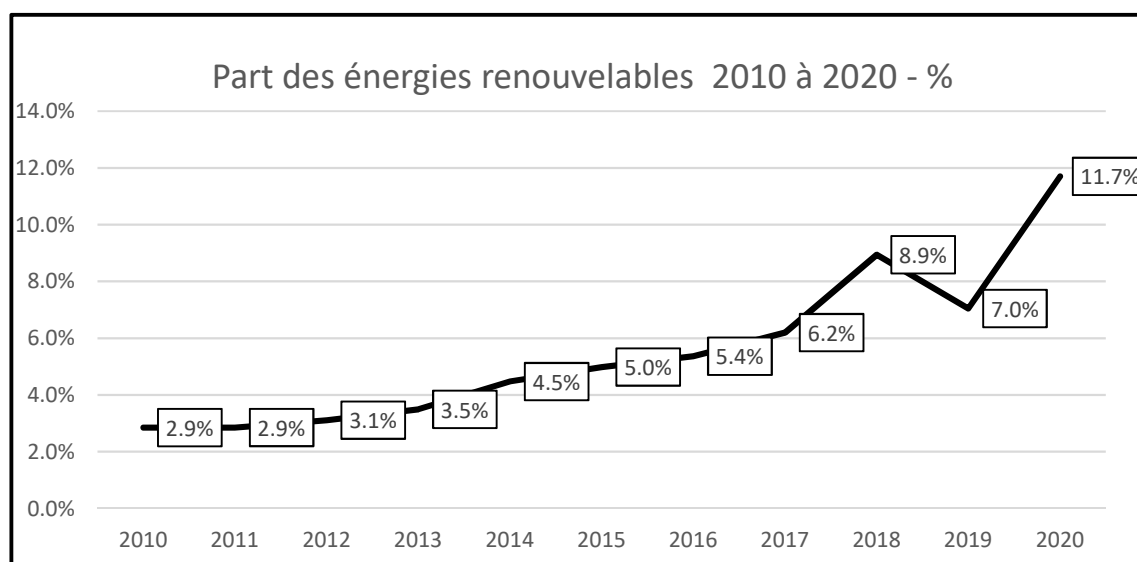
Source : Statec, AEV & SER (2023)

4.2.2 Énergies renouvelables

Le Conseil de gouvernement a adopté le 20 mai 2020 la version initiale du Plan national climat et énergie (PNEC). Ce plan décrit les politiques et mesures suivant un scénario de base et un scénario de référence qui décrit les objectifs nationaux ambitieux à poursuivre pour atteindre une réduction des émissions de gaz à effet de serre (- 55 %), une quotepart minimale d'énergies renouvelables dans la consommation finale brute d'énergie du Luxembourg (25 %) et les mesures d'efficacité énergétique (réduisant la consommation d'énergie de 40 à 44 %) à l'horizon 2030. Le détail des objectifs sectoriels et des technologies afférentes se trouve au chapitre 2.1.2 Énergies renouvelables. Le chapitre qui suit décrit le scénario avec les mesures existantes.

Situation de départ : évolution historique de la production d'énergie à partir de sources renouvelables suivant les différents secteurs de 2010 à 2020

Figure 21: Part des énergies renouvelables dans la consommation finale brute d'énergie : période 2010 à 2020 y inclus la coopération européenne



Source : EUROSTAT(SHARES)

Tout au long de la période 2010 à 2020 et sous l'impulsion du plan d'action en matières d'énergies renouvelables, la part des énergies renouvelables a continuellement augmenté (Figure 21). Ce graphique inclut à la fois la production nationale et les transferts statistiques européens. L'écart en 2019 s'explique par le fait qu'aucune trajectoire indicative ou objectif contraignant n'étaient fixés et que des transferts statistiques n'ont pas eu lieu.

En 2021, suivant les chiffres publiés par EUROSTAT, la part globale d'énergies renouvelables dans la consommation finale brute d'énergie était de 11,7 %, ce qui représente une croissance substantielle au cours de la dernière décennie.

L'évolution des parts des énergies renouvelables dans les secteurs de l'électricité, de la chaleur et du transport pour les années 2017 à 2021 est reprise dans le Tableau 38. Au cours de cette période, la part des énergies renouvelables a presque doublé, passant de 5,9 % à 9,9 % (sans coopération européenne). Les parts dans les secteurs de l'électricité et de la chaleur ont augmenté d'environ 70 %, tandis que dans le secteur du transport l'augmentation était d'environ 50 %.

Tableau 38: Part des énergies renouvelables par secteur entre 2017 et 2021

EUROSTAT-SHARES	2017	2018	2019	2020	2021
Part EnR, secteur électricité %	8,1%	9,1%	10,9%	13,9%	14,2%
Part EnR, secteur chaleur %	7,5%	8,5%	8,9%	12,7%	12,9%
Part EnR, secteur transport (sans multiplicateurs) %	5,4%	5,4%	7,0%	8,0%	8,0%
Part EnR totale - production / consommation %	5,9%	6,2%	7,0%	10,1%	9,9%
Part EnR totale - Coopération EnR incluse %	5,9%	8,6%	7,0%	11,7%	11,7%

EnR : énergies renouvelables

La répartition des sources d'énergies renouvelables diffère suivant la faisabilité de projets potentiels sur le territoire national. En raison de sa géographie, son enclavement territorial et sa topographie, le Luxembourg se concentre avant tout sur le déploiement de l'énergie éolienne, du photovoltaïque et de la biomasse, tout en veillant pour cette dernière à la disponibilité de la matière première au niveau régional et au respect des critères de durabilité et de réduction des émissions de gaz à effet de serre.

PNEC 2020 : comparatif : scénario de référence (WEM) et scénario de cible (WAM)

Tableau 39: Part des énergies renouvelables par secteur d'ici 2040 – Scénario de référence du PNEC

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	GWh	1.000	2.917	4.833	4.833	4.833		2,2%	6,2%	10,1%	9,9%	9,7%
EE-Gesamt, inkl. Kooperationsbedarf		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						

Le scénario de référence du PNEC 2020 qui se base sur les mesures existantes (WEM) connaît une évolution continue mais peu soutenue tout au long de la période 2030 à 2040. La production d'énergies renouvelables passe de 6.187 GWh en 2030 (sans coopération européenne) à 6.679 GWh en 2040 - une croissance de 8 % sur une période de 10 ans (Tableau 39). Cette croissance assez faible dans le scénario de référence montre la nécessité de mesures additionnelles pour accélérer le déploiement des énergies renouvelables.

Tableau 40: Part des énergies renouvelables par secteur d'ici 2040 - Scénario cible du PNEC 2020

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	GWh	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					

La comparaison des deux scénarios met en lumière que dès le début, la volonté politique de progresser dans la production d'énergies renouvelables sur le territoire national était manifeste. Pour l'année 2030, la consommation totale d'énergie se réduit de manière conséquente notamment sur base des mesures renforçant l'efficacité énergétique. Par conséquent, la part des énergies renouvelables dans la consommation finale brute d'énergie passe de 12,9 % à 19,6 % pour le scénario cible. Pour l'année 2040, la production nationale d'énergies renouvelables augmente de 830 GWh. La part des énergies renouvelables passe de 13,5 % à 31,9 % (Tableau 40).

Cet écart important entre les deux scénarios montre que les objectifs par rapport aux énergies renouvelables sont ambitieux et ont un impact significatif sur la part des énergies renouvelables. Les augmentations relatives entre les différents scénarios sont reprises dans le Tableau 41.

Tableau 41: Différences relatives entre le scénario cible et le scénario de référence - PNEC 2020

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	%, Veränderung, bezogen auf Referenz- szenario	-0,5%	25,2%	30,0%	29,4%	35,0%	%, Veränderung, bezogen auf Referenz- szenario	-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.

Évolution de la production d'énergie à partir de sources renouvelables suivant les différents secteurs à l'horizon 2040 suivant le scénario WEM (With Existing measures)

Dans le présent chapitre les évolutions de la production des énergies renouvelables dans les différents secteurs sont présentées pour le scénario WEM. Les scénarios WEM et WAM (With Additional Measures) sont modélisés à partir du modèle NEAM développé par le STATEC.

Scénario WEM - Secteur de l'électricité renouvelable

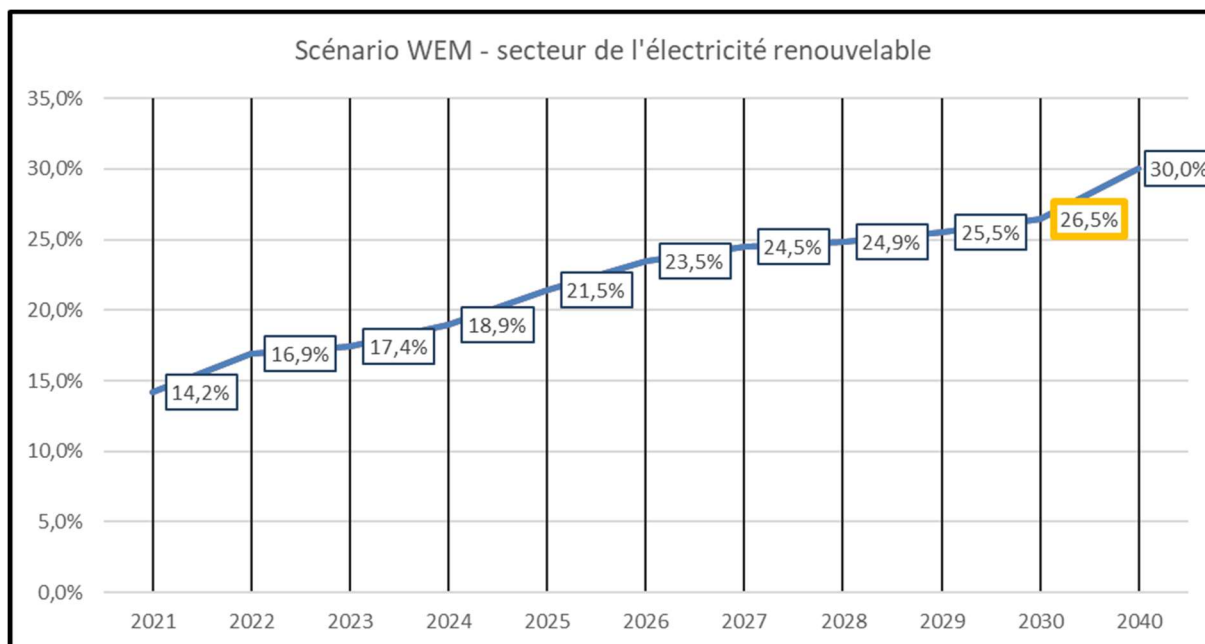
Tableau 42: Évolution projetée des sources/technologies renouvelables dans le **secteur de l'électricité renouvelable d'ici 2040 - scénario WEM**

WEM scénario - GWh	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2040
Hydroélectrique	104	104	104	104	104	100	100	100	103	103	102
Eolien	315	328	348	417	540	640	679	692	726	785	1016
Photovoltaïque	180	303	322	362	419	475	516	544	569	592	838
Déchets renouvelables	43	43	44	45	46	47	48	49	49	50	60
Biogaz*	62	63	63	63	63	63	64	64	64	64	65
Biomasse solide**	285	290	298	306	314	323	331	340	348	356	428
Production EnR	989	1131	1180	1297	1486	1648	1738	1788	1859	1950	2508
Consommation -el	6954	6687	6775	6846	6924	7014	7101	7189	7278	7369	8358
Part EnR - Electricité - %	14,2%	16,9%	17,4%	18,9%	21,5%	23,5%	24,5%	24,9%	25,5%	26,5%	30,0%

Source : Modélisation STATEC-MEA 2023

Dans le scénario WEM, la production d'électricité à partir de sources renouvelables est surtout portée par l'éolien et le photovoltaïque. Entre 2030 et 2040, le photovoltaïque connaît une évolution de plus de 40 %, l'éolien une augmentation de 30 %. La biomasse solide n'évolue que peu entre 2021 et 2040 avec une croissance de 50 % au total sur les deux décennies. Les filières de l'énergie hydroélectrique, des déchets renouvelables et du biogaz ne montrent qu'une très faible croissance au cours des années 2021 à 2040. Avec les mesures existantes, la part d'énergie renouvelables dans le secteur de l'électricité passe à 30 % en 2040 (Figure 22).

Figure 22: Scénario WEM - Évolution secteur de l'électricité renouvelable 2021-2030 et 2040



Source : Modélisation Scénario WEM STATEC-MEA 2023, Graphique MEA

Scénario WEM - Secteur de la chaleur renouvelable

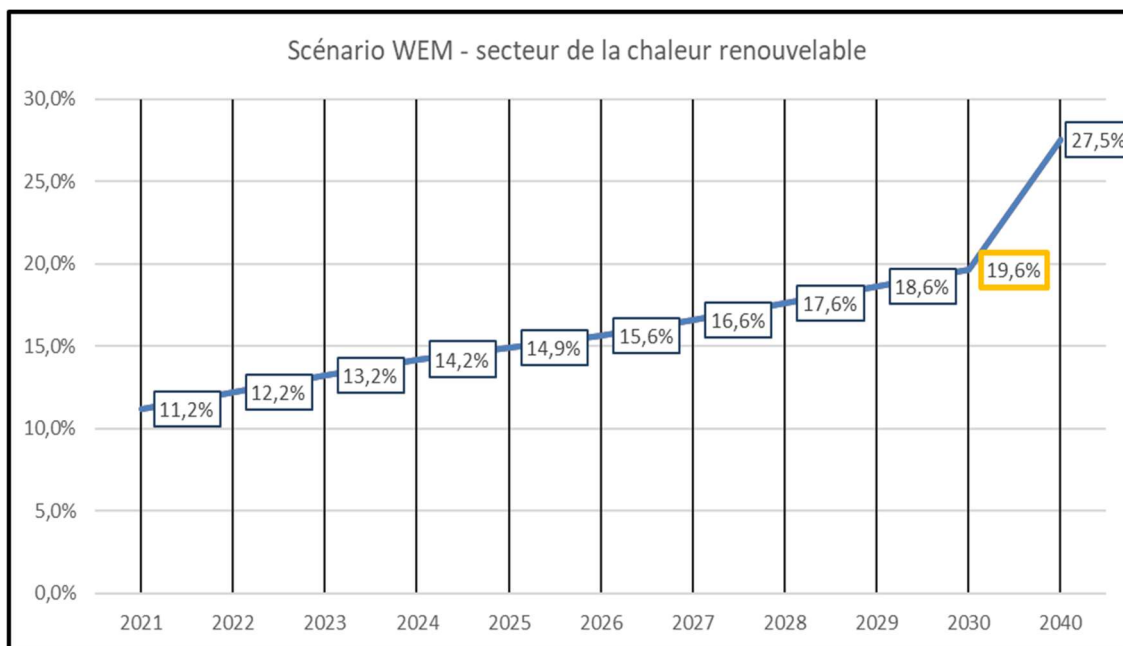
Tableau 43 : Évolution projetée des sources/technologies renouvelables du secteur de la chaleur renouvelable d'ici 2040 - scénario WEM

WEM scénario - GWh	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2040
Biogaz (centralisé) - biométhane	30	30	30	30	30	30	30	31	31	31	32
Biomasse solide (centralisé)	1203	1226	1262	1296	1330	1367	1401	1436	1471	1505	1810
Biomasse solide (décentralisé)	132	134	136	138	139	140	141	142	143	144	147
Déchets renouvelables (centralisé)	12	12	12	12	13	13	13	13	13	14	16
Panneaux solaires thermiques	31	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
Pompes à chaleur (PAC)	54	137	209	274	336	397	457	519	581	643	1242
Hydrogène renouvelable (Industrie)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Consommation EnR	1463	1574	1684	1784	1883	1982	2078	2177	2274	2371	3282
Consommation -ch	13117	12876	12730	12562	12662	12679	12522	12372	12224	12078	11929
Part EnR - Chaleur - %	11,2%	12,2%	13,2%	14,2%	14,9%	15,6%	16,6%	17,6%	18,6%	19,6%	27,5%

Source : Modélisation STATEC-MEA 2023

Dans le scénario WEM de la production de chaleur renouvelable, l'importance des pompes à chaleur devient de plus en plus visible notamment pour décarboner le secteur des bâtiments. Parmi les différentes sources de chaleur renouvelables, les pompes à chaleur jouaient un rôle presque négligeable en 2021 (part de 3,7 % parmi toutes les sources de chaleur renouvelables) bien qu'en 2040, leur part augmente à 37,8 % (Tableau 43). Le recours à la biomasse solide comme source énergétique renouvelable transitoire garde une certaine importance, surtout dans le secteur industriel et des réseaux de chauffage urbain ou communal. La chaleur renouvelable provenant de la biomasse reste prédominante jusqu'en 2040. La Figure 23 montre l'évolution de la part des énergies renouvelables dans le secteur de la chaleur entre 2021 - 2030 et à l'horizon 2040.

Figure 23: Scénario WEM - Évolution secteur de la chaleur renouvelable 2021-2030 et 2040



Source : Modélisation STATEC-MEA 2023, Graphique MEA

Scénario WEM - Secteur des transports

Tableau 44: Évolution projetée des sources/technologies renouvelables dans le **secteur des transports d'ici 2040 - scénario WEM**

WEM scénario - GWh	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2040
Taux d'incorporation biocarburants %	7,70%	8,0%	8,0%	8,4%	8,8%	9,0%	9,2%	9,4%	9,7%	10,0%	10,0%
Carburants fossiles	20631	18157	18840	19179	19075	18763	18450	17764	17072	16411	13467
Part biocarburants - transport routier	1589	1453	1507	1611	1679	1689	1697	1670	1656	1641	1347
- Biocarburants simple comptage	1233	1135	1168	1266	1259	1276	1292	1279	1280	1075	882
- Biocarburants double comptage	351	309	320	326	324	319	314	302	290	279	229
- Biocarburants avancés	5	9	19	19	95	94	92	89	85	287	236
Hydrogène renouvelable + SAF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
- transport routier	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
- transport aérien	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Part électricité	173	196	221	251	288	331	378	429	485	545	1224
Part renouvelable	19	24	29	36	43	52	63	76	90	107	337
- EnR transport	4	5	15	18	21	31	38	45	63	75	303
- EnR rail	15	19	23	29	34	41	50	60	72	86	269
Consommation EnR*	1608	1477	1545	1657	1734	1761	1785	1776	1791	1802	1919
Consommation EnR**	1983	1818	1940	2070	2236	2288	2329	2333	2393	2635	3428
Consommation-Tr.	22768	20148	20972	21465	21557	21330	21094	20451	19860	19485	17782
Part EnR - Transports ** - %	8,7%	9,0%	9,3%	9,6%	10,4%	10,7%	11,0%	11,4%	12,0%	13,5%	19,3%

* sans multiplicateurs

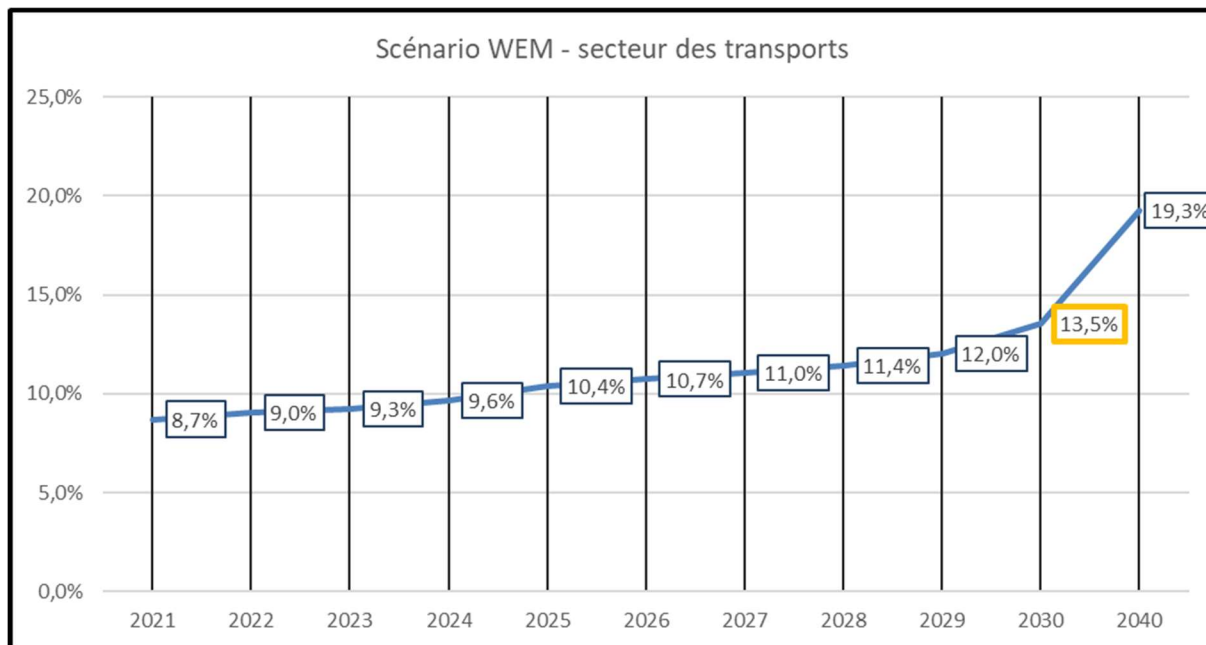
** avec multiplicateurs (article 27 Directive 2018/2001/CE)

Source : Modélisation STATEC-MEA 2023

Dans le scénario WEM du secteur des transports, la part des énergies fossiles reste importante à l'horizon 2040, de sorte que la part de l'électricité peine à s'imposer. La consommation en énergies fossiles reste donc avec 13.467 GWh (75,7 % de la consommation totale dans le secteur des transports) prédominante en comparaison avec l'électricité dont la consommation est 11 fois inférieure à celle des énergies fossiles (1.224 GWh – 6,9 % de la consommation totale dans le secteur des transports) (Tableau 44). Les biocarburants de première génération gardent également l'avantage par rapport aux biocarburants avancés. Le scénario WEM ne modélise pas le potentiel apport de l'hydrogène renouvelable dans la décarbonation du

secteur des transports. La Figure 24 montre l'évolution de la part d'énergie renouvelable dans le secteur du transport entre 2021 - 2030 et à l'horizon 2040.

Figure 24 : Scénario WEM - Évolution secteur du transport 2021-2030 et 2040



Source : Modélisation STATEC-MEA 2023, Graphique MEA

Scénario WEM - Trajectoire indicative et objectif global

Tableau 45: Part globale des énergies renouvelables et coopération européenne d'ici 2040 - scénario WEM

WEM scénario - GWh	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2040
Production EnR nationale	4059	4182	4409	4739	5104	5391	5600	5740	5925	6123	7709
Coopération européenne	800	1300	1000	0	2000	1850	2700	2350	2350	3700	4000
- dont transferts statistiques	800	1300	1000	0	1850	1500	2050	1400	1000	1950	1000
- dont REFM	0	0	0	0	150	350	650	950	1350	1750	3000
Production EnR + coopération européenne	4859	5482	5409	4739	7104	7241	8300	8090	8275	9823	11709
Consommation d'énergie finale	48290	45736	46553	46894	47077	46984	46717	46090	45462	44875	42365
Aviation	7414	7820	7986	8056	8126	8196	8266	8335	8403	8472	9074
- Part actuel Aviation - %	15,4%	17,1%	17,2%	17,2%	17,3%	17,4%	17,7%	18,1%	18,5%	18,9%	21,4%
- Seuil Aviation - %	6,18%	6,18%	6,18%	6,18%	6,18%	6,18%	6,18%	6,18%	6,18%	6,18%	6,18%
Consommation finale brute d'énergie ajustée	43860	40742	41444	41736	41860	41691	41339	40603	39869	39176	35909
Part EnR globale	11,1%	13,5%	13,1%	11,4%	17,0%	17,4%	20,1%	19,9%	20,8%	25,1%	32,6%
Trajectoire indicative et objectif global	11,0%	13,5%	11,0%	11,0%	17,0%	11,0%	20,1%	11,0%	11,0%	25,0%	32,6%

Source : Modélisation STATEC-MEA 2023

La part globale d'énergies renouvelables dans la consommation d'énergie finale augmente certes au fil de la période 2021 à 2040, mais nécessite un apport important de transferts statistiques (respectivement des statistiques acquises sous le REFM) si ce n'est que pour atteindre les 25%, déjà prévus dans le PNEC 2020. Les quantités nécessaires en termes de coopération européenne représentent plus de 50% en 2030, tout comme en 2040 (Tableau 45).

Tableau 46: Part des secteurs et part globale avec ou sans coopération - scénario WEM

WEM scénario - GWh	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2040
Part EnR - secteur électricité	14,2%	16,9%	17,4%	18,9%	21,5%	23,5%	24,5%	24,9%	25,5%	26,5%	30,0%
Part EnR - secteur chaleur	11,2%	12,2%	13,2%	14,2%	14,9%	15,6%	16,6%	17,6%	18,6%	19,6%	27,5%
Part EnR - Transports *	8,7%	9,0%	9,3%	9,6%	10,4%	10,7%	11,0%	11,4%	12,0%	13,5%	19,3%
Part EnR globale - sans coopération	9,3%	10,3%	10,6%	11,4%	12,2%	12,9%	13,5%	14,1%	14,9%	15,6%	21,5%
Part EnR globale - avec coopération	11,1%	13,5%	13,1%	11,4%	17,0%	17,4%	20,1%	19,9%	20,8%	25,1%	32,6%
Trajectoire indicative et objectif global	11,0%	13,5%	11,0%	11,0%	17,0%	11,0%	20,1%	11,0%	11,0%	25,0%	32,6%

*avec multiplicateurs (article 27 Directive 2018/2001/CE)

Source : Modélisation STATEC-MEA 2023

Les parts sectorielles de l'électricité et de la chaleur renouvelables connaissent une progression entre 2021 à 2040. Dans le secteur des transports, la part des carburants fossiles reste élevée et la part de l'électricité dans ce secteur reste trop faible pour contrecarrer cette tendance.

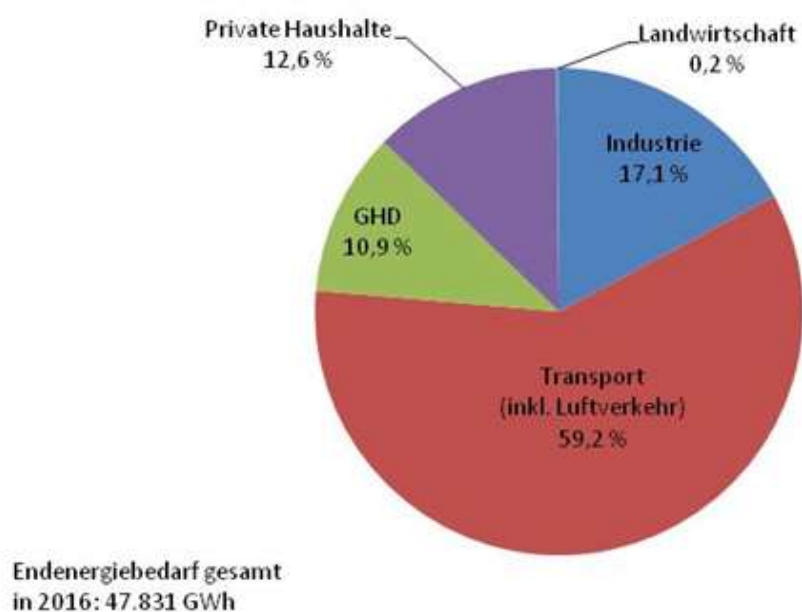
Avec l'apport de la coopération européenne, le scénario WEM atteint un pourcentage de 32,6% d'énergie renouvelables dans la consommation finale brute d'énergie en 2040, presque un tiers de l'énergie nécessaire proviendra dès lors de sources renouvelables, avec en tête le secteur de l'électricité (Tableau 46).

4.3 Dimension "efficacité énergétique"

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 % (Figure 25:). 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 %.

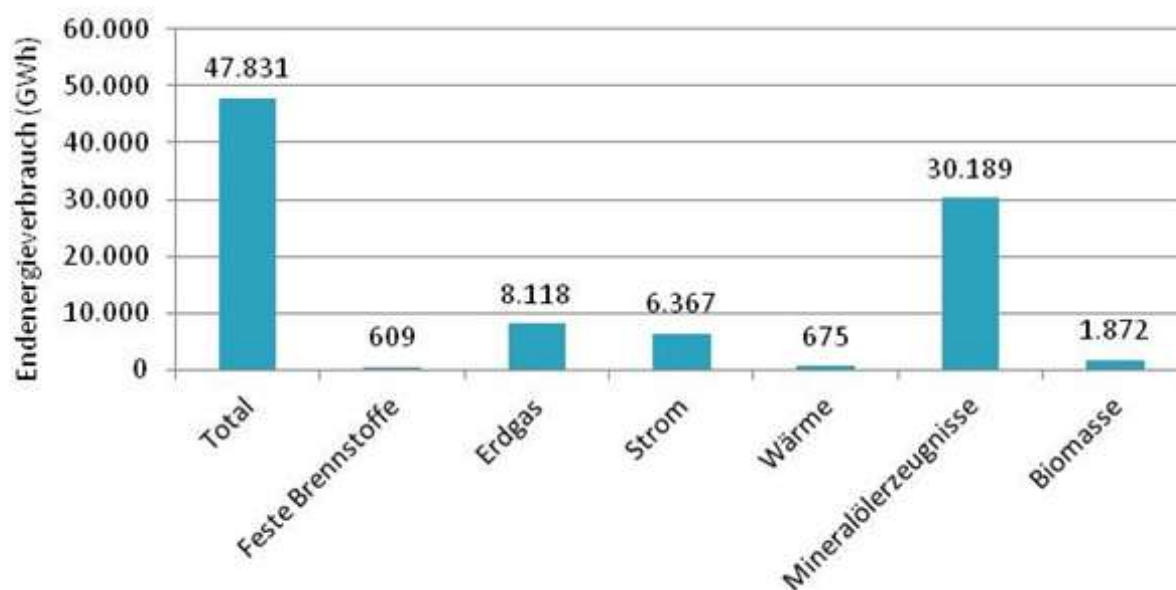
Figure 25: Consommation finale d'énergie au Luxembourg en 2016, ventilée par secteurs Industrie, Ménages, Industrie manufacturière, commerce et services, Transport et Agriculture



Source : IREES selon Statec 2018

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. Figure 26).

Figure 26 : Consommation finale d'énergie au Luxembourg en 2016, par type de source d'énergie



Source : IREES selon Statec 2018

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 47). 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 47 : 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		
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 suivant le scénario WEM (With Existing Measures)

Tableau 48 : Consommations d'énergie finale des différents secteurs prévues par le scénario WEM pour les années 2030 et 2040

Secteur	Unité	2030	2040
Industrie manufacturière et construction (ETS + Non-ETS)	GWh	7'274	6'912
Transport	GWh	25'428	22'078
Ménages (y inclus des bâtiments résidentiels)	GWh	5'573	4'857
Commerce et services (y inclus des bâtiments tertiaires)	GWh	5'953	5'977
Agriculture	GWh	64	64
Total de la consommation d'énergie finale*	GWh	44'293	39'887

* hors chaleur ambiante, avec aviation internationale

Source : Modélisation STATEC 2023

Les projections des consommations d'énergie du scénario de référence (WEM) et du scénario cible (WAM) à l'horizon 2030 et 2040 ont été modélisées à l'aide des modèles NEAM et Lux-GEM du STATEC. Le modèle NEAM tient compte des projections nationales actuelles pour l'évolution de la conjoncture et donc de l'évolution de la population, des emplois, du nombre de frontaliers, des surfaces d'habitation, des activités tertiaires et industrielles et de construction etc., tel que précisé au chapitre 2.2.

Les secteurs qui sont pris en compte pour le suivi de la consommation finale d'énergie du Luxembourg (et qui sont distingués dans la modélisation des différentes projections) sont :

- les ménages (y inclus les bâtiments résidentiels), appelés « private Haushalte » dans le PNEC 2020 ;
- l'industrie manufacturière et construction, appelé « Industrie » dans le PNEC 2020 ;
- le commerce et les services (y inclus les bâtiments tertiaires), appelés « Gewerbe, Handel, Dienstleistungen » dans le PNEC 2020;
- le transport (y inclus l'aviation internationale).

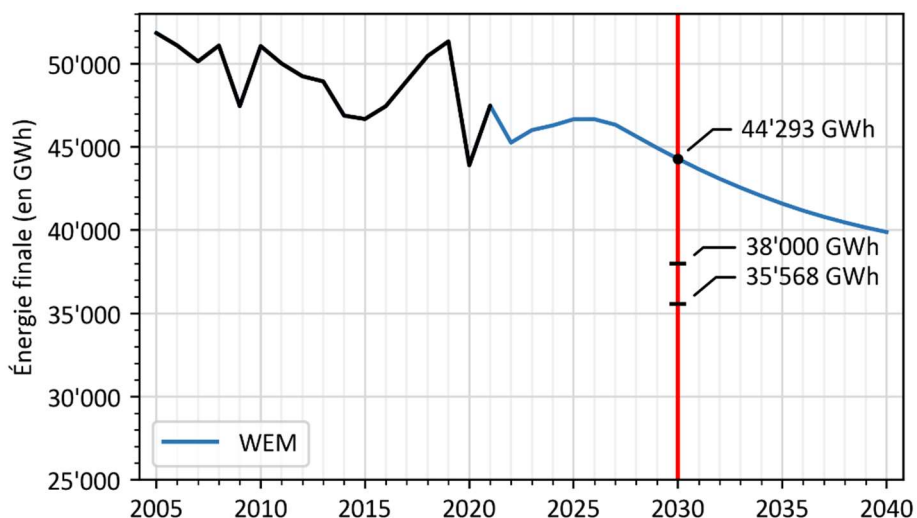
Au niveau des émissions de gaz à effet de serre, une partie des secteurs de l'industrie et du transport tombent sous le système d'échange de quotas d'émission de gaz à effet serre de l'UE « Emissions Trading System » (ETS). Par contre, le secteur des ménages ainsi que celui du commerce et services ne sont pas régis par ce système et sont donc des secteurs non-ETS.

Le Tableau 48 indique les consommations d'énergie finale du scénario WEM pour les années 2030 et 2040 ventilées par secteur. Les trajectoires correspondantes sont visualisées aux Figures 27 à 32. L'énergie finale considérée ici est l'énergie finale hors chaleur ambiante, aviation internationale incluse.

TOTAL tous les secteurs

La Figure 27 montre que, d'après le scénario WEM, la consommation totale d'énergie finale augmentera jusqu'à 46'669 GWh en 2026 avant qu'il y ait une baisse continue jusqu'en 2040. Les 44'293 GWh en 2030 dépassent l'intervalle cible de 35'568 à 38'000 GWh correspondant à la fourchette d'amélioration de l'efficacité énergétique de -40 à -44% par rapport à la référence REF2007 définie comme objectif national dans le PNEC 2020.

Figure 27 : Scénario WEM – Consommation totale d’énergie finale



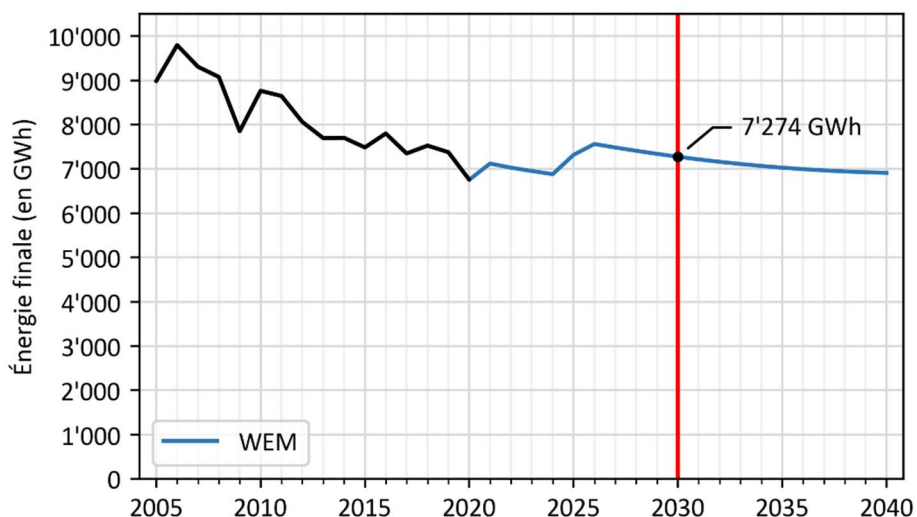
Source : Modélisation STATEC 2023, Graphiques MEA

Industrie manufacturière et construction

Sur base des projections d’évolution de la conjoncture, l’accroissement continu des activités du secteur des industries manufacturières et de la construction contrebalance pratiquement entièrement l’amélioration de l’efficacité énergétique dans ce secteur, ce qui explique la consommation d’énergie finale pratiquement constante entre 2020 et 2040 (voir Figure 28).

Selon le modèle, cet accroissement des activités a lieu surtout au niveau des entreprises non-ETS et il n’y a pratiquement pas d’évolution au niveau des entreprises ETS.

Figure 28 : Scénario WEM – Industrie manufacturière et construction

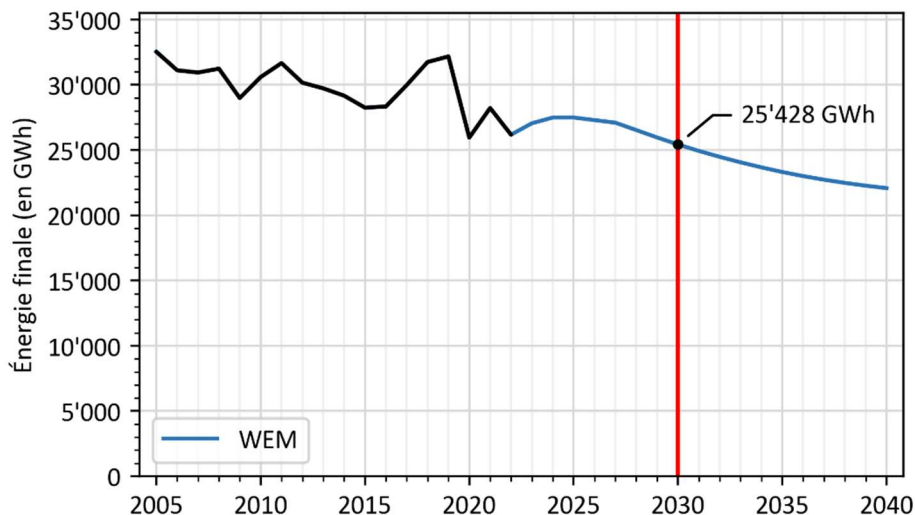


Source : Modélisation STATEC 2023, Graphiques MEA

Transport

La forte évolution du secteur de l'aviation (transport de passagers et de fret) contrebalance une partie des améliorations au niveau de l'efficacité énergétique. D'après le scénario WEM visualisé à la Figure 29, la consommation d'énergie finale du transport augmentera jusqu'en 2025 avant de commencer à diminuer.

Figure 29 : Scénario WEM – Transport

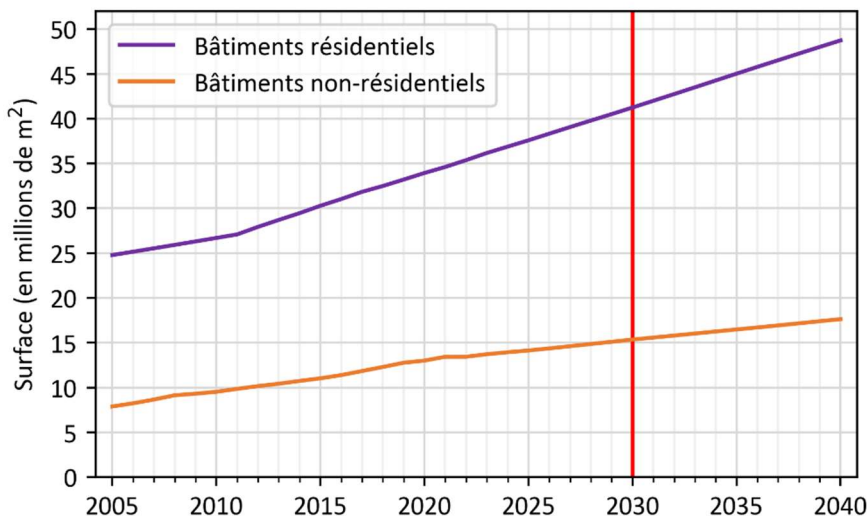


Source : Modélisation STATEC 2023, Graphiques MEA

Ménages (y inclus bâtiments résidentiels)

Pour le secteur des ménages, ainsi que pour le secteur du commerce et des services, il faut prendre en compte la forte évolution des surfaces des bâtiments (telle que reprise dans la Figure 30) lorsqu'on interprète l'évolution de la consommation d'énergie finale de ces deux secteurs.

Figure 30 : Évolution des surfaces des bâtiments – Bâtiments résidentiels (secteur des ménages) et bâtiments tertiaires (Secteur du commerce et des services)

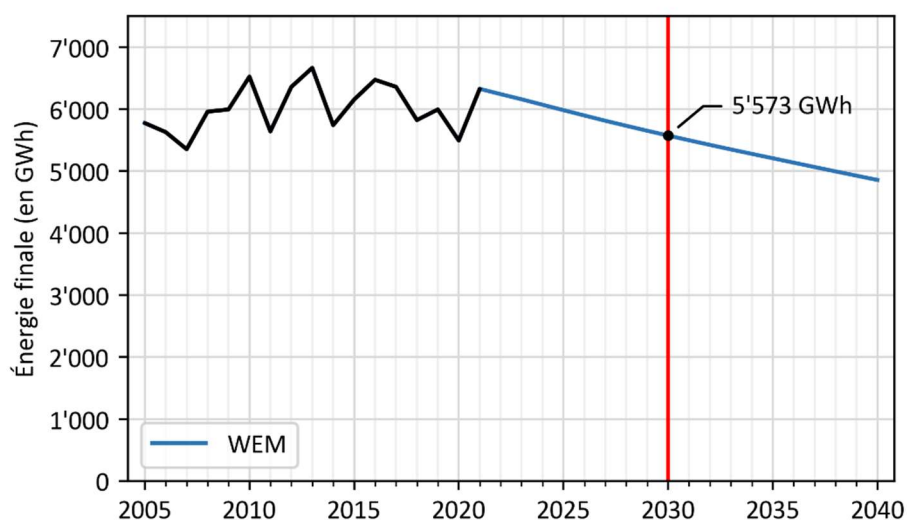


Source : Modélisation STATEC 2023, Graphiques MEA

L'énergie consommée par les ménages est en grande partie liée directement à l'utilisation, c'est-à-dire au chauffage des bâtiments résidentiels.

La décarbonation des bâtiments par l'électrification, c.-à-d. le remplacement de systèmes de chauffage fossiles par des systèmes à base d'énergie renouvelable et notamment par des pompes à chaleur a un effet direct sur les émissions de GES et implique également la réduction de l'énergie finale consommée (voir Figure 31). La chaleur ambiante exploitée par une pompe à chaleur n'est pas comptabilisée dans l'énergie finale et le remplacement d'un chauffage à base d'énergie fossile par une pompe à chaleur signifie par conséquent une importante réduction de la consommation d'énergie.

Figure 31 : Scénario WEM – Ménages



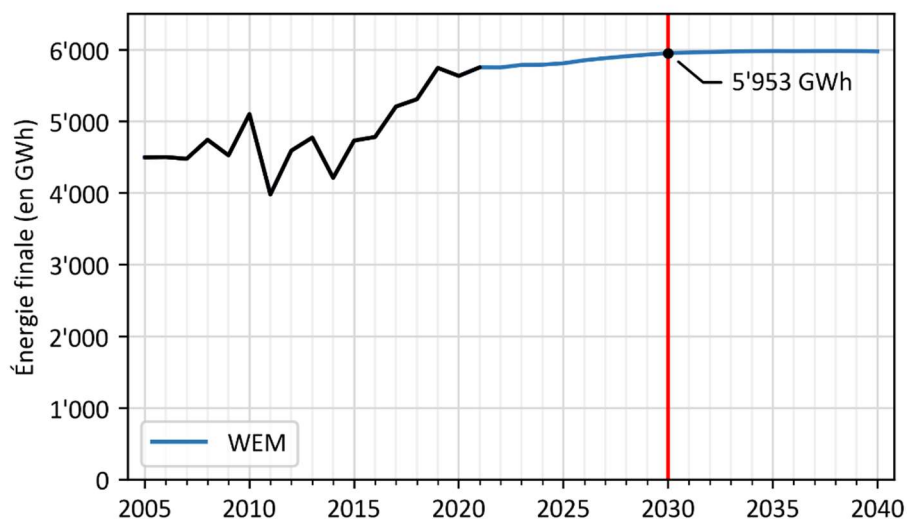
Source : Modélisation STATEC 2023, Graphiques MEA

Commerce et services (y inclus bâtiments tertiaires)

Le secteur du commerce et des services comprend les bâtiments tertiaires mais également toutes les activités de commerce et de services (qui ne sont pas attribuées spécifiquement à un autre secteur).

La décarbonation des bâtiments par l'électrification, c.-à-d. le remplacement de systèmes de chauffage fossiles par des systèmes à base d'énergie renouvelable et notamment par des pompes à chaleur a un effet direct sur les émissions de GES et implique également la réduction du besoin en énergie finale des bâtiments. Or, cet effet est impacté par d'autres facteurs comme la croissance économique, de manière que, dans le scénario WEM, la consommation d'énergie finale du secteur ne diminue pas, tel que visualisé par la Figure 32.

Figure 32 : Scénario WEM – Commerce et services

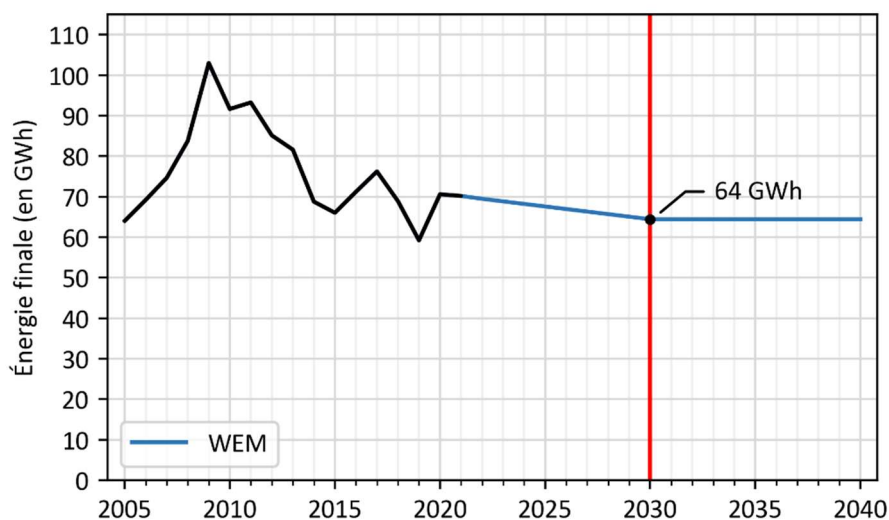


Source : Modélisation STATEC 2023, Graphiques MEA

Agriculture

Le secteur de l'agriculture a une consommation d'énergie finale négligeable par rapport aux autres secteurs considérés ci-dessus. La Figure 33 montre l'évolution de sa consommation d'énergie finale jusqu'en 2040.

Figure 33 : Scénario WEM – Agriculture



Source : Modélisation STATEC 2023, Graphiques MEA

4.4 Dimension "sécurité d'approvisionnement énergétique"

Suite à l'invasion de l'Ukraine par la Russie en février 2022, l'Europe s'est vue face à une baisse sensible de l'approvisionnement en gaz naturel russe. La réduction de l'offre implique un risque pour la sécurité d'approvisionnement énergétique et un niveau de prix élevé et de fortes fluctuations sur les marchés de l'énergie. Comme les centrales électriques au gaz naturel sont souvent nécessaires pour satisfaire la demande d'électricité lorsque celle-ci atteint son pic au cours de la journée ou lorsque les volumes d'électricité produits à partir d'autres sources ne suffisent pas à couvrir la demande, les prix élevés du gaz se traduisent par des prix élevés de l'électricité à travers l'Europe. D'autres facteurs, comme l'absence de pluie ou l'indisponibilité des centrales nucléaires, ont contribué à une situation tendue pour l'hiver 2022-2023 avec des marges de capacité de production d'électricité plus serrées que d'habitude dans toute l'Europe.⁴⁷

La crise énergétique a entraîné la nécessité d'introduire des mesures extraordinaires pour garantir la sécurité d'approvisionnement en énergie. L'Union européenne et ses États membres ont réussi à réagir en prenant des mesures dans le domaine du stockage du gaz, de la réduction de la demande et de la diversification des voies d'approvisionnement afin de prévenir avec succès les ruptures d'approvisionnement.

Pour le Luxembourg, la coordination des mesures et le partage d'informations pertinentes au niveau européen est essentielle. De plus, le Luxembourg profite d'une importante collaboration régionale dans le cadre du Forum pentalatérale de l'énergie, ainsi que des marchés communs entre la Belgique et le Luxembourg pour le gaz naturel et entre l'Allemagne et le Luxembourg pour l'électricité.

Au niveau national, un nombre important d'activités et mesures a été initiée respectivement renforcé par les acteurs concernés, dont le Ministère de l'Énergie et de l'Aménagement du territoire, le Haut-Commissariat à la Protection Nationale, et les gestionnaires de réseau, afin d'assurer le suivi, gestion et anticipation de la crise.

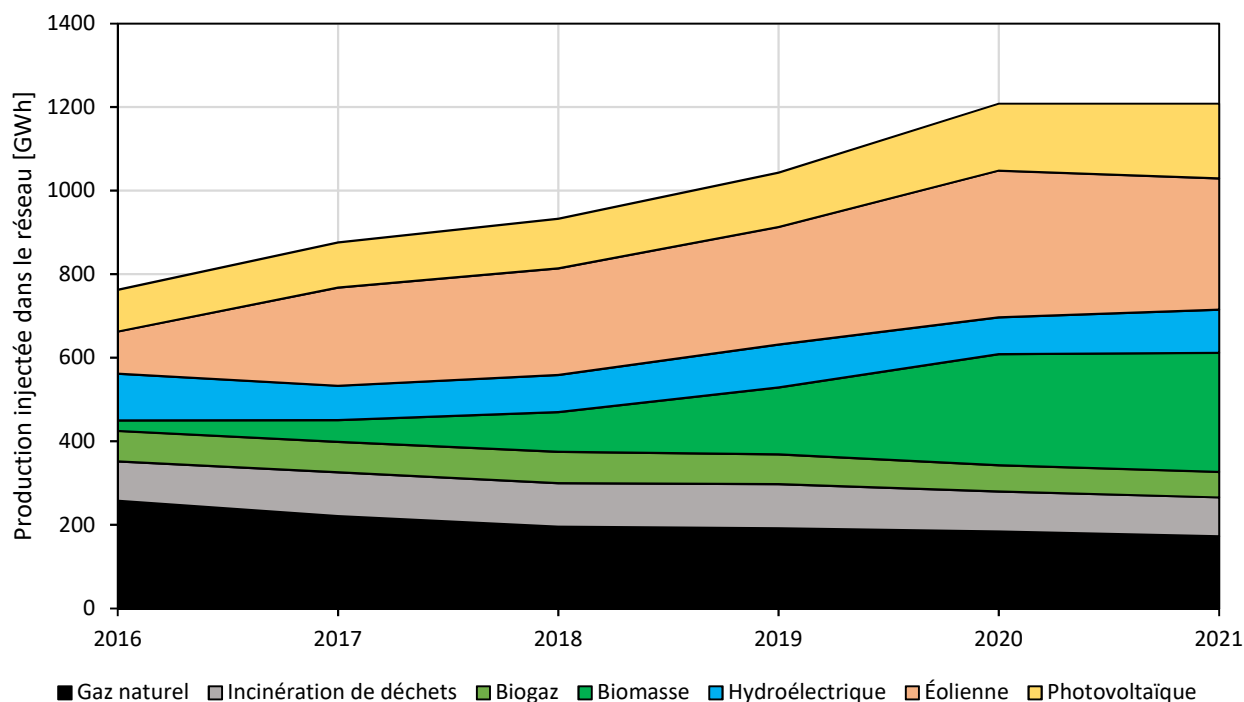
En conséquence, et malgré la situation géopolitique et la crise énergétique qui en résulte, la sécurité d'approvisionnement au Luxembourg reste donc à un niveau très élevé.

4.4.1 Production domestique et consommation

Cette section porte sur la production et la consommation nationale d'électricité et de gaz. Concernant le secteur de l'électricité, au fil des années, le Luxembourg a atteint une augmentation significative de la production nationale d'électricité, grâce à un développement continu des énergies renouvelables tout en réduisant l'électricité produite à partir de sources fossiles ou non renouvelables. La Figure 34 montre l'évolution de la production domestique d'électricité de 2016 à 2021. Au total, la production a augmenté de 37 % de 2016 à 2021. La part des énergies renouvelables dans le mix de production électrique du Luxembourg est passée d'environ 54 % en 2016 à 78 % en 2021. Les principales augmentations ont été réalisées grâce à l'expansion de l'énergie éolienne et de la biomasse, suivies de près par l'énergie solaire. En revanche, la production d'électricité à partir de gaz dans des installations de cogénération a été réduite de 33 % sur la même période.

⁴⁷ ENTSO-E seasonal outlook, October 2022

Figure 34 : Production totale d'électricité du pays injectée dans le réseau (source : ILR)



Les tableaux ci-dessous indiquent les objectifs de production d'électricité domestique pour chaque source d'énergie et la consommation de l'électricité projetée avec les politiques et mesures actuelles jusqu'en 2040. Comme indiqué, une augmentation continue de la production d'électricité renouvelable est attendue, notamment pour l'énergie éolienne et solaire.

Tableau 49 : Projections pour la production domestique et la consommation d'électricité – scénario WEM (valeurs en GWh).

Production d'électricité par technologie	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2040
Hydro	104	104	104	104	100	100	100	103	103	102
Eolienne	328	348	417	540	640	679	692	726	785	1016
Photovoltaïque	303	322	362	419	475	516	544	569	592	838
Biogaz	63	63	63	63	63	64	64	64	64	65
Biomasse	290	298	306	314	323	331	340	348	356	428
Gaz naturel	164	156	147	138	130	121	112	104	95	9
Incinération de déchets	72	73	74	76	77	79	80	81	83	97
Production totale	1324	1365	1473	1654	1808	1890	1931	1995	2078	2554
Consommation	6480	6598	6706	7072	7362	7491	7625	7764	7910	9528

Pour améliorer encore la sécurité d'approvisionnement et atteindre les objectifs climatiques ambitieux du Luxembourg, les nouvelles politiques et mesures visent un développement plus rapide des énergies renouvelables. Les tableaux ci-dessous présente les nouveaux objectifs nationaux de production d'électricité et de la consommation d'électricité.

Tableau 50 : Projections pour la production domestique d'électricité – scénario WAM (valeurs en GWh).

Production d'électricité par technologie	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2040
Hydro	100	95	96	97	100	100	100	100	100	100
Eolienne	330	430	511	699	800	867	903	962	1043	1700
Photovoltaïque	316	390	480	580	680	780	890	1000	1112	2100
Déchets renouvelables	43	44	45	46	47	48	49	49	50	60
Biogaz	67	71	75	79	84	88	92	96	100	100
Biomasse	285	290	540	554	568	582	596	610	624	734
Gaz naturel	157	142	126	110	94	79	63	47	31	0
Incinération de déchets	72	73	74	76	77	79	80	81	83	97
Production totale	1370	1535	1948	2241	2450	2622	2773	2946	3143	4890

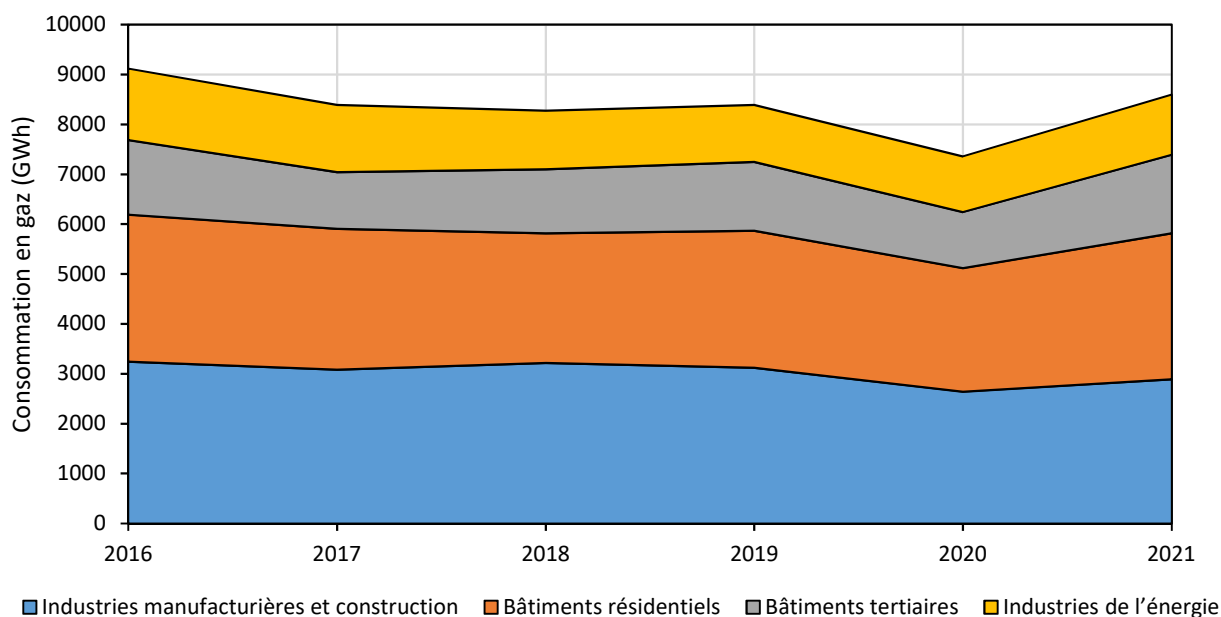
Tableau 51 : Prévisions de la consommation totale d'électricité – scénario WAM (valeurs en GWh).

Secteurs	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2040
Industries manufacturières et construction	3045	3075	3094	3365	3542	3645	3749	3766	3771	4080
Transports	202	238	285	345	416	497	583	671	748	1642
Bâtiments résidentiels	914	915	931	946	960	977	995	1021	1067	1558
Bâtiments tertiaires	2311	2337	2385	2368	2433	2500	2566	2634	2714	3475
Consommation totale d'électricité	6472	6565	6695	7024	7351	7619	7893	8092	8300	10755

Concernant le secteur de gaz, le Luxembourg n'extrait 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. Les livraisons sont assurées par des gestionnaires de réseau et/ou par l'intermédiaire de sociétés commerciales et de livraison. Le Luxembourg ne dispose pas non plus de stockages de gaz sur le territoire national. Par conséquent, le volume de gaz nécessaire et les capacités de stockage sont utilisés dans d'autres pays, notamment dans les pays de transport et de transit d'où provient généralement le gaz.

En ce qui concerne la consommation de gaz du pays, la figure ci-dessous montre la consommation de 2016 à 2021 pour les différents secteurs. Alors que 2020 a été marquée par Covid-19 et une demande particulièrement faible, la consommation totale du pays était d'environ 8500 GWh en 2021. Il se montre que le secteur industriel et le secteur résidentiel représentent environ deux tiers de la consommation totale de gaz.

Figure 35 : Consommation totale de gaz du pays par secteur (source : Statec)



Le Tableau 52 montre la consommation projetée du pays jusqu'en 2040 avec les politiques et mesures actuelles en place.

Tableau 52 : Prévisions de la consommation totale de gaz du pays – scénario WEM (valeurs en GWh)

Secteurs	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2040
Industries manufacturières et construction	2833	2754	2678	2861	2947	2867	2789	2713	2638	2006
Bâtiments résidentiels	2897	2866	2831	2797	2763	2730	2697	2665	2633	2326
Bâtiments tertiaires	1543	1541	1530	1523	1522	1517	1511	1505	1497	1375
Industries de l'énergie	1148	1088	1027	967	906	846	786	725	665	60
Consommation totale d'électricité	8421	8249	8066	8148	8138	7960	7783	7607	7433	5767

Avec les nouvelles mesures, une réduction plus rapide de la consommation de gaz est attendue dans tous les secteurs en raison de l'augmentation de l'efficacité et du passage du gaz à l'électricité.

Tableau 53 : Prévisions de la consommation totale de gaz du pays – scénario WAM (valeurs en GWh)

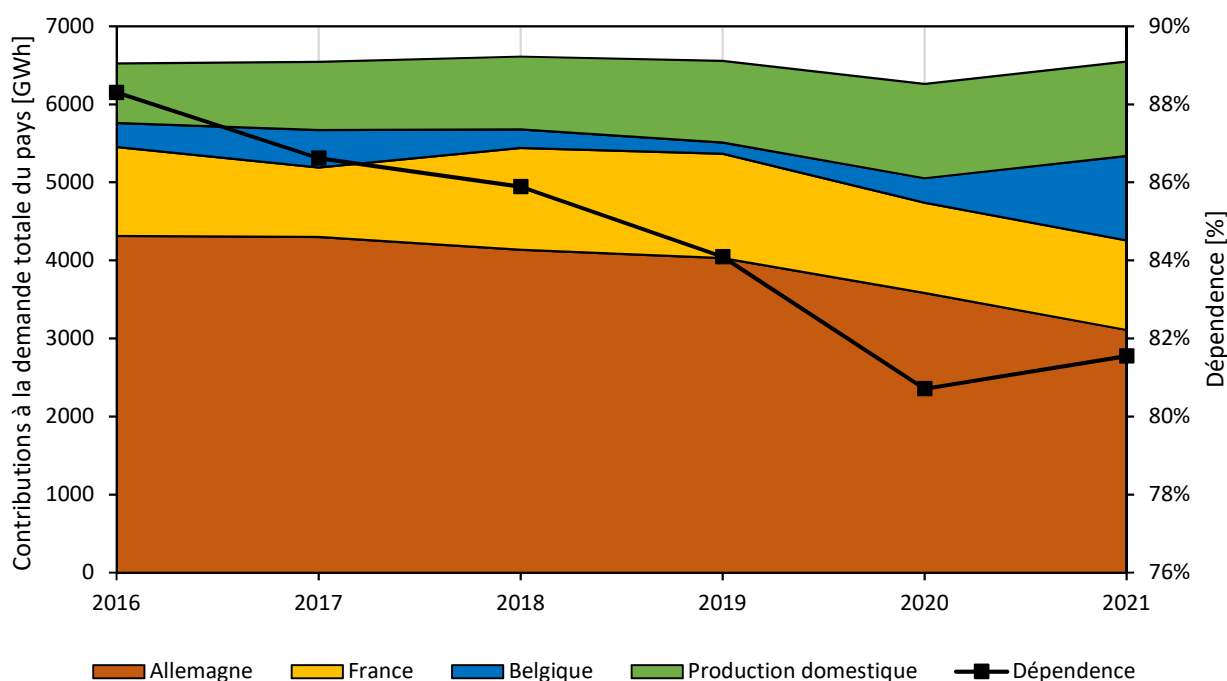
Secteurs	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2040
Industries manufacturières et construction	2826	2642	2653	2561	2475	2383	2259	2161	2028	683
Bâtiments résidentiels	2824	2722	2544	2393	2263	2153	2058	1951	1812	2326
Bâtiments tertiaires	1518	1472	1450	1385	1277	1170	1066	967	871	54
Industries de l'énergie	1099	989	862	745	632	524	413	307	203	0

Consommation totale d'électricité	8267	7825	7509	7084	6647	6230	5796	5386	4914	3063
--	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------

4.4.2 Dépendance à l'égard des importations

La dépendance à l'égard des importations dans le secteur de l'électricité résulte de la consommation totale d'électricité du pays moins la production domestique. La Figure 36 montre l'évolution de la dépendance pour les années 2016 à 2021. En raison de l'augmentation de la production nationale, le volume d'électricité importée a diminué au fil des ans, passant d'environ 90 % à environ 80 %. L'Allemagne reste la principale source d'électricité importée avec environ 60 % des importations nettes.

Figure 36 : Volume importé, production d'électricité domestique et la dépendance à l'égard des importations (source : ILR)



Avec les mesures actuelles (scénario WEM) la dépendance à l'égard des importations devrait continuer à diminuer jusqu'à environ 73 % en 2040 comme indiqué dans le tableau ci-dessous.

Tableau 54 : Projections pour la dépendance aux importations – scénario WEM

		2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2040
Consommation	GWh	6480	6598	6706	7072	7362	7491	7625	7764	7910	9528
Production d'électricité domestique	GWh	1324	1365	1473	1654	1808	1890	1931	1995	2078	2554
Volume importé nette	GWh	5156	5233	5233	5418	5554	5601	5694	5769	5832	6974
Dépendance		79.6%	79.3%	78.0%	76.6%	75.4%	74.8%	74.7%	74.3%	73.7%	73.2%

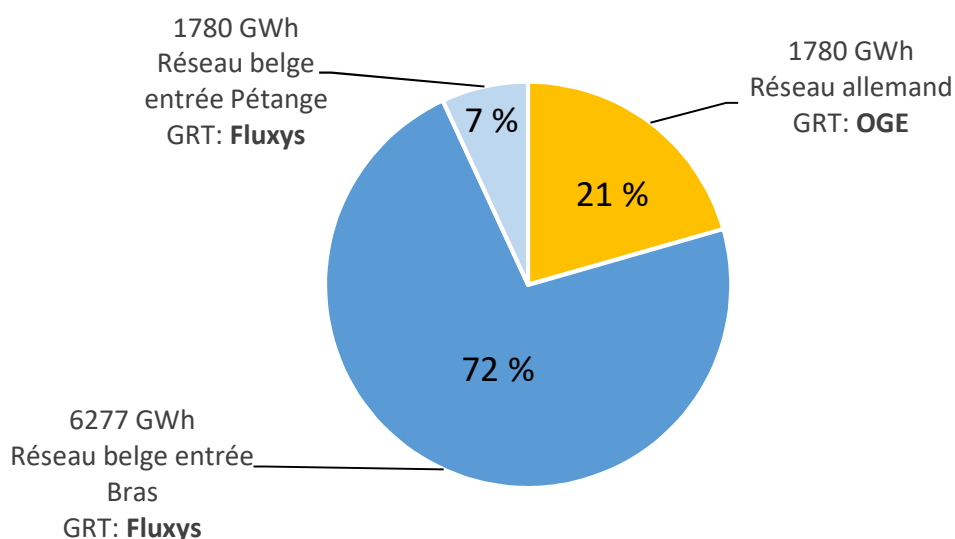
Les nouveaux objectifs du Luxembourg conduisent à un développement plus fort et plus rapide des énergies renouvelables dans le pays, ce qui se traduit par une dépendance encore plus faible aux importations d'électricité, comme indiqué dans le Tableau 55.

Tableau 55 : Projections pour la dépendance aux importations – scénario WAM

		2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2040
Consommation	GWh	6472	6565	6695	7024	7351	7619	7893	8092	8300	10755
Production d'électricité domestique	GWh	1370	1535	1948	2241	2450	2622	2773	2946	3143	4890
Volume importé nette	GWh	5102	5030	4747	4783	4901	4997	5120	5146	5157	5865
Dépendance		78.8%	76.6%	70.9%	68.1%	66.7%	65.6%	64.9%	63.6%	62.1%	54.5%

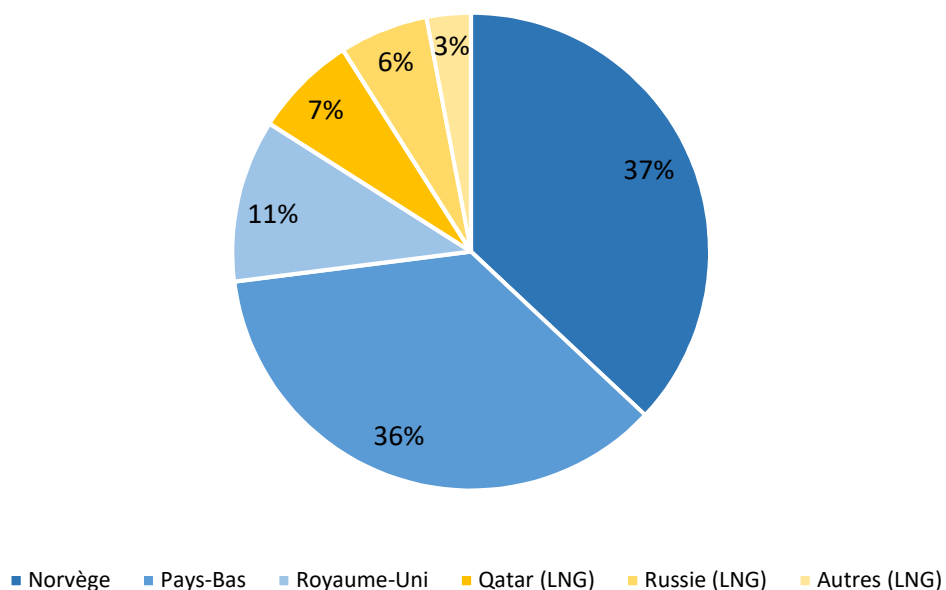
Concernant le secteur du gaz, puisque le Luxembourg importe la totalité de ses besoins en gaz, il est entièrement dépendant des importations. Le volume des importations dépend en conséquence uniquement de la consommation de gaz. La majorité du gaz importé provient de la Belgique, avec laquelle le Luxembourg partage un marché commun, le reste du gaz importé provient de l'Allemagne. L'illustration ci-dessous montre la répartition des flux par point d'entrée en 2021.

Figure 37 : Répartition des flux par point d'entrée et GRT frontalier en 2021 (source : Creos)



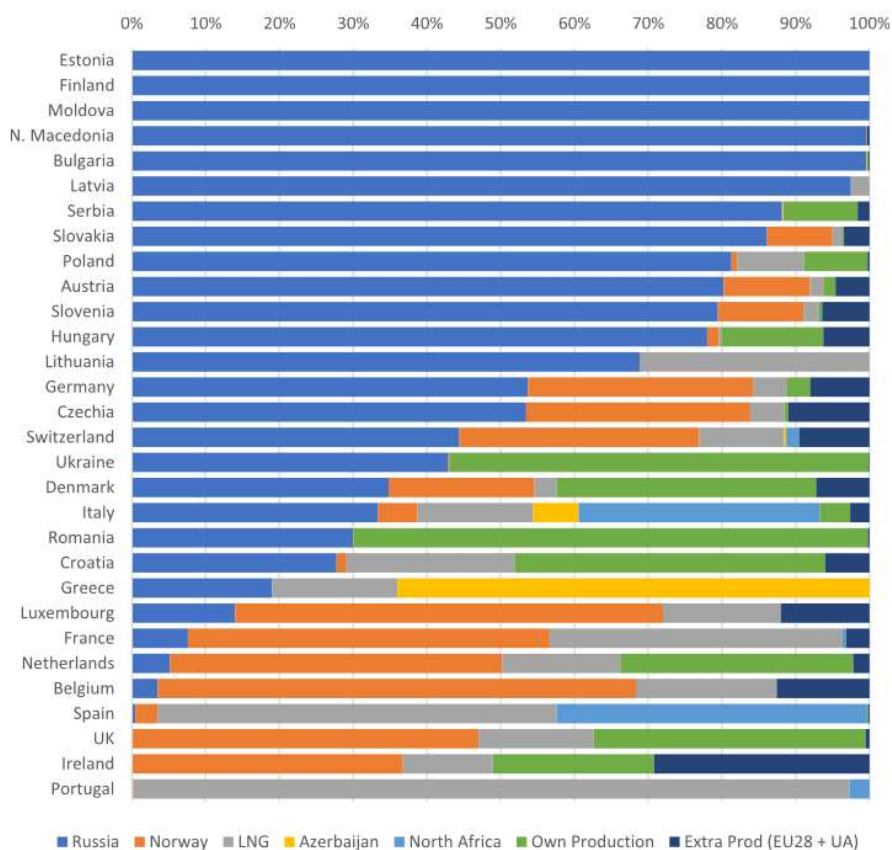
Pour évaluer la sécurité d'approvisionnement du Luxembourg, il est essentiel d'évaluer l'origine du gaz importé en Belgique et en Allemagne. Étant donné que la majeure partie du gaz au Luxembourg est importée de Belgique, l'origine du gaz en Belgique revêt une importance particulière. L'illustration ci-dessous montre l'origine du gaz tel qu'importé en Belgique en 2020. Comme indiqué, la dépendance au gaz russe était - déjà en 2020 - très faible, la majorité du gaz provenant de la Norvège et des Pays-Bas.

Figure 38 : Sources d'approvisionnement pour les importations de gaz belge en 2020 (source : Commission européenne, direction générale de la fiscalité et de l'union douanière)



Pour le Luxembourg la dépendance directe au gaz russe avant la crise énergétique a été chiffré par Bruegel à 13.8 % en 2021. Il est à noter qu'il faut prendre les statistiques de la dépendance d'un pays en Europe avec une certaine prudence. En raison du marché intérieur du gaz, il n'est pas possible de déterminer de manière exacte l'origine des molécules. Il faut donc se baser sur certaines hypothèses concernant les relations contractuelles et les flux du gaz naturel en Europe. À noter aussi que les importations de gaz russe en Europe ont baissé d'une manière extraordinaire d'environ 40 % avant la crise à moins que 10 % au début de 2023, tel que les chiffres du graphique ont complètement changé depuis.

Figure 39 : Part du gaz russe importé en 2021 pour chaque État membre (source : Bruegel).



4.4.3 Sécurité d’approvisionnement

4.4.3.1 Secteur Electricité

Cadre légal

Au niveau national, la sécurité d’approvisionnement dans le secteur de l’électricité est encadrée par la loi du 1er août 2007 relative à l’organisation du marché de l’électricité, donnant des rôles et responsabilités spécifiques notamment aux gestionnaires du réseau, le ministre ayant l’énergie dans ses attributions, le commissaire du gouvernement à l’énergie, et le régulateur.

Pour un aperçu du suivi de la sécurité d’approvisionnement, le ministère publie tous les deux ans un rapport sur la sécurité d’approvisionnement dans le secteur de l’électricité⁴⁸. Dans ce contexte, et selon les dispositions de l’article 11 de la loi sur le marché de l’électricité, la sécurité d’approvisionnement doit être comprise comme un terme global qui reflète la vision globale de l’approvisionnement des clients finals, et comprend toute la chaîne de valeur, c.à.d. la production, négoce, transport, vente et distribution de l’énergie électrique.

Au niveau européen, il existe également des réglementations qui encadrent la sécurité d’approvisionnement, la prévention des crises et la gestion des risques. Ainsi, le règlement (UE) 2017/2196 établit un code de réseau

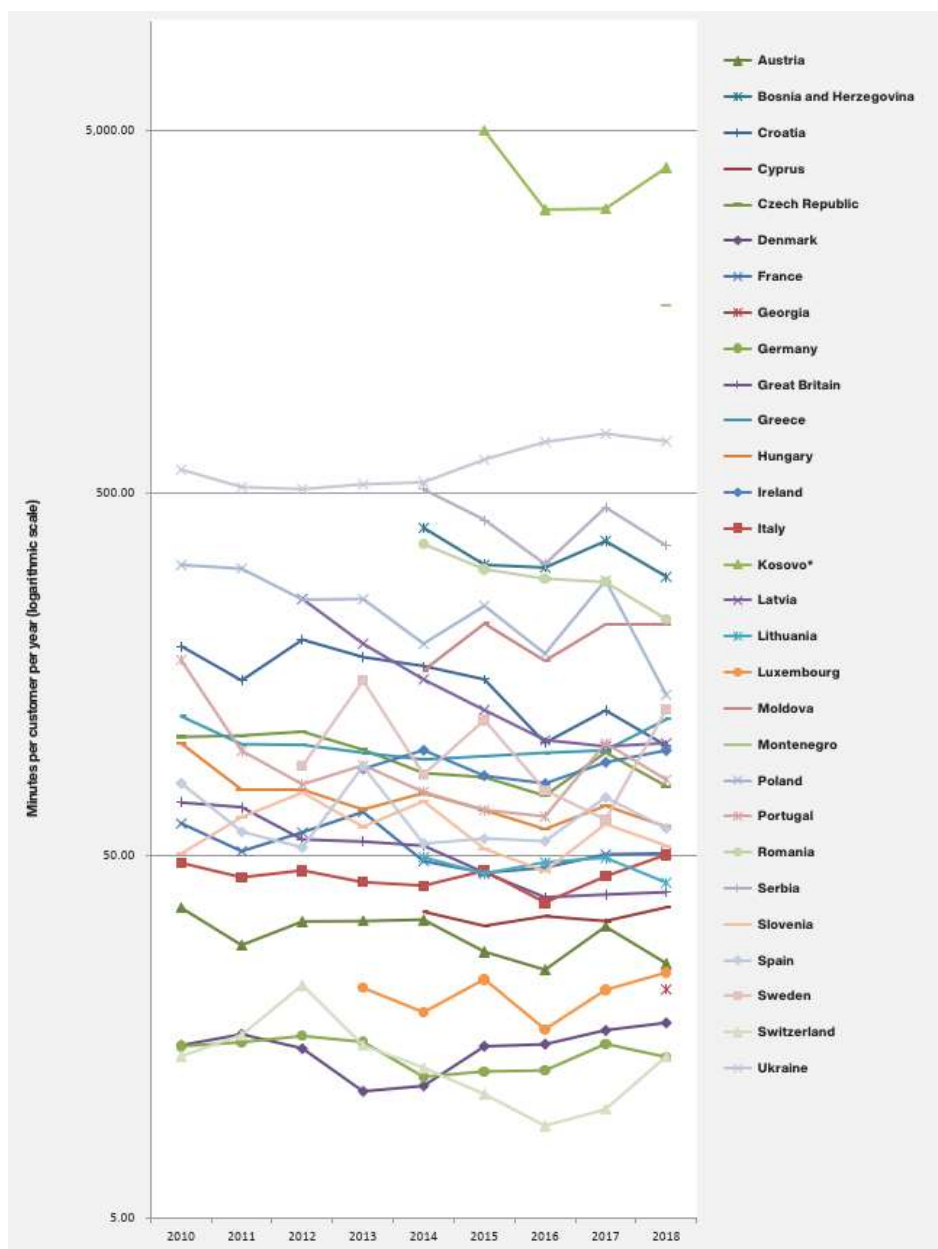
⁴⁸ Bericht über die Versorgungssicherheit im Strombereich in Luxemburg 2022: <https://mea.gouvernement.lu/dam-assets/energie/electricite/ELEC-Bericht-uber-die-Versorgungssicherheit-im-Strombereich-2014-.pdf>

fixant les exigences applicables afin de préserver la sécurité d'exploitation, de prévenir la propagation ou la dégradation d'un incident dans le but d'éviter une perturbation à grande échelle et l'état de panne généralisée, et de permettre la reconstitution rapide du réseau électrique à partir d'un état d'urgence ou de panne généralisée. Le Règlement (UE) 2019/941 du Parlement européen et du Conseil du 5 juin 2019 relatif à la prévention des risques dans le secteur de l'électricité établit des règles de coopération entre les états membres afin de prévenir, de préparer et de gérer les crises de l'électricité dans un esprit de solidarité et de transparence, en tenant pleinement compte des exigences d'un marché intérieur de l'électricité compétitif. Dans ce cadre, le Luxembourg a établi un plan national de préparations aux risques décrit en plus de détail au présent chapitre.

Situation actuelle

Comparée aux autres pays en Europe et ailleurs, la qualité de l’approvisionnement est très élevée au Luxembourg. En 2021, la durée moyenne des interruptions par point de raccordement était de 13,9 minutes par an⁴⁹. À titre de comparaison, l’illustration ci-dessous montre la durée moyenne des interruptions par point de connexion dans les pays européens de 2010 à 2018, on peut voir que le Luxembourg a continuellement atteint une qualité d’approvisionnement très élevée.

Figure 40 : Durée moyenne des interruptions par point de raccordement en Europe.⁵⁰



⁴⁹ ILR, Chiffres clés du marché de l’électricité : <https://assets.ilr.lu/energie/Documents/ILRLU-1685561960-998.pdf>

⁵⁰ 7th CEER-ECRB Benchmarking report on the quality of electricity and gas supply 2022: <https://www.ceer.eu/documents/104400/-/-/15277cb7-3ffe-8498-99bb-6f083e3ceecb>

Préparation aux risques

Un plan de préparation aux risques dans le secteur d'électricité a été établi une première fois en 2021. Différents scénarios de crise nationaux ont été identifiés comme particulièrement critiques en termes d'impact et de probabilité pour le Luxembourg, pouvant être regroupés dans les catégories suivantes :

- Cyber-attaques ou attaques physiques contre des ressources critiques du réseau
- Phénomènes météorologiques
- Accidents techniques graves (panne de télécommunications ou accidents nucléaires)

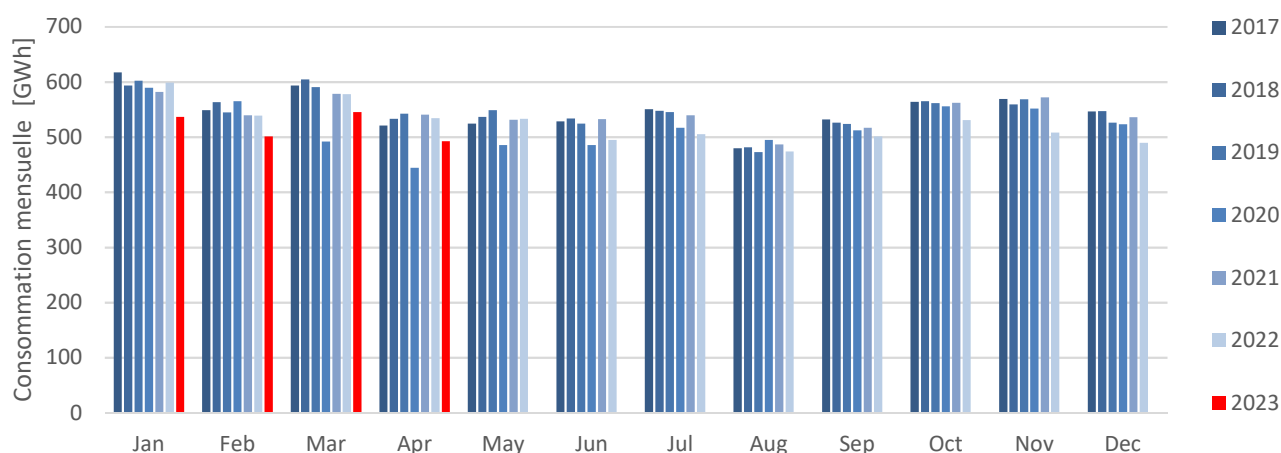
En raison de la crise énergétique, le plan a été mis à jour en décembre 2022⁵¹ pour introduire de nouvelles mesures au cas où le pays serait confronté à une pénurie d'approvisionnement. L'un des outils introduits est le « StroumMonitor », un moniteur d'électricité qui qualifie le niveau national de l'approvisionnement électrique au Luxembourg. Des signaux clairs provenant du gestionnaire du réseau Creos Luxembourg S.A. guident les consommateurs pour adopter les bons gestes et pour assurer un approvisionnement sûr de tous en électricité. Le StroumMonitor permet d'alerter la population en cas de pénurie en électricité. De plus, il indique aussi les heures de pointe de consommation quotidiennes.

Le plan de préparation aux risques comprend également un chapitre commun régional, qui a été établi dans le cadre du Forum pentalatérale de l'énergie. Le chapitre commun identifie des scénarios de risque communs et renforce la coopération des États membres. En outre, en 2022, un cadre commun de communication et un catalogue de mesures ont été élaborés et convenus pour améliorer encore la communication et la coopération entre les États membres. Avec la version actuelle du plan et les plans d'intervention d'urgence existants du gouvernement, le Luxembourg a atteint un niveau mature et élevé de préparation aux risques dans le secteur de l'électricité.

La crise énergétique a également donné lieu à l'adoption du Règlement (UE) 2022/1854 du Conseil du 6 octobre 2022 sur une intervention d'urgence pour faire face aux prix élevés de l'énergie. Le règlement prescrit entre autres une réduction obligatoire de 5 % de la consommation d'électricité pendant les heures de pointe à partir du 1er décembre 2022 jusqu'au 31 mars 2023. Le StroumMonitor est un des outils qui permettaient d'adresser le besoin de réduire la consommation d'électricité, avec le résultat montré ci-dessous :

⁵¹ Luxembourg risk preparedness plan for the electricity sector: <https://gouvernement.lu/dam-assets/documents/actualites/2022/12-decembre/09-securite-approvisionnement-electricite/riskpreparednessplan-lu-update20221207.pdf>

Figure 41 : Consommation d'électricité mensuelle de 2017 à début 2023.



En outre, ledit règlement a introduit aussi une mesure visant à introduire un plafonnement des recettes issues du marché que certains producteurs tirent de la production d'électricité et à les redistribuer de manière ciblée aux clients finals d'électricité. Le projet de loi respectif est actuellement dans la procédure législative.

Évaluation de la sécurité d'approvisionnement future

À long terme, le Luxembourg est moins dépendant des importations d'électricité qu'auparavant, mais une certaine dépendance demeure. Par conséquent, la sécurité d'approvisionnement du Luxembourg dépend de la sécurité d'approvisionnement du reste de l'Europe. L'ERA (European Resource Adequacy Assessment) est par la législation européenne l'analyse de référence pour la sécurité d'approvisionnement. Étant donné que la sécurité d'approvisionnement du Luxembourg dépend notamment des capacités de production disponibles des pays voisins, l'analyse européenne est particulièrement pertinente pour tirer des conclusions par rapport à la sécurité d'approvisionnement du Luxembourg. Celle-ci tient également compte de variables telles que les centrales de production renouvelables disponibles, les pannes imprévues de l'équipement ou des lignes, ou encore les fluctuations de la demande en fonction de la température. Selon la dernière édition de l'analyse publiée fin 2022, les risques pour le Luxembourg ne sont pas à exclure à 100%, mais très faibles. Cette situation est notamment liée au fait que l'Allemagne prévoit des mesures à moyen et long terme afin de garantir la sécurité d'approvisionnement en développant les énergies renouvelables et, le cas échéant, les capacités de réserve.

En complément du rapport cité, l'agence fédérale des réseaux de l'Allemagne a rendu public début 2023 son rapport sur l'évolution de la sécurité d'approvisionnement du secteur de l'électricité pour le marché commun Luxembourg-Allemagne jusqu'en 2031⁵². Ce rapport montre que, dans les scénarios retenus, la sécurité de l'approvisionnement en électricité peut être garantie entre 2025 et 2031. Le rapport analyse différentes scénarios, dont une sortie anticipée du charbon d'ici 2030. En outre, les scénarios ont pris en compte, entre autres, la guerre en Ukraine et la hausse des prix du gaz qui en résulte. Pour que la sécurité d'approvisionnement en électricité soit garantie, une série d'évolutions doivent être réalisées du côté de la

⁵² BNetzA, Versorgungssicherheit Strom, Stand und Entwicklung der Versorgungssicherheit im Bereich der Versorgung mit Elektrizität (2023): https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/V/versorgungssicherheitsbericht-strom.pdf?__blob=publicationFile&v=4

production et du réseau et les efforts correspondants doivent être poursuivis. En particulier, un déploiement accéléré des énergies renouvelables est nécessaire.

La sécurité d'approvisionnement des consommateurs s'applique aussi bien à des capacités de production suffisantes qu'à des capacités de réseau suffisantes. Les résultats du côté du marché montrent pour le marché commun Allemagne-Luxembourg jusqu'aux années 2030 ou 2031 que la demande peut être couverte à tout moment pendant toutes les heures de l'année. Les analyses côté réseau montrent qu'en respectant les dates cibles actuelles de l'extension du réseau et en exploitant les potentiels disponibles pour la gestion des congestions, il est possible de garantir une exploitation du réseau sans congestion.

Outre l'état actuel de la sécurité d'approvisionnement, le rapport sur la sécurité d'approvisionnement dans le secteur de l'électricité susmentionné fournit également une analyse détaillée de l'état du réseau électrique et des évolutions nécessaires pour assurer la sécurité d'approvisionnement dans les années à venir. Le projet 380, qui implique la construction d'une interconnexion de 380 kV avec l'Allemagne pour couvrir la future demande d'électricité du pays, est particulièrement important. Dans l'ensemble, le rapport conclut également que la sécurité de la sécurité au Luxembourg restera à un niveau très élevé étant donné que les mesures et plans nécessaires sont mis en œuvre. Compte tenu de la dépendance persistante du Luxembourg vis-à-vis des importations d'électricité, un marché intérieur bien intégré est essentiel pour que le Luxembourg soutienne sa sécurité d'approvisionnement et la poursuite du développement des énergies renouvelables dans le marché commun Allemagne-Luxembourg est vitale pour maintenir la sécurité d'approvisionnement.

4.4.3.2 Secteur Gaz

Cadre légal

En matière de sécurité d'approvisionnement en gaz, l'article 16 de la loi portant organisation du marché du gaz, entrée en vigueur en août 2007, confie au Ministère de l'Énergie et de l'Aménagement du territoire (MEA) du Grand-Duché de Luxembourg la mission d'établir un rapport tous les deux ans sur la sécurité et la qualité de l'approvisionnement en gaz naturel. Selon les dispositions de l'article 16 de la loi sur le marché du gaz, la sécurité d'approvisionnement doit être comprise comme un terme global qui reflète la vision globale de l'approvisionnement des clients. La sécurité d'approvisionnement au Luxembourg est traitée en tenant compte de toutes les étapes de la chaîne de valeur, de la production et l'importation au négoce, transport et stockage, vente et distribution de gaz.

Au niveau européen il existe également différents cadres légaux pour la sécurité d'approvisionnement en gaz. Le cadre a été défini notamment par le règlement (UE) 2017/1938 du Parlement européen et du Conseil relatif à des mesures visant à assurer la sécurité de l'approvisionnement en gaz et à abroger le règlement (UE) 994/2010, mais a été significativement élargi dans le contexte de la crise énergétique de 2022, tel que décrit en plus de détail ci-après.

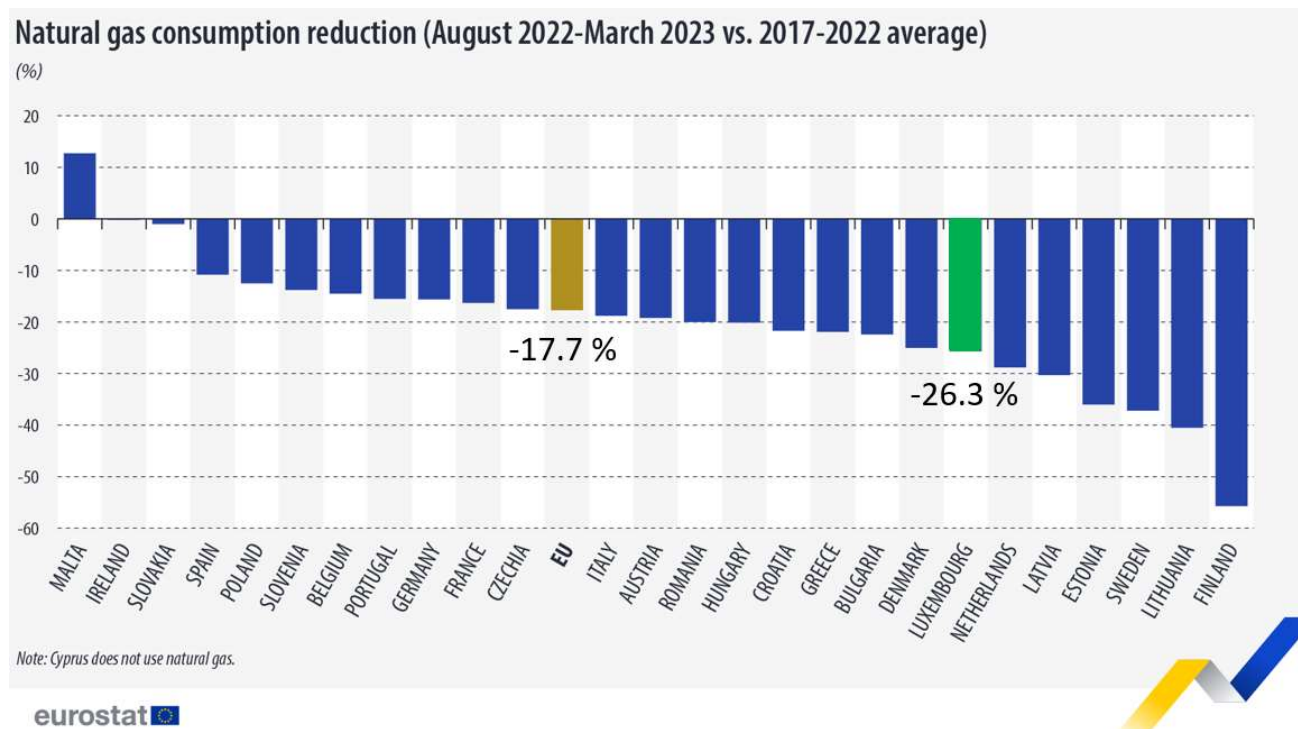
Situation actuelle

Étant donné que la crise énergétique a entraîné des prix extrêmement élevés et fait craindre des pénuries de gaz, un certain nombre de mesures européennes et nationales visant à réduire la dépendance au gaz russe et à prévenir une éventuelle pénurie de gaz sont récemment entrées en vigueur. Pour aider à identifier les mesures appropriées, ENTSO-G a réalisé des simulations sur la sécurité d'approvisionnement en Europe. Les simulations ont montré notamment l'importance des stockages de gaz en Europe. Les stockages de gaz sont particulièrement importants pendant les hivers pour couvrir la demande accrue en gaz. Pour éviter d'éventuelles pénuries durant l'hiver 2022-2023 et les hivers suivants, un niveau élevé de stockage de gaz était nécessaire avant le début de l'hiver. Le règlement (UE) 2022/1032 du Parlement Européen et du Conseil du 29

juin 2022, modifiant les règlements (UE) 2017/1938 et (CE) 715/2009 en ce qui concerne le stockage de gaz, a établi l'exigence selon laquelle les niveaux de stockage européens doivent être remplis à 80 % de leur maximum au 1er novembre pour 2022 et 90 % à partir de 2023. Comme le Luxembourg ne possède pas de stockage de gaz, il est tenu de contribuer à l'obligation de stocker du gaz dans d'autres États membres. Pour remplir ces obligations requises par le règlement, une disposition légale a été introduite pour les fournisseurs actifs au Luxembourg de conclure des arrangements prévoyant au 1er novembre de chaque année le stockage de gaz naturel dans des États membres de l'Union européenne disposant de stockages souterrains de gaz naturel à hauteur de 15 % de leurs fournitures moyennes sur les cinq dernières années à leurs clients situés au Luxembourg.

Un autre résultat important que les simulations de ENTSO-G ont montré, était qu'une réduction de la demande de gaz en Europe est nécessaire pour éviter d'éventuelles pénuries. En conséquence, le Conseil européen a introduit le Règlement (UE) 2022/1369 du 5 août 2022 relatif à des mesures coordonnées de réduction de la demande de gaz qui a comme objectif la réduction de la demande de gaz pour tous les États membres à l'échelon national de -15% pour la période allant du 1er août 2021 au 31 mars 2022 par rapport à la consommation moyenne au cours de la période allant du 1er août au 31 mars des 5 années précédentes (2017 à 2022). Afin d'atteindre cet objectif, le gouvernement luxembourgeois a lancé la campagne d'économie d'énergie⁵³ « Zesumme spueren – Zesummenhalen » qui vise à sensibiliser et inciter l'ensemble de la société à économiser de l'énergie. A la fin de 2022, la réduction cumulée de la consommation de gaz naturel depuis le 1er août correspondait à environ -29% par rapport à la période de référence des années 2017 à 2022. L'illustration ci-dessous montre les réductions de la demande réalisées jusqu'en janvier 2023 par les États membres.

Figure 42 : Réduction de la consommation de gaz naturel en Europe d'août 2022 à janvier 2023 (source : Eurostat)



Afin d'améliorer l'achat coordonné de gaz, le règlement (UE) 2022/2576 du Conseil du 19 décembre 2022 renforçant la solidarité grâce à une meilleure coordination des achats de gaz, à des prix de référence fiables

⁵³ Campagne d'économie d'énergie « Zesumme spueren – Zesummenhalen » : <https://zesumme-spueren.lu/>

et à des échanges transfrontières de gaz a été adopté. Le règlement améliore la transparence et l'échange d'informations concernant les achats de gaz prévus par les entreprises de gaz naturel ou les entreprises consommant du gaz établies dans l'Union ou les autorités des États membres qui ont l'intention de lancer un appel d'offres pour acheter du gaz ou d'ouvrir les négociations avec des producteurs ou des fournisseurs de gaz naturel de pays tiers en vue de l'achat de gaz. En plus, les États membres devraient exiger que des volumes équivalant à au moins 15 % de leur objectif de remplissage des installations de stockage pour l'année prochaine, soit environ 13,5 milliards de mètres cubes pour l'ensemble de l'Union, soient inclus par leurs entreprises dans le processus d'agrégation de la demande. Les États membres ne disposant pas d'installations de stockage souterrain sur leur territoire, comme le Luxembourg, devraient participer au processus d'agrégation de la demande avec des volumes équivalents à 15 % de leur obligation en matière de partage de la charge au titre de l'article 6 *quater* du règlement (UE) 2017/1938 du Parlement européen et du Conseil.

Encore une autre mesure visant à protéger les clients finals des prix élevés a été introduite par le règlement (UE) 2022/2578 du Conseil du 22 décembre 2022 établissant un mécanisme de correction du marché afin de protéger les citoyens de l'Union et l'économie contre des prix excessivement élevés. Le mécanisme de correction du marché sera automatiquement activé si les conditions suivantes se produisent. Le prix du « month ahead » sur le Title Transfer Facility (TTF) dépasse 180€/MWh pendant trois jours ouvrables et le prix TTF du « month ahead » est supérieur de 35 € à un prix de référence du GNL sur les marchés mondiaux pour les mêmes trois jours ouvrables. À partir du jour suivant la publication d'un avis de correction du marché, les opérateurs de marchés n'acceptent pas d'instruments dérivés TTF qui arrivent à expiration au cours de la période allant de la date d'expiration de l'instrument dérivé TTF à expiration la plus proche (front-month) à celle de l'instrument dérivé TTF à expiration la plus proche (front-year) et dont le prix est supérieur de 35 EUR au prix de référence publié par l'ACER le jour précédent (ci-après dénommée « limite d'offre dynamique »), et les participants au marché des instruments dérivés TTF ne peuvent soumettre des ordres pour ces instruments dérivés TTF. Si le prix de référence est inférieur à 145 EUR/MWh, la limite d'offre dynamique reste égale à la somme de 145 EUR et 35 EUR.

Grâce à la réaction rapide de l'Union européenne et à une forte coordination entre les États membres, la sécurité d'approvisionnement a pu être maintenue tout au long de 2022, ce qui représente aussi une base solide pour les prochains hivers. Cependant, la situation devra être suivie de très près, avec la possibilité d'introduire d'autres mesures supplémentaires.

Préparation aux risques

En vertu du règlement (UE) 2017/1938 du Parlement européen et du Conseil relatif à des mesures visant à assurer la sécurité de l'approvisionnement en gaz et à abroger le règlement (UE) 994/2010, les États membres sont tenus de procéder à une évaluation complète des risques qui mettent en danger la sécurité de l'approvisionnement en gaz dans leur État membre, notamment en tenant compte de toutes les circonstances nationales et régionales en ce qui concerne la configuration du réseau, la charge flux, capacité et différents scénarios de consommation. Le même règlement prévoit également que les États membres disposent d'un « Plan d'action préventif⁵⁴ » et d'un « Plan d'Urgence » pour répondre à d'éventuelles crises dans le secteur du gaz.

⁵⁴ Plan d'action préventif relatif à la sécurité d'approvisionnement en gaz naturel du Luxembourg (2020): <https://mea.gouvernement.lu/dam-assets/energie/gaz/GAZ-Plan-d-action-preventif-gaz-naturel-version-2020.pdf>

Notamment, le plan d'urgence⁵⁵ a été mise à jour en 2022 en particulier avec le contexte de la guerre en Ukraine et le changement d'approvisionnement en gaz en Europe qui en a résulté. La mise à jour contient une définition précise des clients protégés et des niveaux de priorités assignés à 4 catégories de clients dans le cadre des différentes mesures à adopter en fonction de la situation. Les clients protégés sont tous les clients résidentiels, les services essentiels (services de soins de santé; services d'aide sociale essentiels; services d'urgence et de sécurité) ainsi que les installations de chauffage urbain, dans la mesure où elles fournissent du chauffage à des clients protégés, et uniquement pour les volumes nécessaires pour le chauffage de ces clients protégés. Toute mesure est à prendre afin d'éviter le délestage des clients protégés, ils sont néanmoins sollicités à contribuer à la réduction de la consommation. Le plan d'urgence relatif à la sécurité d'approvisionnement en gaz naturel du Luxembourg définit trois niveaux nationaux de crise ainsi que les mesures à prendre pour éliminer ou atténuer l'impact des ruptures de l'approvisionnement en gaz.

Évaluation de la sécurité d'approvisionnement future

Étant donné que tous les besoins en gaz du Luxembourg sont importés, le marché intérieur européen et la stabilité géopolitique en Europe sont de la plus haute importance pour le Luxembourg. Comme décrit dans les sections précédentes, la majeure partie du gaz est importée de la Belgique, avec laquelle le Luxembourg partage un marché commun. Un approvisionnement diversifié en gaz entrant dans la zone de marché commun Belgique-Luxembourg est essentiel pour permettre une chaîne d'approvisionnement résiliente et fiable. Comme un important flux de gaz de la Russie vers l'Europe a été interrompu, une dépendance beaucoup plus importante au GNL est attendue sur le marché du gaz en Europe. Étant donné que l'Europe s'approvisionnera en gaz sur le marché mondial du GNL, elle est davantage exposée à la volatilité des prix mondiaux du GNL. De plus, comme d'autres pays comme la Chine sont très actifs sur le marché du GNL et ont déjà établi des contrats à long terme avec de nombreux fournisseurs, les volumes de GNL disponibles sont relativement faible. Le GNL résultant disponible sur le marché est donc fortement dépendant des prévisions de production industrielle de la Chine.

Comme décrit dans les sections précédentes, les stockages de gaz joueront un rôle important dans le maintien de la sécurité d'approvisionnement, en particulier pendant les hivers. Un remplissage coordonné des stockages de gaz en Europe par tous les États membres sera nécessaire pour garantir qu'un niveau de remplissage de 90 % soit atteint au 1er novembre avant chaque hiver, comme l'exige le règlement (UE) 2022/1032.

Une méthode efficace dont dispose le Luxembourg pour réduire sa dépendance vis-à-vis des importations de gaz consiste à accroître l'efficacité énergétique et à encourager le passage du gaz à l'électricité dans tous les secteurs de la société. Dans tous les scénarios concernant la consommation de gaz au Luxembourg, l'objectif est de réduire la consommation et donc de réduire la dépendance aux importations de gaz. En particulier avec les nouvelles politiques et mesures, une transition rapide du gaz vers d'autres sources d'énergie est attendue.

⁵⁵ Plan d'urgence relatif à la sécurité d'approvisionnement en gaz naturel du Luxembourg (2022) : <https://gouvernement.lu/dam-assets/documents/actualites/2022/10-octobre/19-turmes-plan-urgence/lu-plan-urgence-gaz-naturel-version-20221019-final.pdf>

4.5 Dimension "marché intérieur de l'énergie"

4.5.1 Interconnexion électrique

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 2 300 MW
- Le réseau industriel Sotel est relié au réseau de transport belge d'Elia via une ligne double de 220 kV et au réseau électrique haute tension français par une ligne de couplage. La capacité d'interconnexion totale du réseau industriel est de 850 MW.

Fin 2017, la mise en service du transformateur-déphaseur de Schiffflange 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 Schiffflange, 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.

Afin de renforcer l'interconnexion avec le réseau de transport allemand géré par Amprion, Creos prévoit la construction d'une nouvelle ligne à très haute tension de 380 kV de Bertrange à Aach (Allemagne) en passant par Bofferdange ainsi qu'un poste de transformation 380/220/110-65-kV aux alentours de Bofferdange/Altlinster, qui remplacerait la ligne 220kV existante à ce niveau.

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.

Tableau XX : Niveau d'interconnexion du Luxembourg

	2020	2022	2030	2040
Capacité interconnecteurs en N-0 - Total Luxembourg [MW]	3150	3150	6650	7050
Charge de pointe - Total Luxembourg (MW)	1123	1128	1600	2050
Capacité de production d'électricité en total [MW]	487	677	1866	3226
Capacité de production d'électricité EnR [MW]	402	580	1823	3226
Niveau d'interconnexion des charges [%]	280%	279%	416%	344%
Niveau d'interconnexion de la production totale [%]	647%	465%	356%	232%
Niveau d'interconnexion de la production EnR [%]	784%	543%	364%	232%

Source : Creos

4.5.2 Infrastructures 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 la Figure 43. Le réseau de transport s'étend sur environ 280 km de conduites à haute pression et un total de 58 stations de distribution (stations de réglage de pression) et 4 postes frontière 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.

Figure 43 : Représentation cartographique de la situation d'approvisionnement au Luxembourg



Source : Creos

Le

Tableau 56 illustre les développements en matière de capacité technique 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 88 000 Nm³/h.

Par conséquent, la capacité de transport sûre et non interruptible (n-1) est actuellement de 268 000 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 56 : Capacités techniques existantes et futures des points d'interconnexion

	2021	2030	2040
Esch/Alzette (FR)	20.000	20.000	20.000
Remich (DE)	150.000	150.000	150.000
Bras (BE)	110.000	110.000	110.000
Pétange (BE)	70.000	70.000	70.000
Somme	350.000	350.000	350.000

Source : Creos

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

Le marché luxembourgeois de l'électricité compte actuellement 19 fournisseurs agréés, dont 12 étaient actifs sur le marché en 2021. Pour le marché du gaz, le nombre de fournisseurs agréés est de 12, dont 7 actifs.

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

Tableau 57 Évolution du prix de l'électricité et du gaz pour les clients finals.

	2017- S2	2018- S1	2018- S2	2019- S1	2019- S2	2020- S1	2020- S2	2021- S1	2021- S2	2022- S1	2022- S2
Prix moyen de gaz naturel pour le client résidentiel [€/kWh]	0.0398	0.0411	0.0429	0.0448	0.0414	0.0412	0.0366	0.0438	0.0639	0.0856	0.0891
Prix moyen de gaz naturel pour le client non résidentiel [€/kWh]	0.0338	0.0345	0.0359	0.0361	0.0307	0.0328	0.0308	0.0347	0.0492	0.0847	0.1225
Prix moyen d'électricité pour le client résidentiel [€/kWh]	0.1618	0.1671	0.1691	0.1798	0.1799	0.1986	0.1985	0.1988	0.1989	0.2017	0.2017
Prix moyen d'électricité pour le client non résidentiel [€/kWh]	0.0873	0.0905	0.0914	0.0975	0.0983	0.1009	0.1020	0.1037	0.1058	0.1404	0.1638

Source : Eurostat

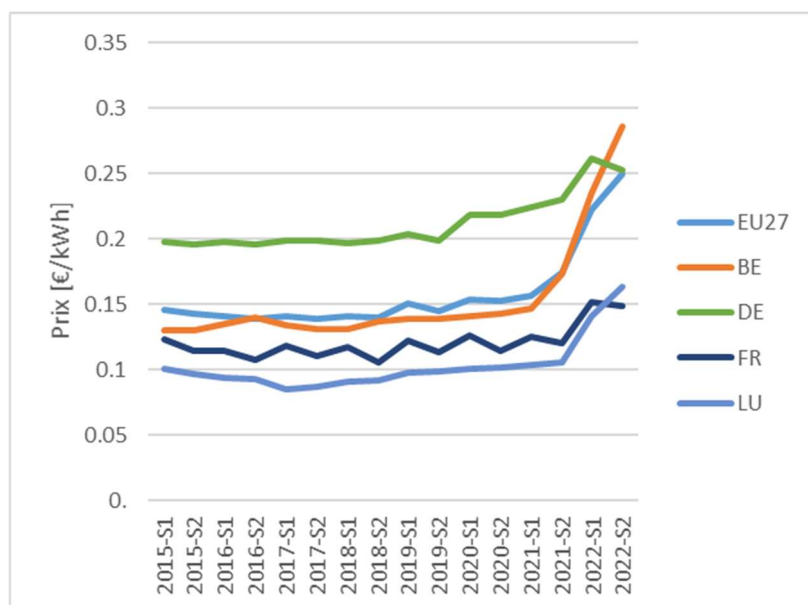
Remarques:

1. Client résidentiel gaz naturel : Band D2 : 20 GJ < consommation annuelle < 200 GJ

2. Client non-résidentiel gaz naturel : Band I3 : 10 000 GJ < consommation annuelle < 100 000 GJ
3. Client résidentiel électricité : Band DC : 2 500 kWh < consommation annuelle < 5 000 kWh
4. Client non-résidentiel électricité : Band IC : 500 MWh < consommation annuelle < 2 000 MWh

En complément avec le tableau ci-dessus, le graphique suivant montre l'évolution du prix de l'électricité pour les clients non-résidentiels (Band IC : 500MWh < consommation annuelle < 2000MWh, toutes taxes et prélèvements compris) en comparaison avec les pays voisins à partir de 2015.

Figure 44 Prix de l'électricité pour les clients non-résidentiels (Band IC : 500MWh < consommation annuelle < 2000MWh, toutes taxes et prélèvements compris) en comparaison avec les pays voisins à partir de 2015



Source : Eurostat

4.6 Dimension "recherche, innovation et compétitivité"

Comme argumenté dans les chapitre 2.5 et 3.5, les activités RDI se situent à des niveaux différents de TRL ou encore en amont ou en aval de chaînes de valeur complexes, dont le Luxembourg ne couvre qu'une petite partie. Même si les mesures proposées permettront d'étoffer l'écosystème de la RDI au Luxembourg leurs impacts concrets sur la transition énergétique et l'action climat sont difficiles à quantifier, voire impossibles à modéliser. Le MESR travaille cependant sur des tableaux de bord et indicateurs pour mieux pouvoir identifier les financements, ressources, effectifs et résultats en lien avec les thématiques phares du PNEC.

5 Analyse d'impact des politiques et mesures planifiées

Dans le but de réaliser l'analyse d'impact des politiques et mesures sur une base analytique solide, la modélisation a été confiée à un groupe d'experts nationaux composé du STATEC, d'experts des différents ministères concernés, de l'Administration de l'Environnement et du Service d'Economie rurale. La démarche est plus amplement décrite à l'introduction du chapitre 4.

5.1 Incidences des politiques et mesures planifiées sur le système énergétique et les émissions et absorptions de GES, avec une comparaison avec les projections sur la base des politiques et mesures existantes

En plus du scénario WEM (« With Existing Measures ») basé sur les politiques et mesures existantes, ayant été adoptées jusqu'au 31 décembre 2021, et présenté au chapitre 4, l'analyse d'impact a dégagé le **scénario WAM (« With Additional Measures ») intégrant les politiques et mesures additionnelles (nouvelles et renforcées)**, telles que décrites au chapitre 3. Le présent chapitre présente l'évaluation des incidences des politiques et mesures planifiées (scénario WAM) sur les émissions et absorptions de GES (chapitre 5.1.1), la consommation d'énergie (chapitre 5.1.2) et les énergies renouvelables (chapitre 5.1.3). A chaque fois les effets du scénario WAM sont comparés au scénario WEM.

5.1.1 Emissions et absorptions de GES

Les résultats des projections des émissions et absorptions de GES sur la base des politiques et mesures planifiées (scénario WAM) sont compilés dans le Tableau 58 et le Tableau 59 pour chacun des 5 secteurs de la loi relative au climat (**émissions ESR / loi climat** : émissions attribuées au Luxembourg au titre du règlement (UE) 2018/842 sur le partage de l'effort), pour les installations tombant sous le champ d'application de la directive ETS (**émissions ETS**) ainsi que pour le secteur **LULUCF**.

Tableau 58 : Projections des émissions et absorptions de GES jusqu'en 2030 sur la base des politiques et mesures additionnelles (nouvelles et renforcées) (**scénario WAM**)

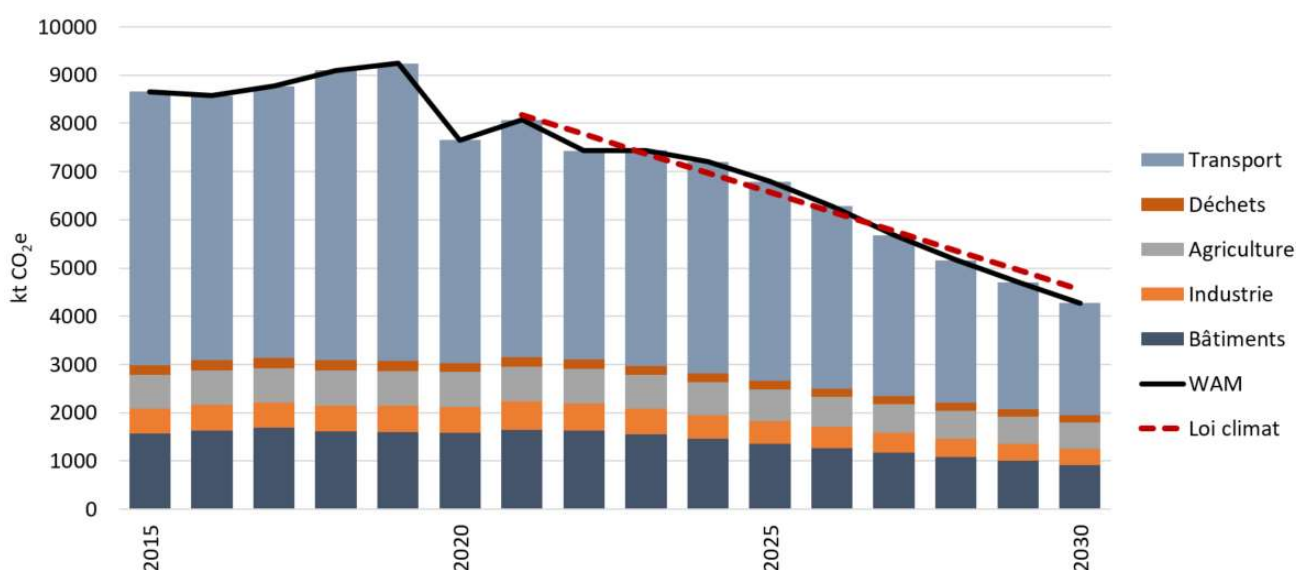
[Milliers de tonnes CO ₂ eq (AR5)]	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Industries de l'énergie et manufacturières, construction	594	563	534	499	471	440	410	381	356	330
Transports	4919	4331	4461	4384	4128	3781	3336	2955	2631	2326
Bâtiments résidentiels et tertiaires	1647	1633	1554	1459	1360	1260	1169	1085	1002	915
Agriculture et sylviculture	720	715	707	682	658	630	604	583	563	545
Traitement des déchets et des eaux usées	192	187	182	178	174	170	166	161	157	157
EMISSIONS ESR / loi climat	8073	7430	7437	7203	6790	6281	5684	5165	4709	4273
EMISSIONS ETS	1317	1307	1264	1296	1304	1307	1296	1273	1255	1227
EMISSIONS TOTALES – ESR / loi climat & ETS	9391	8737	8701	8499	8094	7588	6981	6438	5964	5500
LULUCF	-608	-387	-435	-426	-431	-439	-432	-442	-436	-430

* Les émissions de l'année 2021 sont des données observées, figurant au dernier inventaire des émissions de gaz à effet de serre. Les projections commencent à partir de l'année 2022.

Source : Statec, AEV & SER (2023)

En comparant les émissions ESR / loi climat projetées du scénario WAM aux allocations d'émissions annuelles à l'horizon 2030 (selon le règlement grand-ducal du 22 juin 2022 déterminant les allocations d'émissions de gaz à effet de serre annuelles pour la période allant jusqu'au 31 décembre 2030), on constate que les émissions projetées de l'année 2030 sont environ 6% inférieures à l'allocation d'émissions pour cette même année. Par rapport à l'année de référence 2005, les émissions en 2030 seraient diminuées de presque 58%, alors que l'objectif climatique national consiste à réduire les émissions de 55% d'ici 2030 par rapport à 2005. **L'objectif national de réduction des émissions serait donc respecté en 2030**, grâce aux politiques et mesures additionnelles (nouvelles et renforcées), tandis que dans le scénario WEM les émissions ne seraient réduites que de 35% (voir Figure 45 et Figure 46).

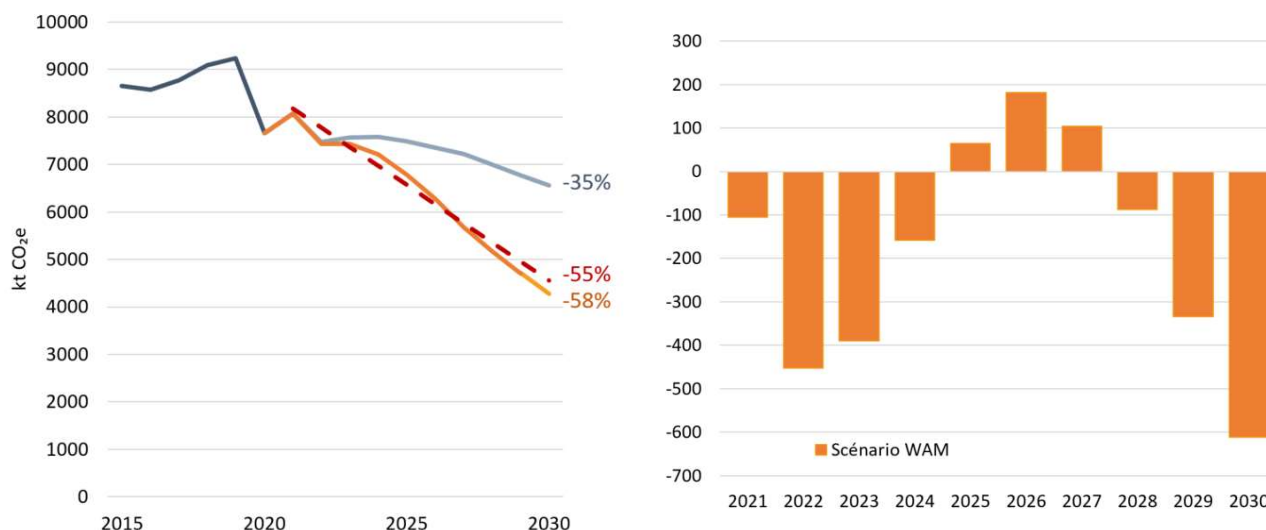
Figure 45 : Projection WAM des émissions ESR / loi climat en comparaison à la trajectoire des allocations d'émissions annuelles à l'horizon 2030 (loi climat) avec émissions historiques de 2015 à 2021



Source : Statec, AEV & SER (2023) ; Inventaire des émissions de GES (soumission de mars 2023) ; Règlement grand-ducal du 22 juin 2022 déterminant les allocations d'émissions de gaz à effet de serre annuelles pour la période allant jusqu'au 31 décembre 2030 (Loi relative au climat)

Même si l'objectif annuel en 2030 est respecté (tout comme l'objectif de l'année 2021 (voir 4.2.1.1 et Figure 1)), on observe cependant que les émissions ESR / loi climat projetées du scénario WAM dépassent légèrement les allocations d'émissions annuelles de 2023 à 2026. Or, sur toute la période de 2021 à 2030, le scénario WAM cumule un bonus d'environ 600 kt CO_{2eq} par rapport à la trajectoire des allocations d'émissions annuelles (voir Figure 46). Ainsi, **l'objectif climatique national serait bien respecté sur la période de 2021 à 2030**.

Figure 46 : Projection WAM (en orange) et projection WEM (en gris) des émissions ESR / loi climat en comparaison à la trajectoire (en rouge) des allocations d'émissions annuelles à l'horizon 2030 (loi climat) avec émissions historiques de 2015 à 2021 & Balance cumulée des émissions dans le scénario WAM par rapport aux allocations d'émissions annuelles à l'horizon 2030



Source : Statec, AEV & SER (2023) ; Inventaire des émissions de GES (soumission de mars 2023) ; Règlement grand-ducal du 22 juin 2022 déterminant les allocations d'émissions de gaz à effet de serre annuelles pour la période allant jusqu'au 31 décembre 2030 (Loi relative au climat)

Finalement, en ce qui concerne le secteur LULUCF, l'objectif renforcé pour 2030 consiste à réaliser une absorption nette totale de -403 kt CO_{2eq} (voir 2.1.1). D'après les résultats du scénario WAM (voir Tableau 58), **l'objectif LULUCF serait également atteint en 2030.**

En conclusion, les politiques et mesures additionnelles (nouvelles et renforcées) de la mise à jour du PNEC (scénario WAM) permettraient d'atteindre les objectifs climatiques nationaux à l'horizon 2030 de la loi relative au climat.

Les résultats des projections des émissions et absorptions de GES sur base des politiques et mesures planifiées (scénario WAM) à l'horizon 2050 sont compilés dans le Tableau 59 et discutés au chapitre 5.4.

Tableau 59 : Projections des émissions et absorptions de GES jusqu'en 2050 sur la base des politiques et mesures additionnelles (nouvelles et renforcées) (**scénario WAM**)

[Milliers de tonnes CO _{2eq} (AR5)]	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Industries de l'énergie et manufacturières, construction	471	330	256	182	127	109
Transports	4128	2326	1104	566	394	342
Bâtiments résidentiels et tertiaires	1360	915	538	236	98	1
Agriculture et sylviculture	658	545	528	511	496	484
Traitement des déchets et des eaux usées	174	157	156	154	155	158
EMISSIONS ESR / loi climat	6790	4273	2583	1649	1270	1093
EMISSIONS ETS	1304	1227	932	571	562	583
EMISSIONS TOTALES – ESR / loi climat & ETS	8094	5500	3514	2220	1832	1676
LULUCF	-431	-430	-256	-428	-493	-660
BILAN TOTAL – ESR / loi climat & ETS & LULUCF	7663	5070	3258	1792	1339	1016

Source : Statec, AEV & SER (2023)

5.1.2 Évolution de la consommation d'énergie au Luxembourg à l'horizon 2040 suivant le scénario WAM (With Additional Measures)

Le tableau 49 indique les consommations d'énergie finale du scénario WAM pour les années 2030 et 2040 ventilées par secteur. Les trajectoires correspondantes sont visualisées aux figures 47 à 60. Ces figures permettent de comparer le scénario WAM au scénario WEM présenté au chapitre 4 et de le situer par rapport aux objectifs du PNEC 2020. L'énergie finale considérée ici est l'énergie finale hors chaleur ambiante, aviation internationale incluse.

Tableau 60 : Consommations d'énergie finale des différents secteurs prévus par le scénario WAM pour les années 2030 et 2040

Secteur	Unité	2030	2040
Industrie manufacturière et construction (ETS + Non-ETS)	GWh	6'985	6'762
Transport	GWh	19'066	14'085
Ménages (y inclus des bâtiments résidentiels)	GWh	4'410	3'322
Commerce et services (y inclus des bâtiments tertiaires)	GWh	4'904	4'332
Agriculture	GWh	64	64
Total de la consommation d'énergie finale*	GWh	35'430	28'566

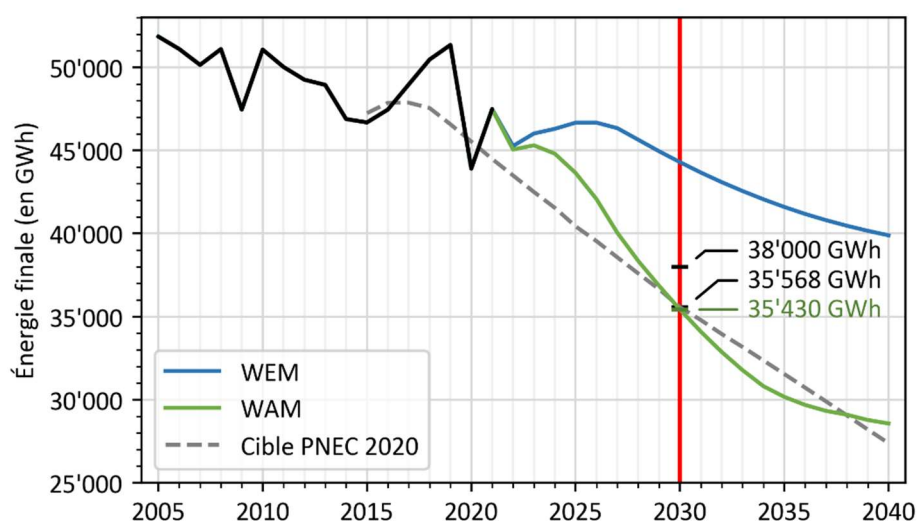
* hors chaleur ambiante, avec aviation internationale

Source : Modélisation STATEC 2023

TOTAL tous les secteurs

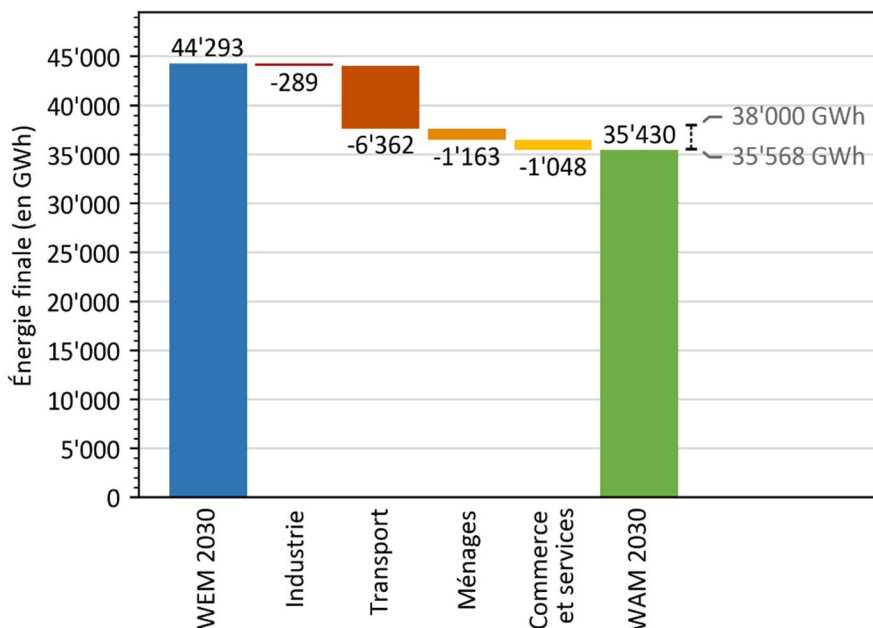
L'objectif d'efficacité énergétique global pour tous les secteurs, modélisé dans le scénario WAM est représenté dans la Figure 47. L'objectif ambitieux en consommation d'énergie finale de 35'430 GWh en 2030 correspond à une réduction de 44% par rapport au scénario REF2007 et se situe donc dans la fourchette d'amélioration de l'efficacité énergétique de -40 à -44% par rapport à la référence REF2007 définie comme objectif national dans le PNEC 2020.

Figure 47 : Évolution PNEC 2020 vs WEM vs WAM – TOTAL tous les secteurs



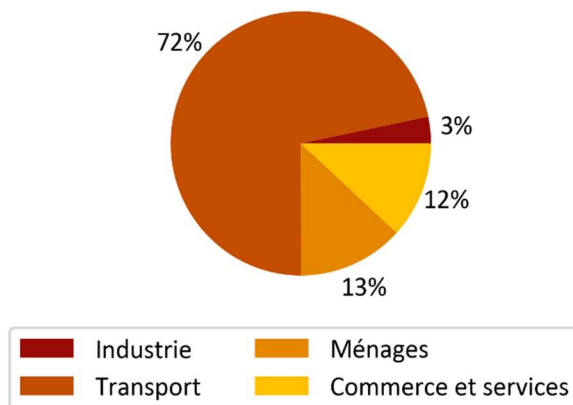
Source : Modélisation STATEC 2023, Graphiques MEA

Figure 48 : Comparaison entre les scénarios WEM et WAM – Consommation totale d’énergie finale en 2030



Source : Modélisation STATEC 2023, Graphiques MEA

Figure 49 : Contributions des différents secteurs à la différence d’énergie finale totale en 2030 entre les scénarios WAM et WEM



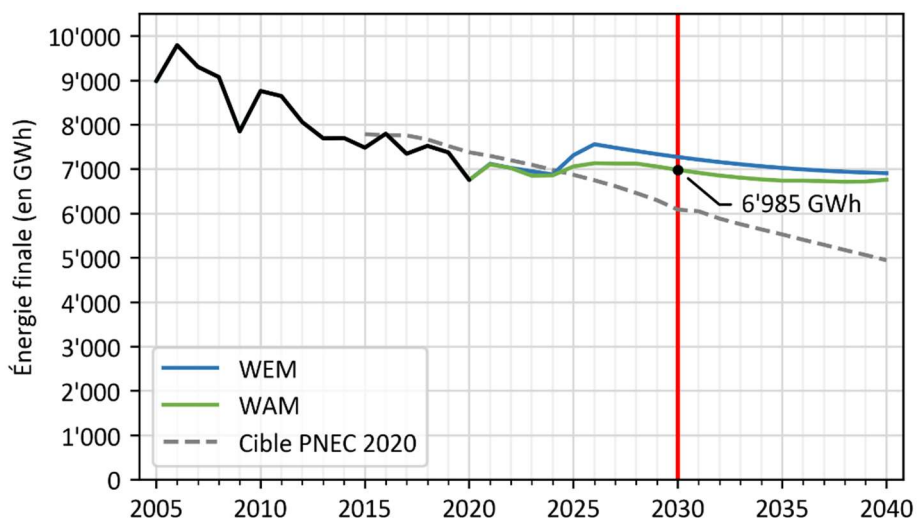
Source : Modélisation STATEC 2023, Graphiques MEA

Industrie manufacturière et construction

Sur base des projections d’évolution de la conjoncture, l’accroissement continu des activités du secteur des industries manufacturières et de la construction contrebalance en grande partie l’amélioration de l’efficacité énergétique dans ce secteur, ce qui explique la consommation d’énergie finale pratiquement constante entre 2020 et 2040, avec de légères fluctuations.

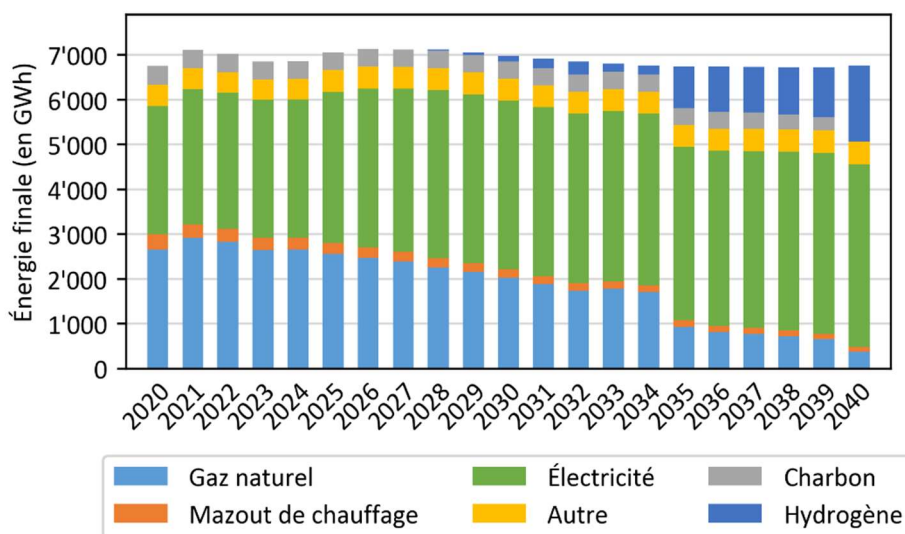
À préciser que l’accroissement des activités se fait surtout au niveau des entreprises non-ETS et qu’il n’y a pratiquement pas d’évolution au niveau des entreprises ETS.

Figure 50 : Évolution PNEC 2020 vs WEM vs WAM – Industrie manufacturière et construction



Source : Modélisation STATEC 2023, Graphiques MEA

Figure 51 : Évolution WAM suivant vecteur énergétique – Industries manufacturières et construction



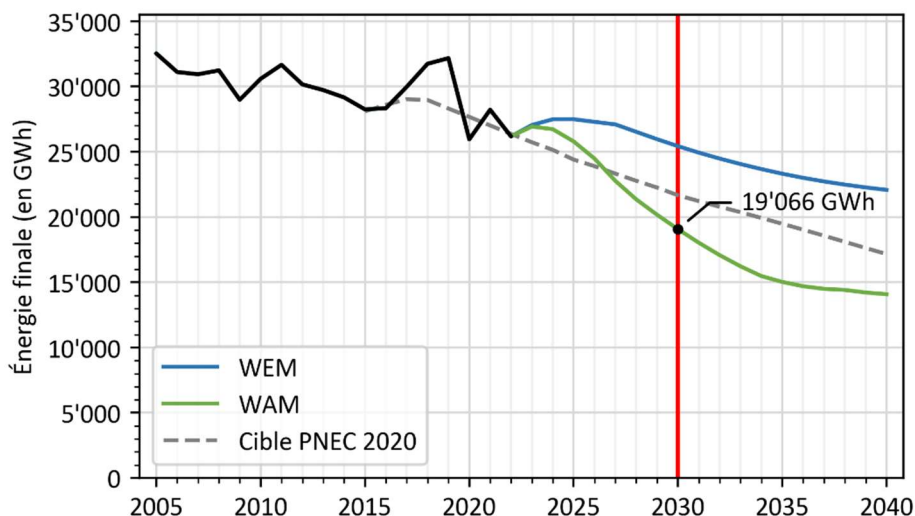
Source : Modélisation STATEC 2023, Graphiques MEA

Transports

La forte baisse de la consommation en énergie finale du secteur des transports est influencée en premier lieu par la modulation de la taxe CO₂ en fonction de l'évolution du différentiel de prix des carburants par rapport aux pays limitrophes (carburants transport routier).

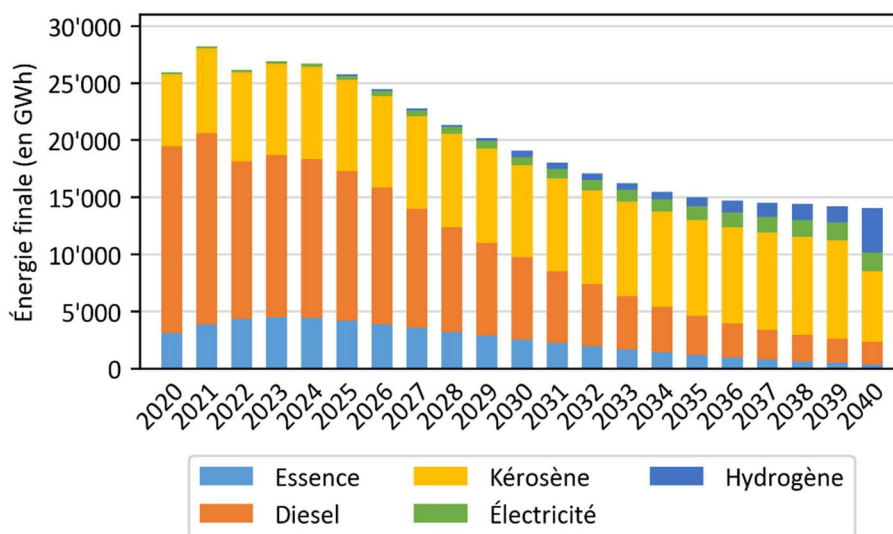
L'électrification du secteur des transports a une influence moyenne sur la consommation en énergie finale, mais par contre une influence importante sur la réduction des émissions de GES du secteur. La forte évolution du secteur de l'aviation (transport de passagers et fret) contrebalance une partie des améliorations au niveau de l'efficacité énergétique.

Figure 52 : Évolution PNEC 2020 vs WEM vs WAM – Transport



Source : Modélisation STATEC 2023, Graphiques MEA

Figure 53 : Évolution WAM suivant vecteur énergétique – Transport



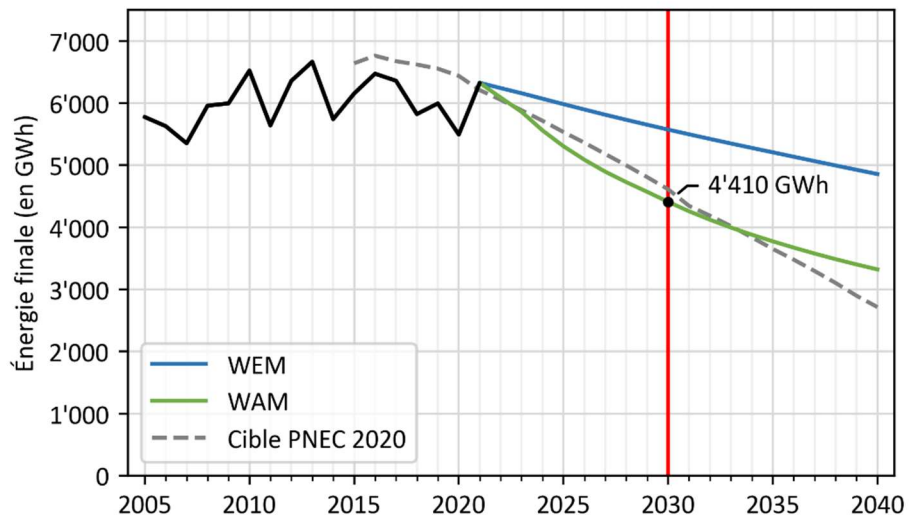
Source : Modélisation STATEC 2023, Graphiques MEA

Ménages (y inclus bâtiments résidentiels)

L'énergie consommée par les ménages est en grande partie liée directement à l'utilisation (chauffage) des bâtiments résidentiels.

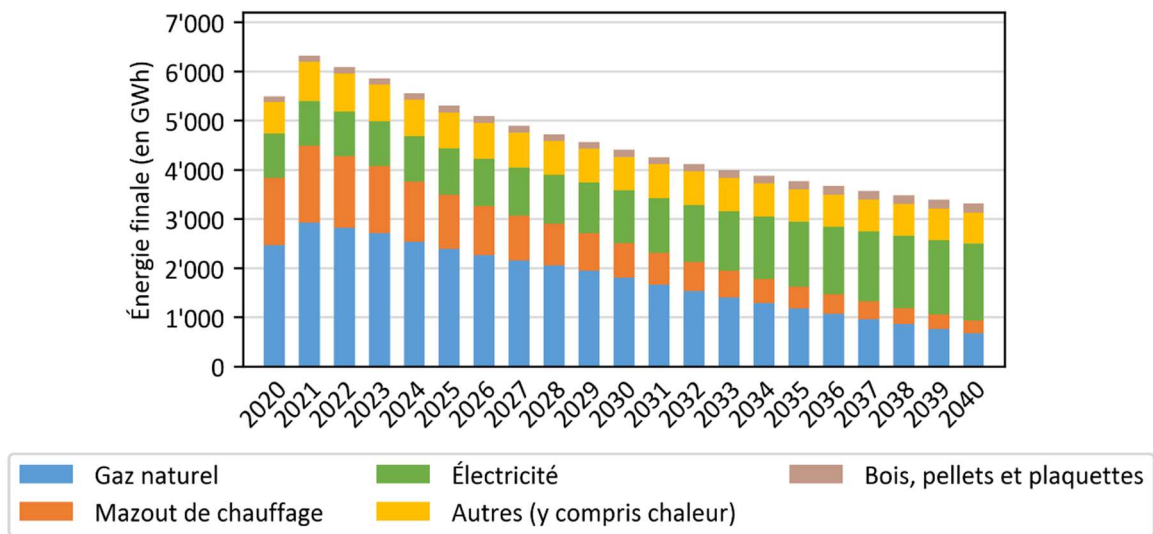
La décarbonation des bâtiments par l'électrification, c.-à-d. le remplacement de systèmes de chauffage fossiles par des systèmes à base d'énergie renouvelable et notamment par des pompes à chaleur a un effet direct sur les émissions de GES et un effet important sur la réduction de l'énergie finale consommée (vu que la chaleur ambiante exploitée par une pompe à chaleur n'est pas comptabilisée dans l'énergie finale (FEC without ambient heat)).

Figure 54 : Évolution PNEC 2020 vs WEM vs WAM – Ménages



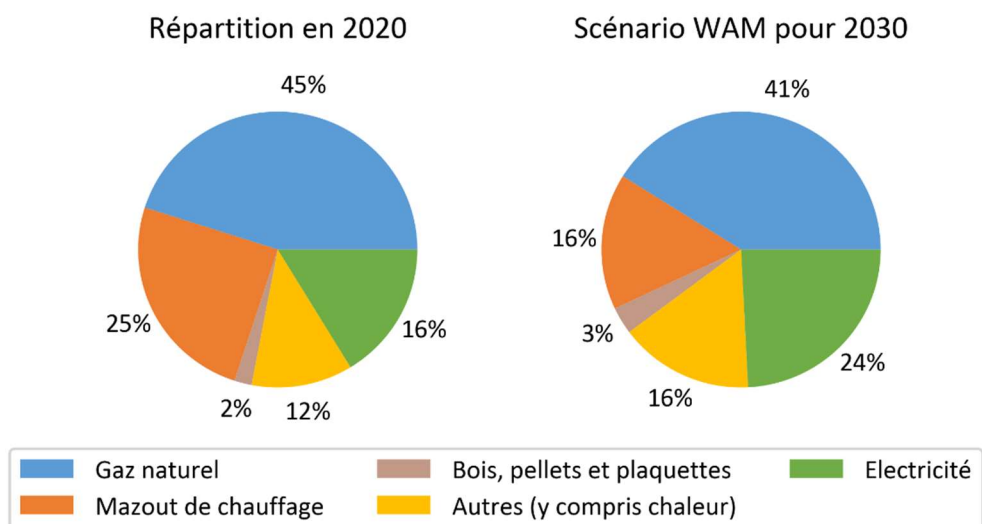
Source : Modélisation STATEC 2023, Graphiques MEA

Figure 55 : Évolution WAM suivant vecteur énergétique – Ménages



Source : Modélisation STATEC 2023, Graphiques MEA

Figure 56 : Répartition suivant vecteur énergétique – Ménages



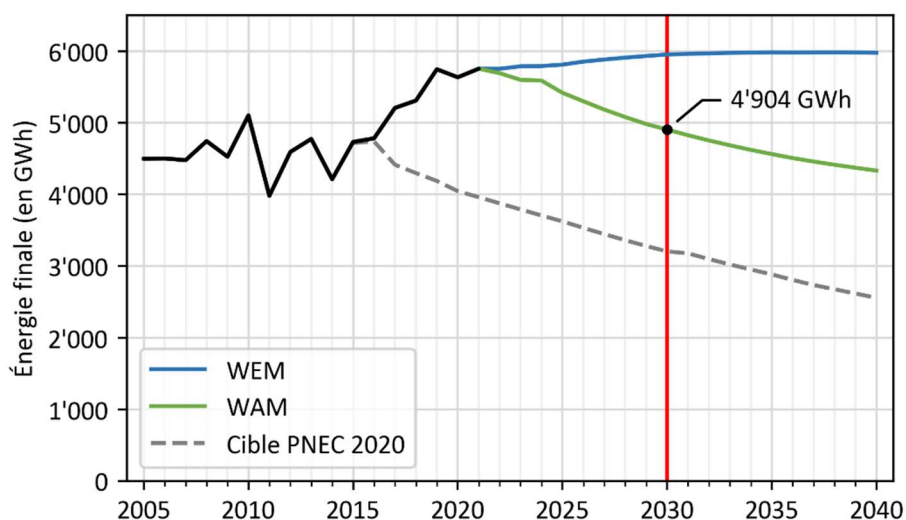
Source : Modélisation STATEC 2023, Graphiques MEA

Commerces et services (y inclus bâtiments tertiaires)

Ce secteur comprend les bâtiments tertiaires mais également toutes les activités de commerce et services (qui ne sont pas attribuées spécifiquement à un autre secteur).

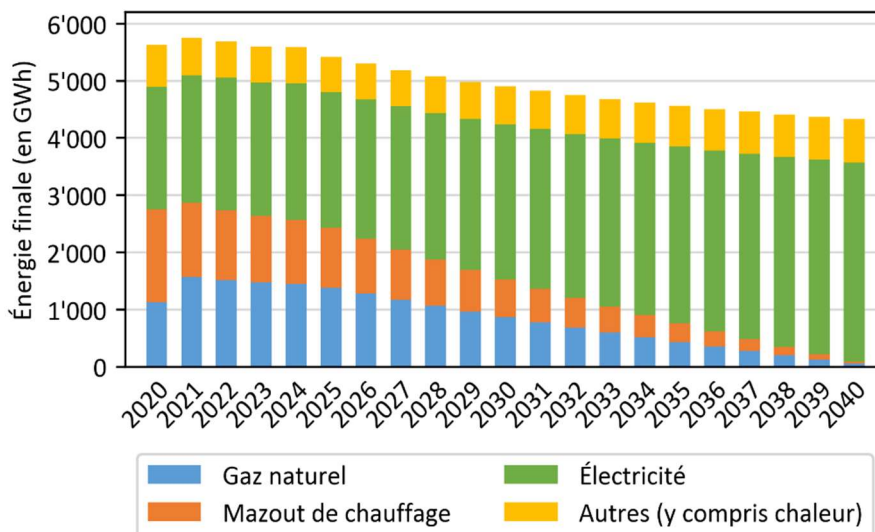
La décarbonation des bâtiments par l'électrification, c.-à-d. le remplacement de systèmes de chauffage fossiles par des systèmes à base d'énergie renouvelable et notamment par des pompes à chaleur a un effet direct sur les émissions de GES et un effet important sur la réduction de l'énergie finale consommée (vu que la chaleur ambiante exploitée par une pompe à chaleur n'est pas comptabilisée dans l'énergie finale (FEC without ambient heat)).

Figure 57 : Évolution PNEC 2020 vs WEM vs WAM – Commerces et services



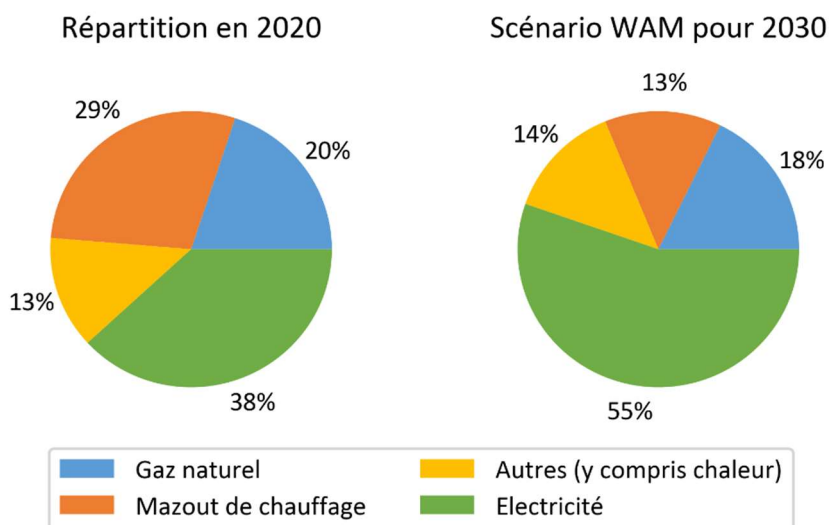
Source : Modélisation STATEC 2023, Graphiques MEA

Figure 58 : Évolution WAM suivant vecteur énergétique – Commerces et services



Source : Modélisation STATEC 2023, Graphiques MEA

Figure 59 : Répartition suivant vecteur énergétique – Commerces et services

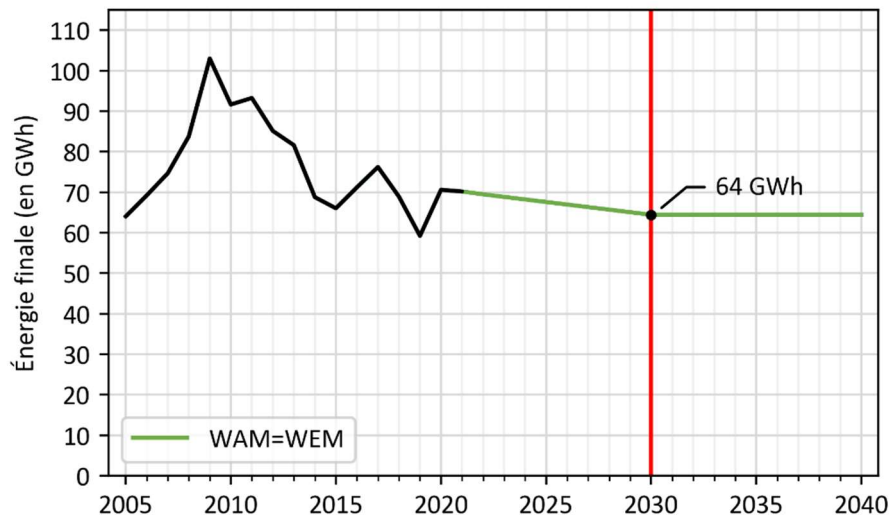


Source : Modélisation STATEC 2023, Graphiques MEA

Agriculture

Le secteur de l'agriculture a une consommation d'énergie finale nettement inférieure par rapport aux autres secteurs considérés ci-dessus. La Figure 60 montre l'évolution de sa consommation d'énergie finale jusqu'en 2040.

Figure 60 : Scénario WAM – Agriculture



Source : Modélisation STATEC 2023, Graphiques MEA

5.1.3 Energies renouvelables

Le PNEC 2020 a été adopté par le Gouvernement en conseil en sa séance du 20 mai 2020 et constitue la base de la politique climatique et énergétique du Luxembourg, une feuille de route déjà mise en pratique par l'adoption de lois et règlements, de stratégies et programmes et de projets dans les différents domaines.

Lors de la présentation du PNEC 2020 et de la consultation publique, la grande majorité des intéressés a salué le niveau d'ambition général du PNEC 2020. Dans les commentaires et propositions plus détaillés, les citoyens et groupements se sont principalement référés à des questions de mise en œuvre du PNEC 2020. Dans la mesure du possible, des adaptations ont par la suite été réalisées et le Conseil de gouvernement a retenu de tenir compte des commentaires et propositions lors de l'élaboration des règlements, programmes et projets dans les domaines spécifiques du PNEC entre 2020 et 2030.

Les énergies renouvelables contribuent aujourd'hui de manière substantielle à la décarbonation du secteur de l'énergie au Luxembourg et gagnent en importance à l'avenir pour accélérer la transition énergétique.

Le scénario cible du PNEC 2020 indiquait la trajectoire à suivre pour atteindre une part d'énergies renouvelables de 25% par rapport à la consommation d'énergie finale brute à l'horizon 2030. En plus d'un développement quasi exponentiel des énergies renouvelables, une nette augmentation de l'efficacité énergétique et, par conséquent, une réduction de la consommation, seront donc nécessaires.

La présente partie est consacrée aux mesures supplémentaires dites additionnelles visant à promouvoir davantage le développement des énergies renouvelables et à accroître leur contribution. Concrètement, l'attention se porte sur la production d'énergie et la part des énergies renouvelables qui en résulte selon le scénario cible du PNEC mise à jour (37% d'énergies renouvelables dans le mix énergétique pour 2030), donc avec les mesures additionnelles présentées au chapitre 3, par rapport au scénario de référence, avec les mesures existantes.

Evolution de la production d'énergie à partir de sources renouvelables suivant les différents secteurs à l'horizon 2040 selon le scénario WAM (With Additional Measures)

Dans le chapitre suivant, les évolutions de la production des énergies renouvelables dans les différents secteurs selon le scénario WAM à l'horizon 2040 sont présentées. Le scénario WAM a été modélisé par le STATEC à partir du modèle NEAM et en tenant compte des mesures proposées dans le chapitre 3. Dans le chapitre 2, certains détails et effets escomptés de la mise en place de ces politiques et mesure sont également décrits sous les chapitres relatifs aux évolutions des différentes sources d'énergies renouvelables.

Scénario WAM - Secteur de l'électricité renouvelable

Tableau 61: Évolution projetée des sources/technologies renouvelables dans le **secteur de l'électricité renouvelable d'ici 2040 - scénario WAM et comparaison au scénario WEM**

WAM scénario - GWh	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2040
Hydroélectrique	104	100	95	96	97	100	100	100	100	100	102
Eolien	315	330	430	511	699	800	867	903	962	1043	1368
Photovoltaïque	180	316	390	480	580	680	780	890	1000	1112	1574
Déchets renouvelables	43	43	44	45	46	47	48	49	49	50	60
Biogaz*	62	67	71	75	79	84	88	92	96	100	100
Biomasse solide**	285	285	290	540	554	568	582	596	610	624	734
Production EnR	989	1141	1321	1747	2055	2278	2465	2630	2817	3029	3937
Consommation -el	6954	6910	6972	7056	7351	7582	7753	7923	8013	8122	9613
Part EnR - Electricité - %	14,2%	16,5%	18,9%	24,8%	28,0%	30,0%	31,8%	33,2%	35,2%	37,3%	41,0%

Scénario WEM :

Part EnR - Electricité - %	14,2%	16,9%	17,4%	18,9%	21,5%	23,5%	24,5%	24,9%	25,5%	26,5%	30,0%
-----------------------------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

Source : Modélisation STATEC-MEA 2023

L'augmentation de la part d'électricité renouvelable est menée par le photovoltaïque et l'éolien, tout au long de la période de 2021 à 2040. Le scénario WAM est porté par les politiques et mesures visant entre autres à étendre les grandes installations photovoltaïques, promouvoir l'autoconsommation, le « *PV-ready* » pour les nouveaux bâtiments industriels et agricoles ou encore à soutenir l'éolien via l'accélération et la facilitation des procédures d'autorisation. Un aperçu général est exposé sous le chapitre 2 et l'ensemble des mesures peut être consulté sous le chapitre 3.

En comparaison au WEM, l'énergie hydroélectrique et les déchets renouvelables restent inchangés, étant donné que le potentiel à disposition est déjà exploité et que des installations supplémentaires de ces technologies ne sont pas prévues par des mesures.

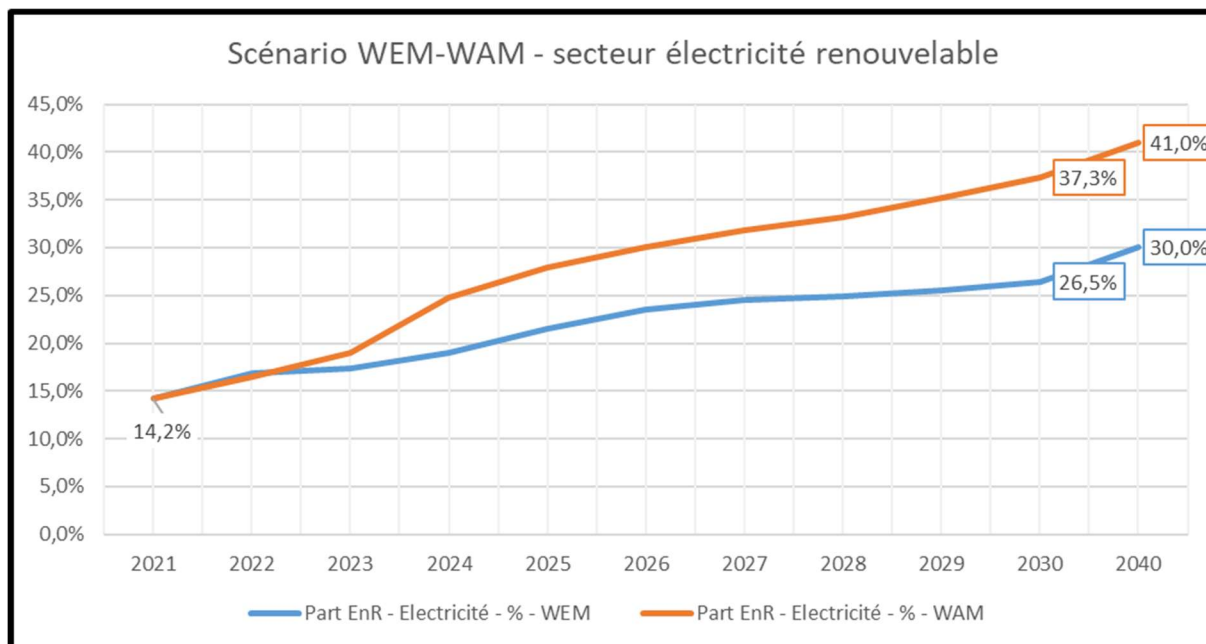
A l'horizon 2040, l'énergie éolienne augmente de 1.016 GWh à 1.368 GWh, le photovoltaïque de 838 GWh à 1.574 GWh, le biogaz de 65 à 100 GWh et la biomasse solide de 428 à 734 GWh par rapport au scénario WEM (Tableau 61). Ces différences soulignent qu'une grande partie des mesures est axée sur ces technologies et surtout sur l'énergie solaire.

Ainsi, pour 2030 la part des énergies renouvelables dans le secteur de l'électricité augmente de 26,5% (WEM) à 37,3% (WAM) et pour 2040, de 30% à 41% d'après les modélisations (

Figure 61).

Un élément non négligeable qui influence la part des énergies renouvelables dans le secteur de l'électricité est la consommation d'électricité qui augmente de l'ordre de 18,4% entre 2030 et 2040.

Figure 61: Scénario WEM-WAM : Évolution secteur de l'électricité renouvelable 2021-2030 et 2040



Source : Modélisation STATEC-MEA 2023, Graphique MEA

Scénario WAM - Secteur de la chaleur renouvelable

Tableau 62 : Évolution projetée des sources/technologies renouvelables du **secteur de la chaleur renouvelable d'ici 2040 - scénario WAM**

WAM scénario - GWh	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2040
Biogaz (centralisé) - biométhane	30	119	125	132	138	145	151	158	164	170	170
Biomasse solide (centralisée)	1203	1.300	1.310	2.050	2.068	2.103	2.139	2.177	2.217	2.259	1.697
Biomasse solide (décentralisée)	132	150	170	190	210	230	250	270	290	310	192
Déchets renouvelables (centralisés)	12	12	12	12	13	13	13	13	13	14	16
Panneaux solaires thermiques	31	35	40	45	50	55	60	65	70	75	100
Pompes à chaleur (PAC)	54	151	237	317	396	485	593	706	840	1.036	3.901
Hydrogène renouvelable (Industrie)	0	0	0	0	0	0	0	35	63	130	1.688
Consommation EnR	1463	1767	1894	2747	2875	3030	3206	3424	3658	3994	7764
Consommation -ch	13117	12750	12290	12021	11617	11191	10800	10454	10160	9915	9204
Part EnR - Chaleur - %	11,2%	13,9%	15,4%	22,8%	24,8%	27,1%	29,7%	32,8%	36,0%	40,3%	84,4%

Scénario WEM :

Part EnR - Chaleur - %	11,2%	12,2%	13,2%	14,2%	14,9%	15,6%	16,6%	17,6%	18,6%	19,6%	27,5%
-------------------------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

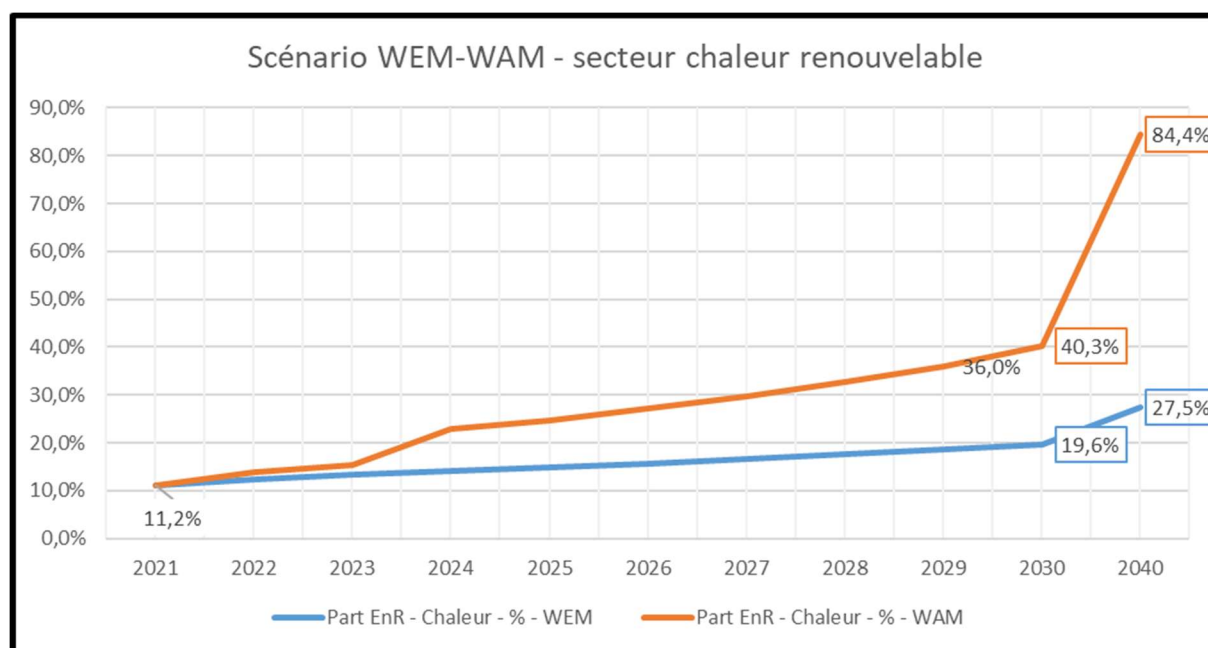
Source : Modélisation STATEC-MEA 2023

Par rapport au scénario WEM, le scénario WAM se distingue avant tout par son apport en chaleur grâce aux pompes à chaleur, qu'elles soient utilisées dans le secteur des bâtiments résidentiels ou tertiaires avec l'objectif de la décarbonation des bâtiments par l'électrification, combinée à une production d'électricité photovoltaïque (et par optimisation de l'autoconsommation de cette électricité) (Tableau 62). Pour 2030, la modélisation WEM est avec 643 GWh nettement inférieure en termes de chaleur produite à partir des pompes à chaleur, par rapport au scénario WAM (1.036 GWh). Entre 2030 et 2040, le déploiement des pompes à chaleur sera beaucoup plus prononcé avec les mesures proposées, aboutissant à 3.901 GWh produites (WAM) au lieu de 1.242 GWh (WEM).

Outre les pompes à chaleur, l'hydrogène renouvelable (prioritairement pour les procédés industriels) joue un rôle dans la décarbonation du secteur industriel, surtout à partir de 2030. A l'horizon 2035, et en concertation avec le développement d'un réseau dans la Grande Région, la mise en service d'une conduite transportant l'hydrogène renouvelable est prévue. Avec 1.688 GWh modélisés pour 2040, l'hydrogène renouvelable contribue de manière substantielle à décarboner le secteur de la chaleur (procédés industriels).

D'autre part, la production centralisée d'énergie à partir du biogaz respectivement l'utilisation de biométhane connaît une forte augmentation suite aux mesures additionnelles (WAM : 170 GWh ; WEM : 32 GWh). Les productions de chaleur à partir de la biomasse solide (centralisée et décentralisée) comme technologie transitoire tendent à diminuer suite au développement accéléré des pompes à chaleur. La production à partir des panneaux solaires thermiques est également sujet à de légères augmentations dans le scénario WAM par rapport au scénario WEM. La Figure 62 représente l'évolution de la part des énergies renouvelables dans le secteur de la chaleur entre dans les deux scénarios.

Figure 62: Scénario WEM-WAM - Évolution secteur de la chaleur renouvelable 2021-2030 et 2040



Source : Modélisation STATEC-MEA 2023, Graphique MEA

Scénario WAM - Secteur des transports

Tableau 63: Évolution projetée des sources/technologies renouvelables dans le secteur des transports d'ici 2040 - scénario WAM

WAM scénario - GWh	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2040
Taux d'incorporation biocarburants %	7,7%	8,0%	8,0%	8,4%	8,8%	9,0%	9,2%	9,4%	9,7%	10,0%	6,0%
Carburants fossiles	20631	18157	18701	18444	17443	16120	14445	13032	11822	10634	2369
Part biocarburants - transport routier	1589	1453	1496	1549	1535	1451	1329	1225	1147	1063	142
- Biocarburants simple comptage	1233	1126	1159	1217	1151	1096	1011	938	887	697	0
- Biocarburants double comptage	351	309	318	314	297	274	246	222	201	181	24
- Biocarburants avancés	5	18	19	18	87	81	72	65	59	186	118
Hydrogène renouvelable + SAF	0	0	2	10	177	179	182	205	229	524	4569
- transport routier	0	0	2	10	15	20	25	50	75	100	1000
- transport aérien	0	0	0	0	162	159	157	155	154	424	3569
Electricité Transport	173	186	213	250	299	355	416	482	552	624	1642
- EnR transport	4	5	10	18	28	51	74	101	129	158	842
- EnR rail	15	20	22	26	28	38	43	47	50	53	94
Consommation EnR*	1608	1478	1530	1603	1606	1560	1471	1423	1401	1374	2078
Consommation EnR**	1983	1831	1907	2000	2120	2118	2063	2067	2104	2326	9075
Consommation-Tr.	22768	20386	21099	21235	20275	18900	17019	15481	14165	12904	12150
Part EnR - Transports **	8,7%	9,0%	9,0%	9,4%	10,5%	11,2%	12,1%	13,4%	14,9%	18,0%	74,7%

* sans multiplicateurs

** avec multiplicateurs (article 27 Directive 2018/2001/CE)

Scénario WEM :

Part EnR - Transports ** - %	8,7%	9,0%	9,3%	9,6%	10,4%	10,7%	11,0%	11,4%	12,0%	13,5%	19,3%
-------------------------------------	-------------	-------------	-------------	-------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

Source : Modélisation STATEC-MEA 2023

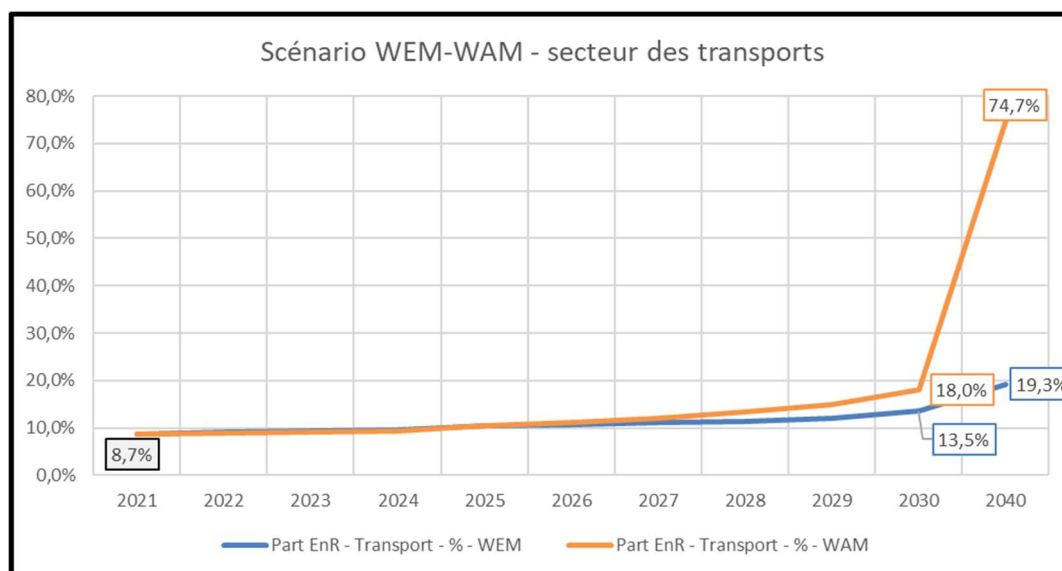
En comparaison avec le scénario WEM, la part des énergies renouvelables augmente fortement grâce aux mesures additionnelles, passant de 19,3% à 74,7% en 2040 ; ceci partiellement en raison d'une réduction de la consommation totale modélisée pour 2040 (WAM : 12.150 GWh ; WEM : 17.782 GWh) et surtout de la diminution importante de la consommation des carburants fossiles (Tableau 63). Dans le scénario WAM, les carburants fossiles passeront de 10.634 GWh à 2.369 GWh entre 2030 et 2040, soit une réduction de 77,7% - par contre pour le scénario WEM, la diminution ne sera que de 17,9 %.

Le secteur des transports connaît sa décarbonation avant tout grâce à l'électrification du parc automobile. Ainsi, la part du carburant fossile diminue de manière concomitante. Les mesures additionnelles mènent à une consommation supplémentaire de 418 GWh en énergie électrique en 2040.

Outre l'électrification, l'apport de l'hydrogène renouvelable ainsi que de ses dérivés renouvelables contribuent à la décarbonation du transport de marchandises, du secteur logistique et aérien avec une consommation totale de 4.569 GWh – part qui n'est pas considérée au scénario WEM.

L'électrification accrue dans ce scénario, le déploiement de l'hydrogène renouvelable et la baisse significative des carburants fossiles expliquent la différence importante en 2040 du scénario WAM par rapport au scénario WEM (Figure 63).

Figure 63: Scénario WEM-WAM : Graphique 7 - Évolution secteur des transports 2021-2030 et 2040



Source : Modélisation STATEC-MEA 2023, Graphique MEA

Scénario WAM - Trajectoire indicative et objectif global

Tableau 64 : Part globale des énergies renouvelables et coopération européenne d'ici 2040 - scénario WAM

WAM scénario - GWh	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2040
Production EnR nationale	4059	4386	4745	6097	6537	6868	7142	7478	7876	8397	13779
Coopération européenne	800	1200	1000	500	3000	2350	3350	2950	3350	3500	4000
- dont transferts statistiques	800	1200	1000	500	2850	2000	2700	2000	2000	1750	1500
- dont REFM	0	0	0	0	150	350	650	950	1350	1750	2500
Production EnR + coopération européenne	4859	5586	5745	6597	9537	9218	10492	10428	11226	11897	17779
Consommation d'énergie finale	43388	45823	46163	45837	44851	43464	41705	40275	39025	37866	32757
Aviation	8792	7820	7986	8056	7964	8037	8109	8179	8250	8048	6171
- Part actuel Aviation - %	20,3%	17,1%	17,3%	17,6%	17,8%	18,5%	19,4%	20,3%	21,1%	21,3%	18,8%
- Seuil Aviation - %	6,18%	6,18%	6,18%	6,18%	6,18%	6,18%	6,18%	6,18%	6,18%	6,18%	6,18%
Consommation finale brute d'énergie ajustée	37277	40834	41030	40614	39659	38113	36174	34585	33187	32159	28610
Part EnR globale	13,0%	13,7%	14,0%	16,2%	24,0%	24,2%	29,0%	30,2%	33,8%	37,0%	62,1%
Trajectoire indicative et objectif global	11,0%	13,5%	11,0%	11,0%	21,3%	11,0%	26,6%	11,0%	11,0%	35,0%	62,1%

WAM scénario - GWh	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2040
Production EnR nationale	4059	4386	4745	6097	6537	6868	7142	7478	7876	8397	13779
Coopération européenne	800	1200	1000	500	3000	2350	3350	2950	3350	3500	4000
- dont transferts statistiques	800	1200	1000	500	2850	2000	2700	2000	2000	1750	1500
- dont REFM	0	0	0	0	150	350	650	950	1350	1750	2500
Production EnR + coopération européenne	4859	5586	5745	6597	9537	9218	10492	10428	11226	11897	17779
Consommation d'énergie finale	43388	45823	46163	45837	44851	43464	41705	40275	39025	37866	32757
Aviation	8792	7820	7986	8056	7964	8037	8109	8179	8250	8048	6171
- Part actuel Aviation - %	20,3%	17,1%	17,3%	17,6%	17,8%	18,5%	19,4%	20,3%	21,1%	21,3%	18,8%
- Seuil Aviation - %	6,18%	6,18%	6,18%	6,18%	6,18%	6,18%	6,18%	6,18%	6,18%	6,18%	6,18%
Consommation finale brute d'énergie ajustée	37277	40834	41030	40614	39659	38113	36174	34585	33187	32159	28610
Part EnR globale	13,0%	13,7%	14,0%	16,2%	24,0%	24,2%	29,0%	30,2%	33,8%	37,0%	62,1%
Trajectoire indicative et objectif global	11,0%	13,5%	11,0%	11,0%	21,3%	11,0%	26,6%	11,0%	11,0%	35,0%	62,1%

Scénario WEM :

Part EnR WEM – avec coopération	11,1%	13,5%	13,1%	11,4%	17,0%	17,4%	20,1%	19,9%	20,8%	25,1%	32,6%
--	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

Source : Modélisation STATEC-MEA 2023

En comparant les scénarios de la production nationale d'énergies renouvelables de l'année 2030, on constate une augmentation de 10 points de pourcentage, entre le scénario WEM et WAM. L'écart se creuse encore d'avantage en 2040, avec un quasi doublement. Les objectifs plus ambitieux du WAM ne nécessitent guère de transferts statistiques européens plus importants que pour le WEM ; en 2030, 3.500 GWh au lieu de 3.700 GWh et en 2040, les 4.070 GWh au lieu de 4.000 GWh (Tableau 64). En effet, les mesures additionnelles augmentent fortement la part des énergies renouvelables dans la consommation finale brute d'énergie pour atteindre les objectifs plus ambitieux sans accroître de manière substantielle les besoins en transferts statistiques et coopérations sous le REFM.

Tableau 65: Part des énergies renouvelables par secteur et globale d'ici 2040 - scénario WAM et WEM

WAM scénario	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2040
Part EnR - secteur électricité	14,2%	16,5%	18,9%	24,8%	28,0%	30,0%	31,8%	33,2%	35,2%	37,3%	41,0%
Part EnR - secteur chaleur	11,2%	13,9%	15,4%	22,8%	24,8%	27,1%	29,7%	32,8%	36,0%	40,3%	84,4%
Part EnR - Transports *	8,7%	9,0%	9,0%	9,4%	10,5%	11,2%	12,1%	13,4%	14,9%	18,0%	74,7%
Part EnR globale - sans coopération	10,9%	10,7%	11,6%	15,0%	16,5%	18,0%	19,7%	21,6%	23,7%	26,1%	48,2%
Part EnR globale - avec coopération	11,1%	13,7%	14,0%	16,2%	24,0%	24,2%	29,0%	30,2%	33,8%	37,0%	62,1%
Trajectoire indicative et objectif global	11,0%	13,5%	11,0%	11,0%	24,0%	11,0%	29,0%	11,0%	11,0%	37,0%	62,0%

*avec multiplicateurs (article 27 Directive 2018/2001/CE)

Source : Modélisation STATEC-MEA 2023

Sur le plan sectoriel, la production d'énergies renouvelables dans le secteur de l'électricité renouvelable augmente sensiblement de 10 points en 2040 et la part du secteur de la chaleur renouvelable est deux fois plus élevée dans le scénario WAM en 2030 et connaît une progression spectaculaire en 2040 notamment grâce à l'apport des pompes à chaleur et de l'hydrogène renouvelable et de ses produits dérivés (Tableau 65 et Tableau 66). Le secteur des transports quant à lui connaît une hausse de près de 5 points de pourcentage en 2030 et, soutenu par l'électromobilité et l'hydrogène renouvelable et ses produits dérivés, enregistre une avancée importante de plus de 50 points de pourcentage en 2040 dans le scénario WAM.

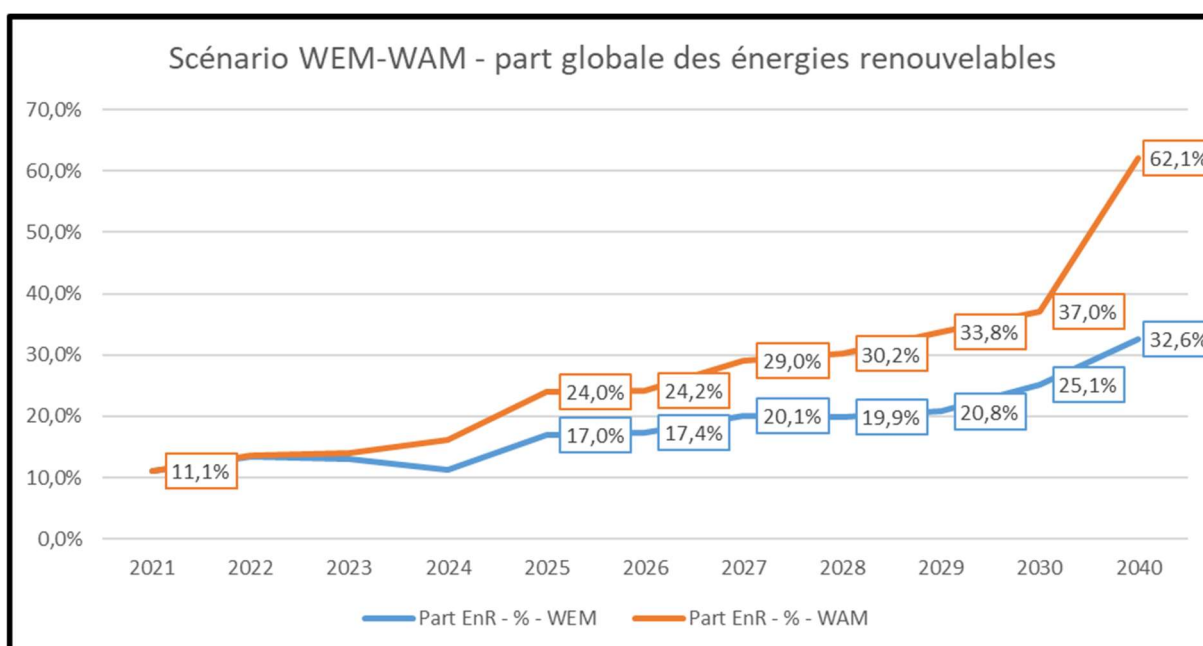
Tableau 66: Comparatif : Part des énergies renouvelables par secteur et globales d'ici 2040 - scénario WAM et WEM

WAM-WEM compare - %	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2040
Part EnR - secteur électricité	0,0%	0,0%	1,5%	5,8%	6,5%	6,6%	7,3%	8,3%	9,6%	10,8%	11,0%
Part EnR - secteur chaleur	0,0%	1,6%	2,2%	8,6%	9,9%	11,4%	13,1%	15,2%	17,4%	20,7%	56,8%
Part EnR - Transports *	0,0%	0,0%	-0,2%	-0,2%	0,1%	0,5%	1,1%	1,9%	2,8%	4,5%	55,4%
Part EnR globale - sans coopération	1,6%	0,5%	0,9%	3,7%	4,3%	5,1%	6,2%	7,5%	8,9%	10,5%	26,7%
Part EnR globale - avec coopération	0,0%	0,2%	1,0%	4,9%	7,1%	6,8%	8,9%	10,2%	13,1%	11,9%	29,5%

Source : Modélisation STATEC-MEA 2023

La Figure 64 compare l'évolution de la part globale d'énergies renouvelables des deux scénarios.

Figure 64: Scénario WEM-WAM : - Évolution part globale 2021-2030 et 2040



Source : Modélisation STATEC-MEA 2023, Graphique MEA

5.2 Incidences macroéconomiques des politiques et mesures planifiées et besoins en investissements

5.2.1 Introduction

Le PNEC vise à augmenter l'efficacité énergétique et à réduire les émissions de gaz à effet de serre. Au-delà des émissions, il convient de s'interroger sur les éventuelles répercussions de cette transition sur l'économie luxembourgeoise. La transition énergétique implique en effet une transformation de toute l'économie, comparable aux révolutions industrielles. L'incidence macroéconomique pourrait donc être considérable.

Il convient de noter qu'il ne s'agit pas ici d'évaluer l'impact et l'utilité des actions climatiques en général, différents rapports ayant déjà montré que le coût de l'inaction excéderait considérablement celui des actions pour contenir le changement climatique (p.ex. Stern, 2007 ou OCDE, 2012). Par ailleurs, vu la dimension globale du réchauffement, une telle approche n'aurait que peu de sens si l'analyse se limitait au Luxembourg. L'objectif principal de cette analyse est plus restreint, et se concentre sur les incidences macroéconomiques de l'actualisation du PNEC luxembourgeois. L'évaluation est réalisée par rapport au scénario de référence (WEM - With Existing Measures) qui inclut toutes les mesures adoptées avant le 31.12.2021.

Cette analyse va revoir les différents canaux par lesquels la transition pourrait impacter le PIB, puis appliquer une fourchette d'impacts issus d'une revue de la littérature au scénario With Additional Measures (WAM) de la présente mise à jour du PNEC. Au-delà de l'impact sur la croissance économique et les émissions, l'analyse abordera également les conséquences attendues sur l'emploi, les dépenses énergétiques et les recettes d'accises, et détaillera les investissements, privés et publics, ainsi que les dépenses publiques nécessaires pour accélérer la transition énergétique du Luxembourg.

5.2.2 Les principaux canaux de transmission de l'action climatique à l'économie

5.2.2.1 *L'investissement, principal moteur de l'impact sur la croissance*

La transition vers la neutralité climatique nécessite des investissements conséquents, et ces derniers vont largement déterminer les impacts qu'aura la transition sur le PIB. Les investissements supplémentaires effectués dans le scénario WAM⁵⁶ agissent comme des injections budgétaires qui stimulent l'économie. La transition énergétique représenterait ainsi un choc de demande positif, qui mènerait à un surcroît d'activité. En effet, l'impulsion initiale de l'accroissement des investissements se répercute à travers l'économie entière via un effet keynésien traditionnel: la demande additionnelle mènerait à une production plus élevée, ce qui nécessiterait davantage de main-d'œuvre de sorte que l'emploi augmenterait, ce qui aurait alors un effet positif sur les revenus et favoriserait la consommation, ce qui stimulerait à nouveau l'activité. De cette manière, le PIB dans le scénario WAM pourrait être supérieur à celui dans le scénario WEM.

Cependant, les mécanismes précités considèrent que les investissements pour atteindre la neutralité climatique sont (au moins partiellement) additionnels et ne se substituent pas à d'autres investissements ou de la consommation. En revanche, si les fonds requis pour la transition évinceraient d'autres investissements productifs, cela limiterait l'impact positif sur l'activité. Ainsi, la façon dont les investissements de la transition énergétique seraient réalisés, et modélisés, influence fortement l'impact estimé sur le PIB.

Au-delà du financement, la détermination du montant d'investissements supplémentaires requis pour devenir neutre en carbone est important puisqu'il détermine les injections budgétaires initiales qui vont générer l'activité via les effets multiplicateurs. Les estimations varient entre études, mais tournent globalement autour de 2% de PIB en 2030 (Pisani-Ferry, 2022). Ces besoins en investissements ne seraient pas constants dans le

⁵⁶ WAM = With Additional Measures, scénario qui inclut les nouvelles mesures pour atteindre les objectifs climatiques et énergétiques

temps, il est généralement estimé qu'ils augmenteraient progressivement avant de redescendre vers 2050. Les investissements supplémentaires inventoriés dans le cadre du PNEC luxembourgeois correspondraient à environ 1.7 % du PIB en 2030, ce qui serait légèrement moins élevé que dans d'autres études. La composition détaillée de ces investissements est analysée dans une partie ultérieure de ce document.

Economiquement, la transition énergétique engendre une substitution de capital à aux dépenses d'énergie fossile. La contrepartie de la hausse des investissements consiste ainsi en une baisse des dépenses énergétiques futures. Pour l'économie luxembourgeoise, qui importe l'intégralité des combustibles fossiles, il s'agit d'un autre stimulus économique potentiel, parce que le revenu serait réalloué vers d'autres biens et services dont le contenu en importation est nécessairement plus faible.

5.2.2.2 *Une évolution incertaine de la productivité*

La productivité est une composante de la croissance du PIB⁵⁷, et son évolution dans le scénario WAM par rapport au scénario WEM peut déterminer si l'impact de la transition sur le PIB est positif ou négatif. Ainsi, pour la France, Pisani-Ferry & Mahfouz (2023) estiment qu'avec une productivité identique dans les deux scénarios, le PIB serait en 2040 légèrement plus élevé dans le cas de la neutralité climatique. A l'opposé, avec une croissance de la productivité moins élevée dans le scénario qui atteint les objectifs climatiques, le PIB y serait inférieur au scénario de référence.

Une telle évolution négative de la productivité ne fait pas consensus dans la littérature. Les auteurs (Pisani-Ferry & Mahfouz, 2023) la justifient par d'éventuels coûts d'adaptation ou des réallocations de facteurs de production dans le but de réduire les émissions, qui pourraient nuire à la productivité. Une autre possibilité est que des investissements visant à augmenter la productivité ne soient pas réalisés parce que ces fonds devraient être utilisés pour atteindre des objectifs climatiques. Cela revient à l'effet d'éviction déjà mentionné précédemment, tout en supposant un effet défavorable persistant sur la productivité qui va au-delà du simple impact conjoncturel de l'investissement.

Il n'est pourtant pas avéré que le total des investissements soit limité, et il est possible que les investissements visant à réduire les émissions génèrent en même temps des gains de productivité. Par ailleurs, les réglementations environnementales pourraient également être favorables à la croissance, notamment si elles encouragent l'innovation (hypothèse de Porter) ou poussent à des changements bénéfiques à la productivité (Epaulard, Pommeret & Schubert, 2023). De plus, les technologies décarbonées permettent généralement aux entreprises de réduire aussi bien leurs émissions que leur facture énergétique, ce qui augmenterait mécaniquement la productivité (puisque pour une production identique moins de consommations intermédiaires sont requises).

En général, les analyses empiriques donnent des résultats ambigus qui sont souvent spécifiques au contexte de l'étude. Ainsi, les différences entre entreprises, secteurs et pays, mais aussi l'approche choisie, allant de modèles macroéconomiques à des estimations sur micro-données, mènent à des résultats assez contrastés. Cette ambivalence s'explique néanmoins en partie parce que de nombreuses études ne couvrent pas l'impact de long-terme, qui est l'objectif de la présente analyse. D'autres études montrent en effet que la productivité est impactée différemment dans le temps, négativement pendant une ou deux années, mais positivement par la suite (Epaulard, Pommeret & Schubert, 2023).

Selon le type d'entreprise, l'impact sur la productivité peut également différer, se révélant souvent positif pour les entreprises étant déjà plus productives initialement. Au niveau agrégé, l'impact pourrait ainsi être

⁵⁷ La croissance du PIB se compose de la croissance de la productivité et de celle de l'emploi.

démultiplié si les entreprises les plus productives gagneraient en part de marché ou que des entreprises peu productives disparaîtraient du marché (OCDE, 2021).

Il convient de noter que le changement climatique impacte aussi directement l'évolution de la productivité, et que les scénarios de référence, basés sur les évolutions historiques, sont donc susceptibles d'être trop optimistes quant à l'évolution de la productivité. En effet, le réchauffement climatique aurait un impact négatif sur la productivité du travail en Europe de l'Ouest, la productivité souffrant sous des températures élevées en particulier lors de canicules (IPCC, 2022). Cependant, ces dommages liés au changement climatique sont généralement exclus du scénario de référence, tout comme les coûts financiers élevés de l'inaction.

5.2.2.3 *La dimension internationale à considérer*

Même si la présente analyse se focalise sur les mesures prises au niveau national, l'action climatique et les incidences macroéconomiques qui en découlent dépendent du contexte international. Ceci est d'autant plus important que le Luxembourg est une petite économie très ouverte, et que les (non-) actions climatiques dans le reste du monde sont susceptibles d'influencer les répercussions économiques de la transition énergétique au Luxembourg.

Si les pays européens étaient considérablement plus ambitieux dans leurs réductions d'émissions que le reste du monde, la compétitivité-prix des produits européens pourrait ainsi se détériorer. Des coûts plus élevés, par exemple en raison de prix énergétiques accrus, exerceraient une pression haussière sur les prix de production européens, avec à la clé une baisse des exportations (Pisani-Ferry & Mahfouz, 2023). Tous les secteurs d'activité ne seraient pas concernés de la même façon, et ce seraient surtout les produits intensifs en énergie et exposés au commerce mondial qui seraient affectés, comme par exemple la métallurgie (Commission européenne, 2018). On peut noter toutefois qu'au cours de la transition, avec une efficacité énergétique améliorée, les consommations d'énergie devraient progressivement baisser, ce qui réduirait les effets compétitifs défavorables à long-terme.

Consciente des risques de fuites de carbone vers des pays avec une réglementation environnementale moins restrictive (via des déplacements de la production ou un remplacement de la production européenne par des importations plus émettrices), l'Union Européenne (UE) a développé le mécanisme d'ajustement carbone aux frontières (MACF). Ce mécanisme vise à ce que le prix du carbone soit le même pour les produits importés et domestiques. En pratique, les importateurs⁵⁸ doivent acheter des certificats MACF pour les émissions associées à la production dans un pays hors-UE (qui ne sont pas encore couverts par un prix carbone). Le prix de ces certificats correspondrait au prix des allocations SEQE-UE⁵⁹ que les producteurs en Europe doivent payer (Commission européenne, 2023).

Cependant, ce mécanisme vise seulement les importations en UE, mais il ne permet pas de protéger les exportations européennes sur les marchés internationaux. De plus, si les prix de certains matériaux de base augmentent, soit directement ou via le MACF, cela risque de renchérir les processus qui utilisent ces produits comme intrants. En conséquence, le prix de ces produits devrait augmenter aussi, mais comme tous les biens ne sont pas couverts par le MACF, il y a un risque de perte de compétitivité pour ces produits européens en aval de la production. Un autre facteur à prendre en compte est la fin de quotas d'émissions gratuits parallèlement à l'instauration du MACF, ce qui correspond à la fin d'une subvention fossile (Fontagné et al., 2023). Selon la Commission européenne (2021), le MACF permettrait de réduire les fuites de carbone, mais aurait un très léger impact négatif sur le PIB (environ -0.2% en 2030).

⁵⁸ Dans un premier temps, les produits concernés par le MACF sont les suivants : ciment, fer et acier, aluminium, engrais, hydrogène et électricité.

⁵⁹ Système d'échange de quotas d'émission de l'UE (SEQE-UE)

Par ailleurs, une coordination des ambitions climatiques à travers le monde ne prévient pas nécessairement les distorsions de compétitivité. En effet, différents pays et zones économiques peuvent choisir d'autres d'instruments leur permettant d'atteindre des objectifs climatiques. Ceci est devenu apparent avec l'Inflation Reduction Act aux Etats-Unis qui repose plus fortement sur des subventions, liées à des contraintes de contenu local⁶⁰, et moins sur un prix du carbone (Fontagné et al., 2023).

En plus des effets de compétitivité, la demande étrangère qui s'adresse au Luxembourg pourrait évoluer. Si l'on estime que la transition aurait un impact positif sur le PIB, alors l'action climatique internationale mènerait à une activité plus élevée à travers le monde, engendrant nécessairement une hausse de la demande mondiale. Une action globale pour le climat serait ainsi bénéfique pour le Luxembourg vu que les plans d'action climatique des différents pays et régions se renforceraient mutuellement au niveau économique. Si en revanche on considère que la transition serait défavorable à la croissance, l'effet jouerait évidemment dans le sens inverse (Commission européenne, 2018).

5.2.3 Incidences potentielles sur l'activité économique et l'emploi à l'horizon 2050

5.2.3.1 De faibles répercussions de la transition énergétique sur le PIB selon la littérature

Comme illustré ci-avant, de multiples effets, qui pourraient se neutraliser mutuellement, sont à considérer lors de l'évaluation des répercussions de la transition énergétique sur les grandeurs macroéconomiques. Une revue de la littérature indique cependant qu'au total, l'impact de la transition énergétique serait très limité, surtout au vu de l'horizon temporel éloigné.

Les estimations de l'impact de la transition énergétique sur le PIB se situent entre -1.3% et +3.8% en 2050 par rapport au scénario de référence dans les études considérées (cf. tableau 1). En général, la majorité des études indique que le PIB serait légèrement plus élevé dans le cas de la neutralité climatique. Les différences entre études peuvent avoir de multiples origines (cf. ci-après) et souvent les études considèrent plusieurs scénarios avec des hypothèses opposées afin d'obtenir une fourchette d'impacts possibles qui reflète l'importante incertitude attachée à toute évaluation des effets macroéconomiques de la transition.

Le scénario de référence constitue une partie importante de toute évaluation macroéconomique, puisque c'est par rapport à celui-ci que les déviations sont calculées. En effet, si plus d'actions climatiques sont déjà considérées dans le scénario de référence, l'écart entre les deux scénarios sera plus limité. Notons à cet égard que la date de clôture du WEM de la mise à jour du PNEC luxembourgeois est postérieure à celles de la majorité des études considérées, davantage de mesures ont été incluses dans le scénario de référence de la mise à jour du PNEC du Luxembourg⁶¹.

⁶⁰ Ces subsides sont partiellement conditionnés au fait qu'une fraction donnée des intrants doit être produite aux Etats-Unis, dans le but explicite de soutenir l'industrie domestique.

⁶¹ P.ex. les standards au niveau des bâtiments.

Tableau 1 : Impact de la transition énergétique sur le PIB

Etude	Horizon	Région	Impact sur PIB
Commission européenne (2018) (modèle JRC-GEM-E3)	2050	UE	-0.6% (action fragmentée) ; -1.3% (action globale)
Commission européenne (2018) (modèle E3ME)	2050	UE	+1.5% (action fragmentée) ; +2.2% (action globale)
Commission européenne (2018) (modèle QUEST)	2050	UE	+0.7%
Commission européenne (2020) (modèle JRC-GEM-E3)	2030	UE	-0.4% ; -0.3%
Commission européenne (2020) (modèle E3ME)	2030	UE	+0.2% ; +0.5%
Commission européenne (2020) (modèle QUEST)	2030	UE	-0.3% ; +0.1%
OECD (2017)	2050	Importateurs avancés d'énergies fossiles	+2.2%
Pisani-Ferry & Mahfouz (2023)	2040	France	+1% ; -1% (sans resp. avec choc de productivité)
Callonnec & Cancé (2022)	2030	France	+2.5%
Callonnec & Cancé (2022)	2050	France	+3.8%
Bureau Fédéral du Plan (2016)	2030	Belgique	+1.9% ; +2.5%
NGFS (2022) (modèle NiGEM)	2050	Europe	+1.7%
NGFS (2022) (modèle NiGEM)	2050	Allemagne	+0.6%
NGFS (2022) (modèle NiGEM)	2050	France	+2.1%
NGFS (2022) (modèle NiGEM)	2050	Belgique	+2.4%

Sources : comme indiquées dans le tableau. Si plusieurs estimations d'impact sont indiquées, elles se réfèrent à des configurations différentes.

La mise en œuvre des mesures pour décarboner l'économie influence l'évolution des grandeurs macroéconomiques. Par exemple, un prix carbone génère des recettes publiques qui, selon la manière dont elles vont être utilisées (p.ex. transferts au ménages, réductions d'autres impôts, etc.), impacteront

différemment l'évolution du PIB⁶². Par exemple, Darracq-Pariès et al. (2022) estiment que le PIB évolue le plus favorablement si les revenus sont utilisés pour augmenter l'investissement public, puisque de cette manière le stimulus à l'économie est plus direct que s'il passait par des réductions d'impôts ou des transferts.

La spécification du modèle utilisé dans l'analyse des incidences macroéconomiques joue également un rôle déterminant sur les résultats, comme illustré par la Commission européenne (2018)⁶³. Dans un de ses modèles (JRC-GEM-E3), on suppose l'absence de ressources initialement inutilisées, ce qui signifie que le financement requis pour la transition se fait au détriment d'autres usages (autres investissements ou consommation). Ainsi l'effet d'éviction joue pleinement et l'écart du PIB par rapport au scénario de référence devient même négatif en 2050. Par contre, dans les deux autres modèles, des ressources additionnelles peuvent être mobilisées (p.ex. en recourant à l'endettement) ce qui mène à une activité plus élevée que dans le scénario de référence.

De plus, le périmètre géographique et temporel varie entre les études considérées, ce qui peut mener à des estimations divergentes en lien avec les spécificités locales (par exemple l'importance relative de certains secteurs d'activité ou les sources d'énergies dominantes). Par ailleurs, l'impact sur le PIB peut cacher des évolutions divergentes entre les différents secteurs. Les secteurs directement liés à la transition énergétique seraient considérablement impactés, de manière négative pour les carburants et énergies fossiles et positive pour les énergies renouvelables. La construction évoluerait aussi favorablement, en lien avec les rénovations énergétiques nécessaires au niveau des bâtiments. Pour d'autres secteurs l'impact estimé pourrait dépendre de la configuration internationale de la transition, par exemple pour la métallurgie (Commission européenne, 2018).

Les études qui considèrent plusieurs chemins vers la neutralité climatique montrent qu'une transition retardée serait moins favorable à long-terme. Allen et al. (2020) comparent un scénario de transition ordonnée à deux autres scénarios⁶⁴, dans lesquels une transition désordonnée mène à un prix du carbone plus élevé ce qui pèserait sur l'évolution du PIB, qui en 2050 serait de 2% à 6% inférieur à celui d'une transition optimale. Il s'ensuit qu'une transition entamée à temps et coordonnée entre secteurs d'activité est plus favorable au niveau du PIB que des mesures plus drastiques prises tardivement.

5.2.3.2 Un effet limité à un horizon lointain équivaut à un très faible impact sur la croissance annuelle

Il ressort des différentes études considérées que l'impact de la transition sur le PIB serait assez faible à l'horizon 2050, surtout en considérant qu'il s'agit d'un impact cumulé sur la croissance. Ainsi, selon la Commission européenne (2018, modèle E3ME) le PIB européen augmenterait de 73.7% de 2015 à 2050 dans le cas de la neutralité climatique, à comparer à 70.7% dans le scénario de référence. Ce faible écart après plus de 30 ans, signifie que le différentiel de croissance annuelle du PIB est presque nul entre le scénario de transition et de référence.

Le graphique 1 illustre ce même point pour le Luxembourg, en représentant la trajectoire projetée du PIB luxembourgeois et deux niveaux alternatifs basés sur les estimations issues de la littérature (les impacts les plus positifs et négatifs du Tableau 1). De 2005 à 2050, le PIB augmenterait de 222% dans le scénario WEM, alors que dans un tel scénario de transition on trouverait une fourchette de 218% à 234%. Vu l'ampleur de la croissance par rapport à 2005, cet écart apparaît assez limité, et l'évolution resterait proche de la trajectoire

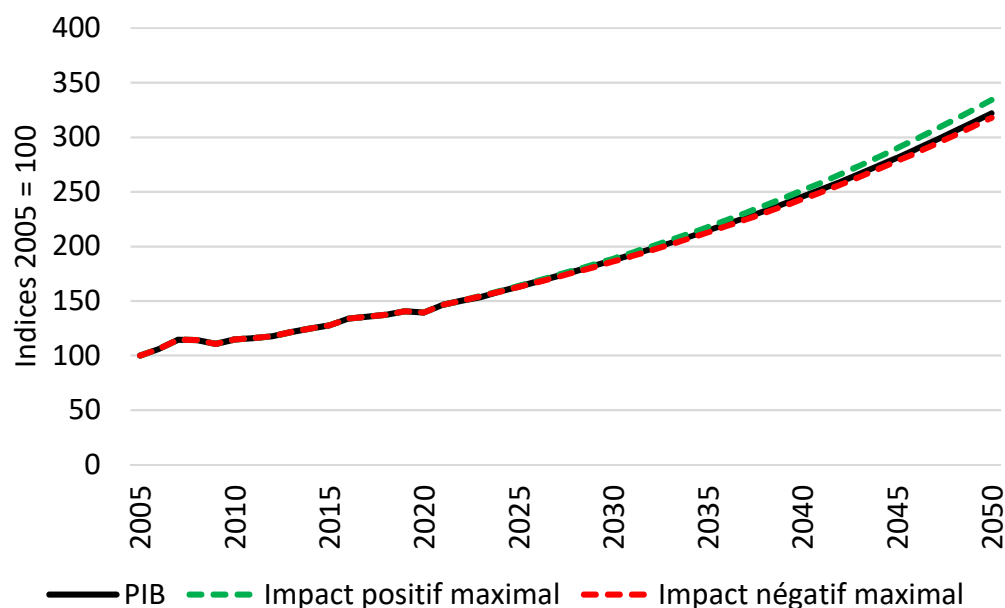
⁶² On parle d'un « double dividende », qui consisterait dans le fait que des taxes environnementales permettent à la fois de réduire des émissions et des distorsions fiscales, puisque les revenus générés par la taxe carbone permettraient de baisser d'autres taxes, notamment la taxation du travail.

⁶³ Cette étude présente l'avantage que le scénario de référence et les politiques considérées sont harmonisés entre modèles.

⁶⁴ Ces scénarios atteignent aussi la neutralité climatique en 2050, mais la transition est soit entamée tardivement, soit les politiques ne sont pas en phase avec les avancées technologiques.

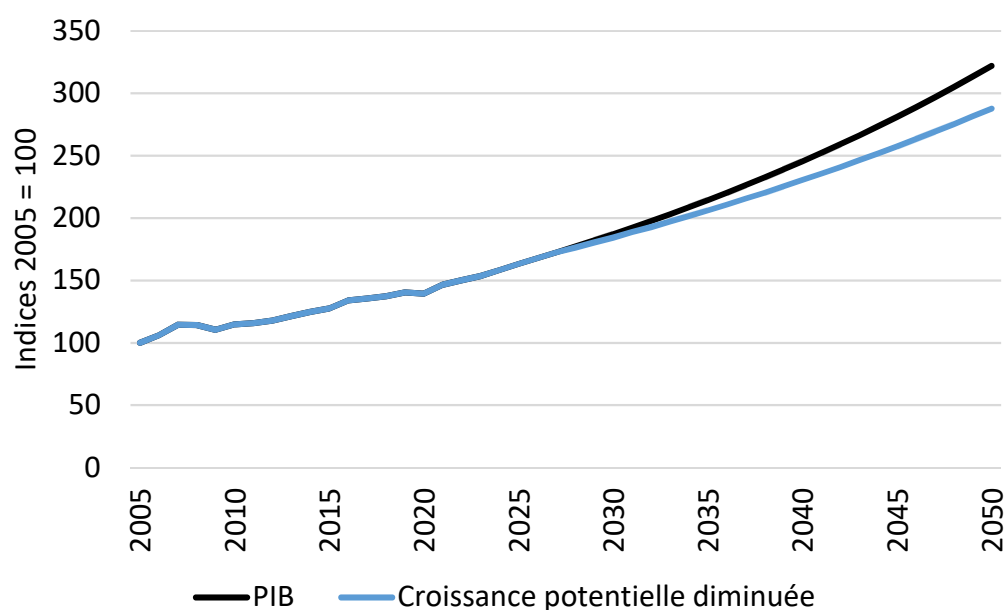
de référence. Le différentiel de croissance annuelle se situerait entre -0.05% et +0.1%, soit une déviation négligeable par rapport à l'hypothèse de croissance potentielle de 2.75% par an. A l'horizon 2030, le PIB serait pratiquement inchangé en appliquant les extrémités des estimations considérées, la fourchette de l'impact étant de -0.6% à +0.9% par rapport au scénario WEM, soit une hausse de 86% respectivement 89% au lieu de 87% (de 2005 à 2030). Par ailleurs, si l'on considérerait la moyenne des estimations au lieu des valeurs extrêmes, l'impact sur le PIB en 2030 serait encore plus proche de zéro.

Graphique 1 : L'activité luxembourgeoise évoluerait très similairement dans le scénario de référence et de transition



Source : STATEC

Graphique 2 : Le PIB est plus sensible à d'autres facteurs qu'à la transition énergétique

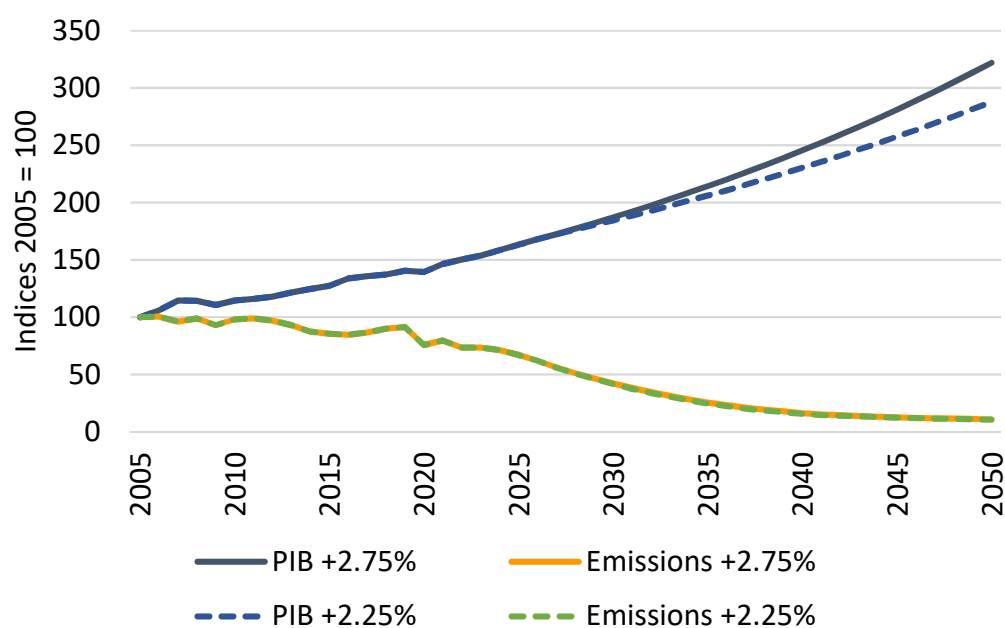


Source: STATEC

Par contre, le PIB à l’horizon 2050 pourrait être impacté beaucoup plus fortement par des changements qui n’ont pas de lien avec la transition énergétique. Ainsi, une révision à la baisse de la croissance potentielle (par exemple à +2.25% par an au lieu de +2.75%⁶⁵), mènerait à un PIB en 2050 qui serait de plus de 10% inférieur à celui de la trajectoire retenue. Ceci excède de loin les estimations de l’impact de la transition énergétique, et par rapport à une telle révision à la baisse (qui interviendrait aussi bien dans le scénario WEM que WAM), les effets potentiels de la transition paraissent négligeables.

Si la revue de littérature montre que la réduction d’émissions n’a que peu d’incidences sur la croissance économique, on estime qu’au Luxembourg la croissance économique aurait aussi un impact très limité sur les émissions. Une analyse de sensibilité a effectivement été menée pour estimer l’impact de l’évolution du PIB sur les émissions. En supposant une croissance annuelle plus faible du PIB de 0.5 pt. de %, les émissions seraient d’environ 50 ktCO₂e plus faibles en 2050 que dans le WAM original (-2% en déviation). Ce chiffre est à mettre en relation avec une baisse des émissions d’environ 7 000 ktCO₂e déjà dans le WAM entre 2021 et 2050. Ceci illustre bien la faible influence de l’évolution de l’activité sur les émissions à l’horizon 2050, surtout en considérant que le différentiel de croissance du PIB dans cette analyse de sensibilité est environ 5 fois supérieure à la fourchette haute considérée précédemment (environ +0.1 pt. de %).

Graphique 3 : La baisse des émissions n’est presque pas affectée par une trajectoire de PIB différente



Source : STATEC

5.2.3.3 Un impact probablement encore plus faible au Luxembourg?

Aucune des études précitées ne se focalise sur le Luxembourg, de sorte que ses particularités ne sont pas prises en compte lorsqu’on réplique l’impact de ces études sur le PIB luxembourgeois. Certains éléments laissent pourtant penser que l’impact de la transition énergétique sur le PIB serait plus faible au Luxembourg que dans d’autres pays (pour lesquels les estimations indiquent déjà un faible impact).

⁶⁵ Cette révision à la baisse est issue des dernières prévisions macroéconomiques, publiées le 12 juin dans la Note de conjoncture 1-2023. Cette révision a servi de base à l’analyse de sensibilité de la trajectoire des émissions à la croissance du PIB.

Le Luxembourg est une économie très ouverte, ce qui se traduit par un taux d'importation élevé. En conséquence, les effets multiplicateurs sont plus faibles au Luxembourg (STATEC, 2012), et ainsi des injections budgétaires liés à la transition auront des effets plus limités que dans des grands pays, voire des régions économiques intégrées.

Les émissions du Luxembourg sont en partie réduites par une baisse des ventes de carburants aux non-résidents, induite par les hausses de la taxe CO₂, ce qui ne requiert pas d'investissements et ne présente donc pas d'injection dans l'économie (par contre, elle est associée à une baisse des recettes publiques).

Les investissements luxembourgeois pour la transition représentent d'ailleurs mécaniquement une part plus faible dans le PIB luxembourgeois. En effet, ce dernier est gonflé par la contribution des frontaliers, alors que les investissements concernent surtout les résidents. En conséquence, pour un coût unitaire identique d'une mesure, sa part dans le PIB est relativement plus faible au Luxembourg.

Au Luxembourg, les mesures incluses dans le scénario de référence sont déjà assez ambitieuses (toutes les mesures adoptées ou décidées jusqu'au 31.12.2021). La différence avec le scénario de transition est alors forcément plus faible que dans des études qui incluent moins de mesures dans leur point de comparaison.

Au-delà des risques à la hausse, les risques négatifs de la transition apparaissent aussi plus faibles au Luxembourg, les secteurs susceptibles d'être impactés négativement ne constituant qu'une petite partie du PIB luxembourgeois (cf. graphique 4). Ceci découle de la structure de l'économie luxembourgeoise, très largement dominée par les services. Par ailleurs, les recettes de la taxe CO₂ (qui pourrait potentiellement peser négativement sur l'évolution du PIB dans une optique de choc d'offre négatif) proviendraient majoritairement des non-résidents et elles sont en revanche redistribuées au niveau national, de sorte que l'activité luxembourgeoise dans son ensemble serait peu (voire positivement) touchée (STATEC, 2020).

Au total, il semble qu'aussi bien les éventuels effets positifs que négatifs de la transition seraient plus contenus au Luxembourg que dans d'autres pays. Il s'en suit qu'un impact proche de zéro de la transition énergétique sur le PIB au Luxembourg paraît probable à l'horizon 2030.

5.2.3.4 Une évolution similaire du PIB dans les scénarios WAM et WEM

La revue de la littérature ci-dessus permet d'avoir une fourchette d'estimations de l'impact de la transition énergétique, qui met en évidence les incertitudes élevées et inhérentes à ce type d'évaluation. Malgré cela, les différentes estimations convergent autour d'un impact limité de la transition sur le PIB, et plusieurs facteurs susmentionnés suggèrent que l'impact de la transition sur le PIB serait encore plus faible au Luxembourg. Il a ainsi été retenu de supposer la même trajectoire du PIB dans les scénarios WEM et WAM.

5.2.3.5 Un impact faiblement positif sur l'emploi

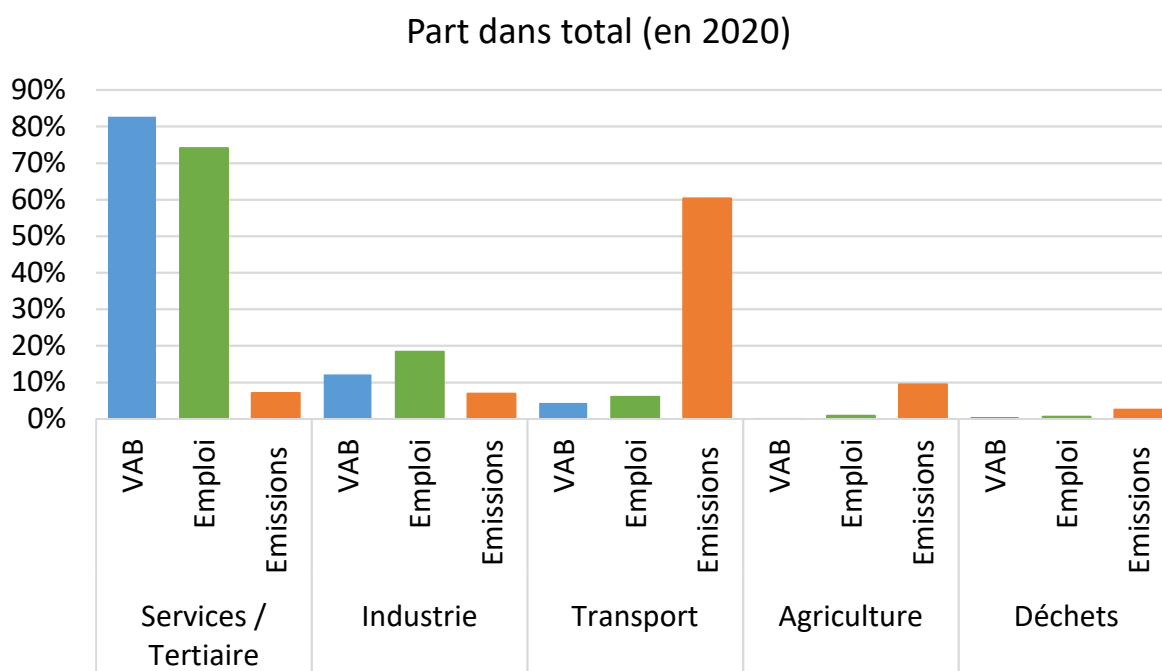
Les estimations dans la littérature de l'évolution de l'emploi dans le scénario de neutralité climatique sont étroitement liées à celles de l'activité. En effet, plus l'activité évolue favorablement, plus l'emploi augmente aussi afin de répondre au surplus de demande. Ainsi, Callonnec & Cancé (2022), qui projettent un écart favorable du PIB de +3.8% lors de la transition en France en 2050, anticipent une hausse de 3.1% de l'emploi par rapport au scénario de référence. La Commission européenne (2018) estime une évolution de l'activité moins élevée, et de manière induite, leurs estimations pour l'emploi se situent entre 0%-0.9% au-dessus du scénario de référence. Il est intéressant de noter que même dans leur modèle prédisant un léger écart négatif au niveau du PIB, l'impact sur l'emploi serait neutre en 2050.

Parallèlement à l'impact faible et légèrement positif pour l'économie totale, l'effet sur l'emploi varierait entre les secteurs (comme pour l'activité). En conséquence, la transition demandera probablement des réallocations de main-d'œuvre, aussi bien à l'intérieur qu'entre les différents secteurs. Cette réallocation pourrait être

facilitée au Luxembourg puisqu'elle est peu susceptible de contenir une dimension géographique (contrairement à d'autres pays plus grands avec une concentration de certaines activités dans des régions éloignées les unes des autres). Ces réallocations dépassent pourtant le cadre d'une analyse macroéconomique, puisque l'emploi total n'en serait pas affecté. Cependant, une réorientation retardée des compétences pourrait mener temporairement à une évolution de l'emploi moins favorable. Par exemple, dans son évaluation d'une ambition renforcée à l'horizon 2030, la Commission européenne (2020) trouve dans certains modèles et sous certaines configurations un léger impact négatif en 2030 (-0.3% en 2030). Cependant, d'autres spécifications mènent à des estimations d'un impact légèrement positif sur le même horizon (jusqu'à +0.5%), illustrant les fortes incertitudes liées à ce type d'évaluation.

Le faible impact sur l'emploi s'explique aussi par le fait que les secteurs qui risquent d'être les plus négativement impactés par la transition, et ceux qui émettent une partie importante des émissions, ne concentrent qu'une partie relativement petite des travailleurs. Ceci devrait contribuer à limiter tout impact négatif sur l'emploi à l'horizon 2050. Ainsi, le secteur tertiaire hors transport concentre la majorité de l'emploi et génère la plus grande partie de la valeur ajoutée, alors que la majorité des émissions est liée au transport.

Graphique 4 : Emploi et VAB concentrés dans d'autres secteurs que les émissions



Source : STATEC, MECDD

Les activités de la production et distribution de l'énergie seront les plus directement concernées par la transition, avec des conséquences potentiellement négatives pour l'emploi dans les énergies fossiles et positives dans le renouvelable, mais ces deux secteurs sont relativement petits en termes d'emploi. Un secteur qui devrait clairement bénéficier de la transition est la construction, qui sera mobilisée fortement afin d'atteindre la réduction des émissions au niveau des bâtiments, notamment par les remplacements de systèmes de chauffage, les futures rénovations et la pose de panneaux solaires (Commission européenne, 2018).

5.2.4 Incidences macroéconomiques à l'horizon 2030: calcul *bottom-up* à partir des trajectoires du PNEC

Les investissements et dépenses supplémentaires requis pour atteindre les objectifs du PNEC mis à jour sont estimés par un calcul *bottom-up*, en considérant toutes les mesures quantifiables. Pour réaliser ces calculs, les coûts unitaires ont été déterminés pour les rénovations et les nouvelles technologies décarbonées (pompes à chaleur, voitures électriques, etc.). Les coûts unitaires sont ensuite multipliés par l'évolution du volume en question, issues des projections du STATEC. Ces calculs ont été réalisés pour les deux scénarios, mais l'analyse est basée sur les seuls investissements supplémentaires du scénario WAM par rapport au scénario de référence WEM.

Les montants sont exprimés en EUR constant de l'année 2023 (€₂₀₂₃) et comprennent les investissements privés et publics, ainsi que les autres dépenses publiques telles que les subsides. D'une manière générale on constate que les investissements augmentent progressivement au cours de la décennie actuelle, atteignant environ 1.7 % du PIB en 2030 (soit 1.3 milliards €₂₀₂₃). En cumulé sur toute la période, les investissements et dépenses s'élèveraient à 8.4 milliards €₂₀₂₃.

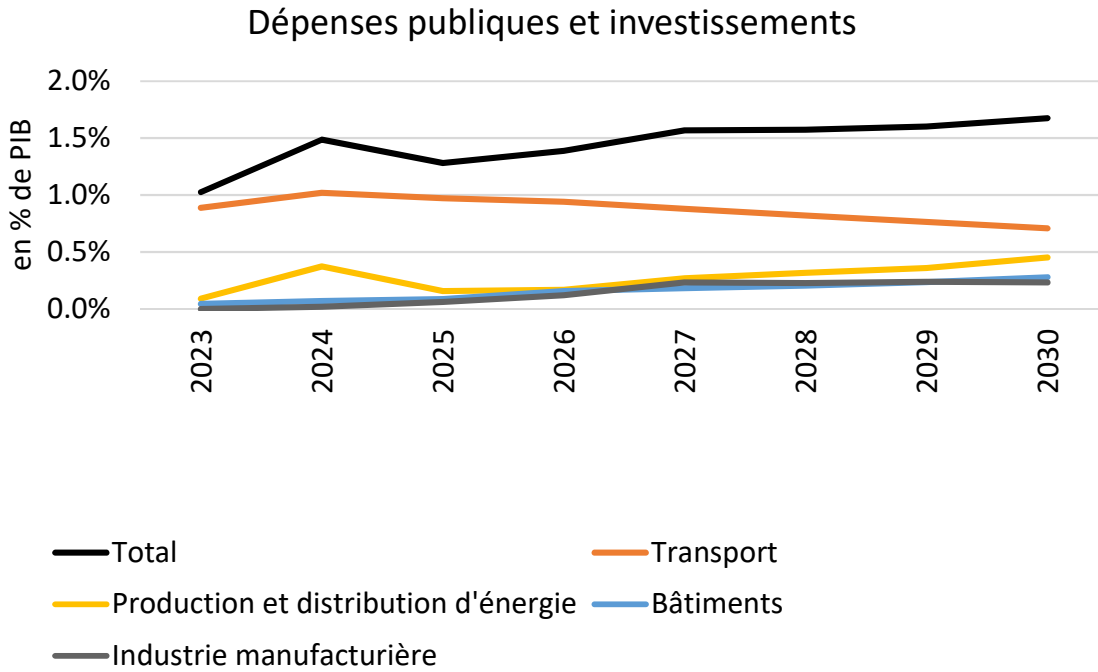
Tableau 2 : Les investissements et dépenses supplémentaires requises pour la transition énergétique s'élèveraient à 8.4 milliards d'EUR à l'horizon 2030

Investissements et dépenses supplémentaires (Mio EUR 2023)	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Total
Bâtiments	30	48	60	113	134	154	183	223	945
Transports	580	687	674	671	644	618	590	563	5'027
Industrie manufacturière	0	14	43	86	171	171	186	186	857
Production et distribution d'énergie	59	251	109	120	199	240	279	359	1'617
Total	669	1'000	887	989	1'149	1'184	1'238	1'330	8'446

Sources : MECDD, MEA, STATEC

Pour synthétiser, les investissements ont été regroupés selon la classification des secteurs d'émissions, à savoir le transport, la production et distribution d'énergie, les bâtiments et l'industrie. Le secteur des transports nécessiterait la majorité des investissements, représentant entre 0.7 % et 1 % du PIB au fil du temps. Ce niveau élevé est principalement dû aux investissements nécessaires pour développer les infrastructures de mobilité prévues dans le cadre du plan national de mobilité 2035 (PNM). Le secteur de la production et de la distribution d'énergie requerrait des investissements allant jusqu'à 0.45 % du PIB en 2030. L'augmentation des investissements dans secteur de la production et de la distribution d'énergie en 2024 s'explique par un important investissement dans la production énergétique de la part d'une entreprise luxembourgeoise. Les secteurs de l'industrie et des bâtiments nécessiteraient des investissements d'une ampleur similaire, inférieurs à 0.3 % du PIB d'ici 2030.

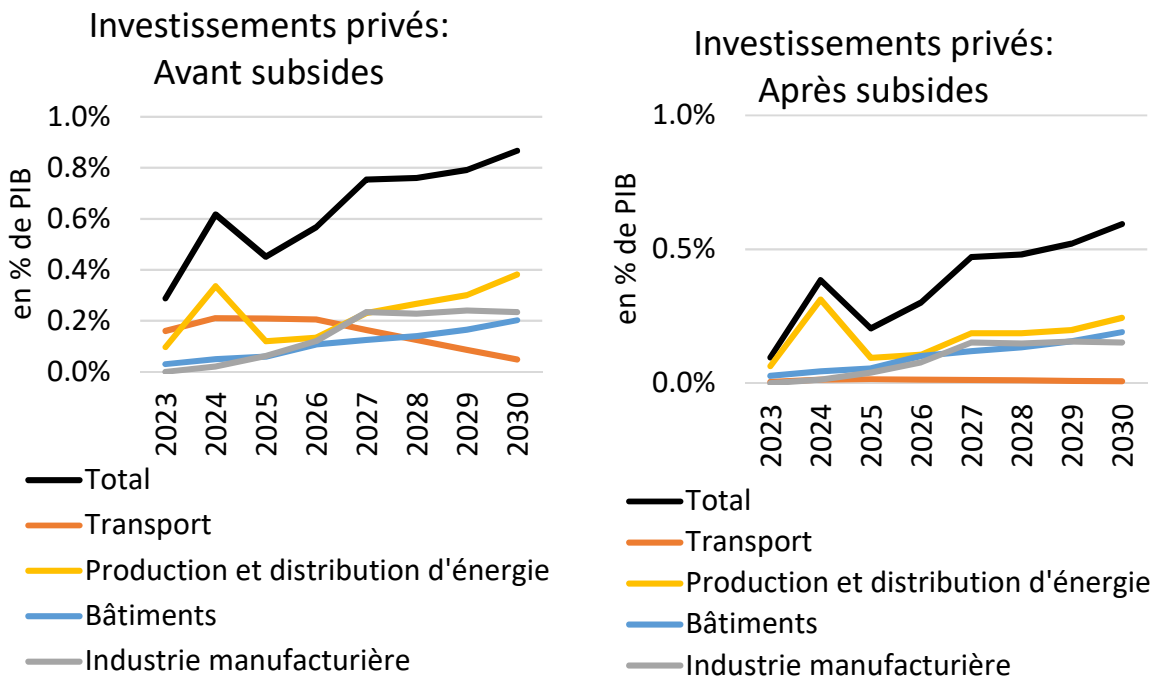
Graphique 5 : Les investissements et dépenses totales augmentent progressivement à l'horizon 2030



Sources : MECDD, MEA, STATEC

Quand on se limite aux investissements privés, avant subsides, ceux-ci représentent la moitié des investissements totaux. Après subsides de l'Etat, ils ne représentent plus qu'un tiers (environ 0.6% du PIB en 2030), répartis de façon similaire dans les secteurs des bâtiments, de l'énergie et de l'industrie.

Graphique 6 : Les investissements privés (après subsides) atteindraient 0.6% du PIB en 2030

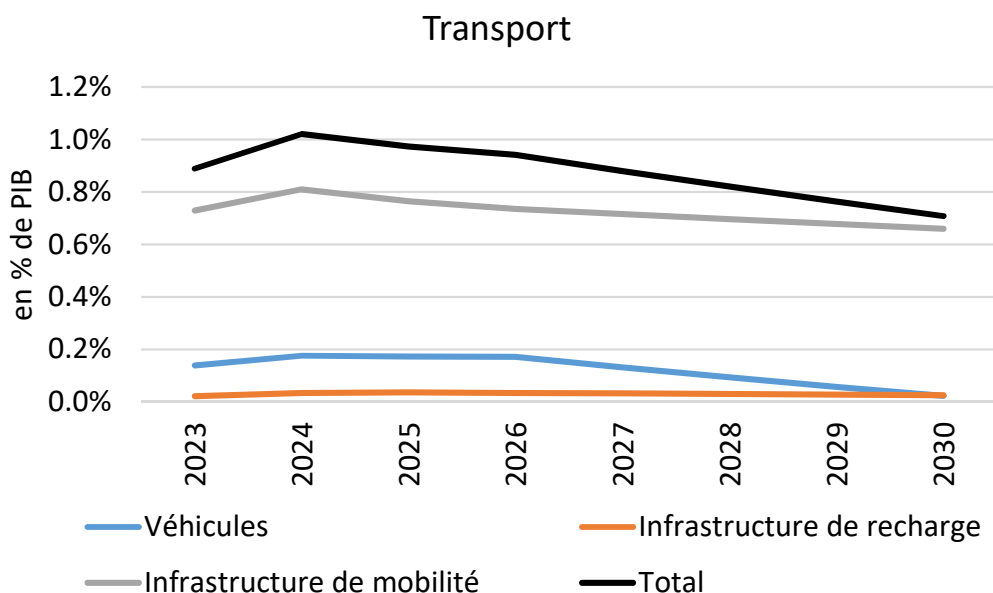


Sources : MECDD, MEA, STATEC

5.2.4.1 Transport: Les infrastructures nécessiteraient des investissements importants

Comme déjà évoqué, la plupart des investissements dans le transport serait nécessaire pour améliorer et développer les infrastructures de mobilité afin de permettre une meilleure mobilité multimodale. L'électrification des voitures, plus rapide dans le scénario WAM, représenterait aussi des dépenses additionnelles vu que les modèles électriques sont actuellement encore plus chers que les modèles thermiques. Cet écart de coût est cependant en train de se résorber et selon le « Global EV Outlook 2023 » (IEA, 2023), la parité serait atteinte à la fin de la décennie actuelle. Il a été supposé que les subventions en la matière correspondraient à et évoluent avec ce différentiel de prix. Ceci signifierait que les coûts additionnels des voitures électriques seraient supportés par l'Etat, et non par les ménages et entreprises. Les infrastructures de recharge nécessiteraient aussi des investissements additionnels, cependant ceux-ci étaient déjà élevés dans le scénario de référence (60 Mio € en 2030 dans le PNEC 2020). Le nombre de bornes à installer est supposé proportionnel aux nombres de nouvelles voitures électriques immatriculées et les coûts varient selon l'endroit de l'installation (résidentiel, entreprises et public).

Graphique 7 : Les investissements dans les infrastructures de mobilité, élevés à court terme, baisseraient légèrement au cours du temps



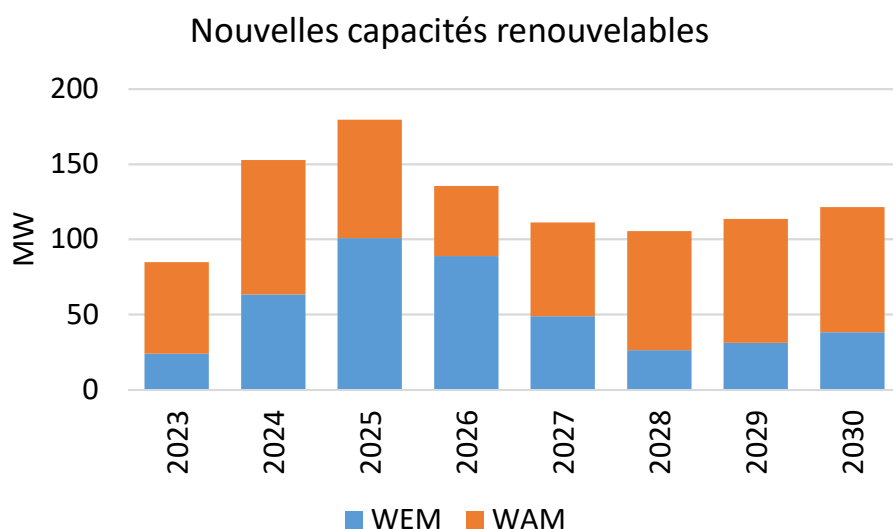
Sources : MECDD, MEA, STATEC

5.2.4.2 Production et distribution d'énergie: financer l'essor de la production d'énergies renouvelables

Dans le domaine de la production d'énergie, ce sont les énergies renouvelables qui concentreraient la majorité des investissements supplémentaires. Avec une augmentation prévue d'environ deux tiers de la capacité de production photovoltaïque et éolienne (par rapport au scénario de référence en 2030) ainsi que des augmentations de la production électrique via le biais de la biomasse et du biogaz, il a été estimé que l'expansion de l'électricité renouvelable par rapport au scénario de référence nécessiterait des investissements supplémentaires cumulés d'environ 700 millions € jusqu'en 2030. S'y rajoute des investissements cumulés de la production centralisée de chaleur renouvelable de près de 350 millions € jusqu'en 2030.

Le renforcement et l'expansion du réseau électrique qui s'avère nécessaire pour permettre l'électrification de l'économie luxembourgeoise ainsi que le développement d'un réseau hydrogène attireraient le reste des investissements du secteur de l'énergie.

Graphique 8 : Augmentation des capacités de production électrique renouvelable

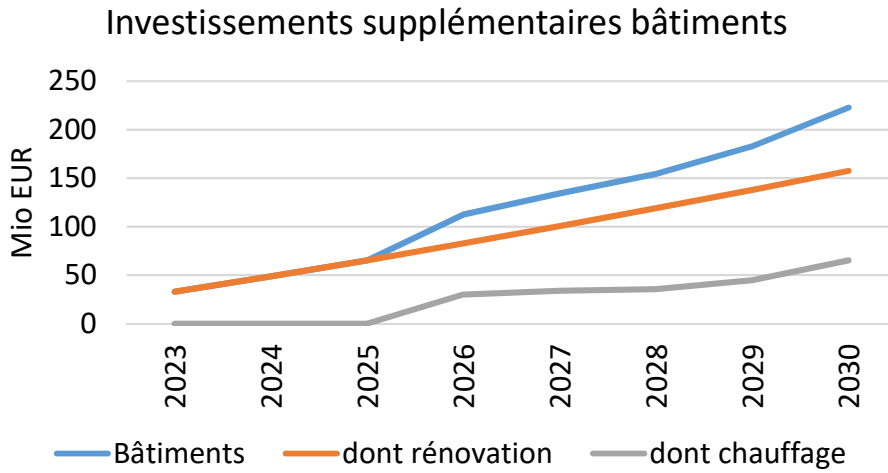


Sources : MEA, STATEC

5.2.4.3 Bâtiments: une hausse progressive des investissements

Le secteur des bâtiments, qui comprend les bâtiments résidentiels et tertiaires, est un secteur relativement lent à décarboner en raison de la longévité des constructions et des installations techniques. Les investissements en la matière augmenteraient au cours du temps. Au début, ils seraient surtout concentrés dans le secteur tertiaire, parallèlement aux audits énergétiques prévus ainsi que les remplacements des chaudières fossiles pour les grands bâtiments tertiaires. Dans le secteur résidentiel, la transition vers les pompes à chaleur lors des remplacements de chaudières fossiles gagnerait de l'élan vers la fin des années 2020 (les pompes à chaleurs sont déjà la référence dans tous les nouveaux bâtiments). Un autre facteur qui gonflerait l'investissement des bâtiments fonctionnels par rapport à l'investissement résidentiel est le coût supérieur d'une rénovation énergétique (estimé à 1.000€/m² pour les bâtiments fonctionnels contre 350-750€/m² pour un bâtiment résidentiel selon la profondeur de rénovation).

Graphique 9 : Croissance des investissements dans le secteur des bâtiments

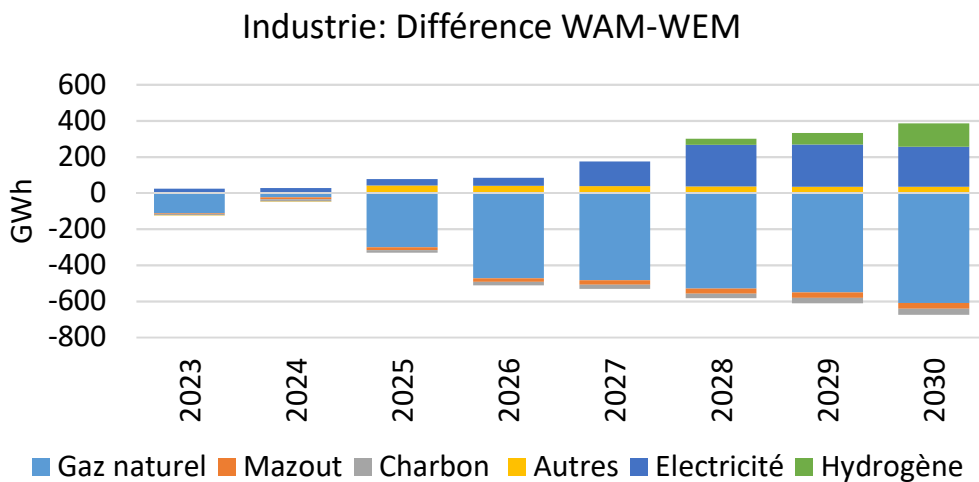


Sources : MEA, STATEC

5.2.4.4 Industrie: une décarbonation ambitieuse dépendant de l’approvisionnement en hydrogène renouvelable

L’industrie nécessiterait des investissements supplémentaires dont l’envergure est similaire à ceux des bâtiments. D’un côté, les industriels chercheraient à investir dans des processus plus efficaces pour améliorer leur efficacité énergétique. De l’autre côté, ils chercheraient à décarboner leur chaîne de production, soit par l’électrification, soit par l’utilisation de l’hydrogène pour les processus nécessitant des températures élevées. L’hydrogène n’a toutefois qu’un rôle secondaire à jouer d’ici 2030, vue que l’approvisionnement des quantités nécessaires en hydrogène renouvelable ne pourra être assuré qu’après 2030 (production encore très limitée et des infrastructures d’acheminement encore manquantes). Les investissements dans le secteur de l’industrie ont été déterminés en estimant les subsides qui seraient attribués à des projets industriels dans les années à venir, ces derniers couvrant de l’ordre de 35% de l’investissement. Il a ainsi été estimé que l’industrie effectuerait des investissements supplémentaires d’environ 850 millions € en cumulé d’ici 2030.

Graphique 10 : Réduction des énergies fossiles dans l’industrie

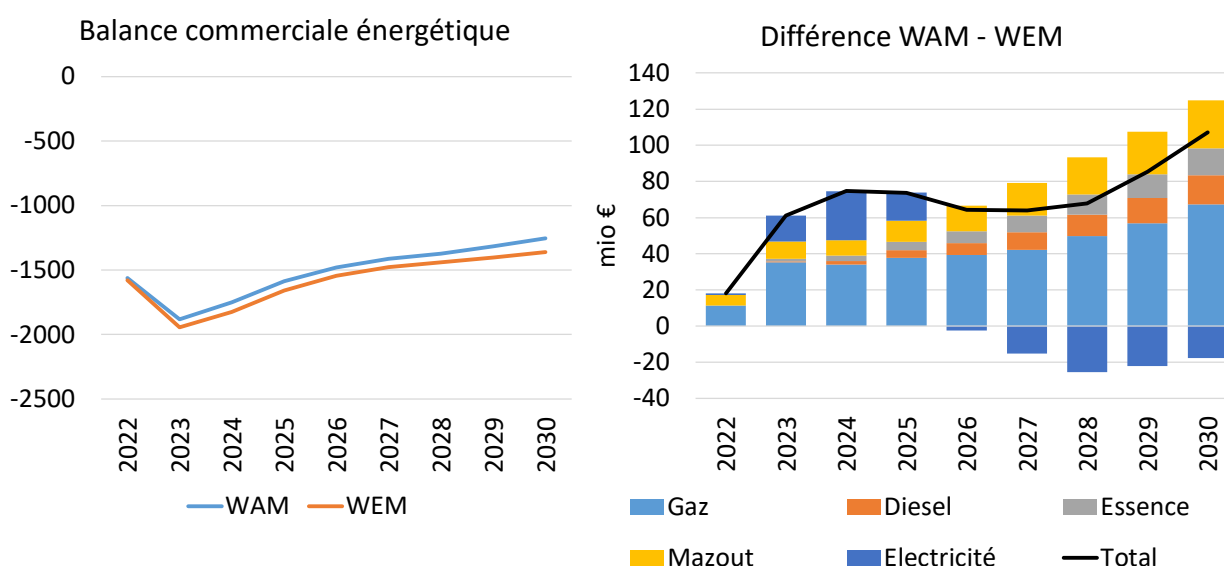


Source : STATEC

5.2.4.5 La composante énergétique de la balance commerciale s'améliorerait avec la transition énergétique

Les investissements supplémentaires requises pour la décarbonation ne permettent pas seulement de réduire les émissions, mais la transition affecte aussi d'autres agrégats macroéconomiques. La balance commerciale⁶⁶, qui est une composante du PIB⁶⁷, sera notamment impactée via sa composante énergétique. L'électrification induit ainsi une baisse progressive des importations fossiles, alors que les gains d'efficacité énergétique associés (une pompe à chaleur étant 3 fois plus efficient que les technologies fossiles) ainsi que la hausse projetée de la production d'électricité au Luxembourg permettraient de limiter la hausse des importations d'électricité. L'impact sur la balance énergétique dépend ainsi de plusieurs facteurs qui font partie intégrante des scénarios élaborés par le STATEC: la trajectoire de prix des énergies fossiles et de l'électricité, la consommation des différents types d'énergie, et la production nationale d'énergie.

Graphique 12 : De moindres importations énergétiques amélioreraient la balance énergétique



Source : STATEC

Les importations énergétiques diminueraient dans les deux scénarios, mais cette baisse serait plus forte dans le scénario WAM que dans le WEM. L'amélioration correspondante de la balance commerciale énergétique s'accroît au fil du temps et atteindrait 100 Mio EUR en 2030. L'impact majeur viendrait de moindres importations de gaz dans le scénario WAM, accompagné par des gains d'efficacité énergétique. Les importations d'électricité augmenteraient tout de même lors de la transition énergétique⁶⁸, mais en raison d'une production nationale plus élevée, le surplus de ces importations resterait contenu. La baisse des importations fossiles étant supérieure à la hausse des importations d'électricité, la balance commerciale énergétique deviendrait moins déficitaire. Notons également que la réduction des importations fossiles mène à une moindre dépendance énergétique envers des pays non-européens, souvent associés à des risques de tensions géopolitiques, alors que les importations d'électricité proviennent des pays partenaires du marché européen d'électricité.

⁶⁶ La balance commerciale est la différence entre la valeur des exportations et des importations (X-M)

⁶⁷ Dans l'optique dépense, le PIB est composé de la consommation finale, des investissements, des dépenses publiques ainsi que de la balance commerciale: $PIB = C + I + G + (X-M)$

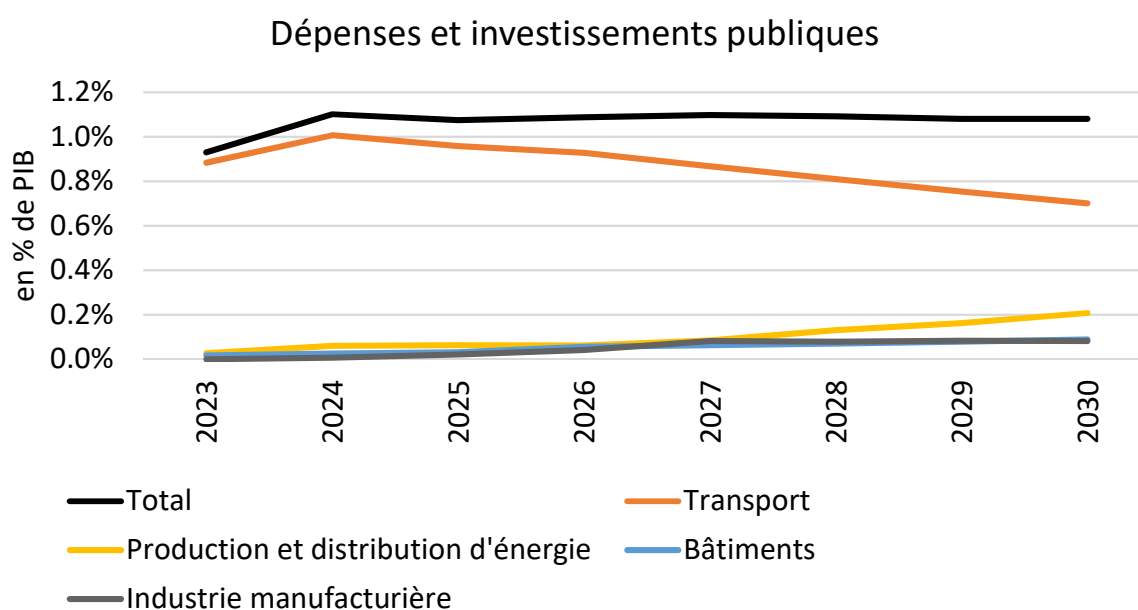
⁶⁸ La différence des importations d'électricité entre WAM et WEM serait la plus importante autour de 2040.

Afin d'aboutir à ces économies d'importations d'énergie, des changements d'équipements (pompes à chaleur, voitures électriques, etc.) préalables sont nécessaires⁶⁹. Ces biens d'investissements étant essentiellement importés, et ayant un prix encore supérieur à leur équivalent fossile (au moins sur les prochaines années), ceci pourrait limiter l'impact favorable sur la balance commerciale totale dans un premier temps. Par contre, cet impact serait neutre sur le PIB, puisque ces importations (relativement plus élevées) constituent en même temps des investissements ou dépenses supplémentaires (cf. note de bas de page 9).

5.2.4.6 Dépenses publiques: un soutien constant de l'Etat pour la transition énergétique

Tous les investissements liés au PNEC impactent directement ou indirectement les dépenses de l'Etat. En plus des investissements publics, les investissements privés seraient effectivement incités par des subventions étatiques. L'alimentation du mécanisme de compensation représenterait également un coût supplémentaire pour l'Etat, estimé à environ 60 millions € en 2030⁷⁰. Les investissements publics englobent la rénovation des bâtiments publics et les investissements dans les infrastructures de mobilité. Ils se situeraient généralement entre 550 et 600 millions € supplémentaires par année. Les subventions concernent les subsides pour la rénovation résidentielle, les véhicules et l'infrastructure de recharge électrique, les subventions pour les industriels et le soutien pour les énergies renouvelables. Celles-ci doubleraient à peu près d'ici 2030 par rapport au scénario WEM pour atteindre 220 millions €. Ainsi, les dépenses de l'Etat liées au PNEC sont estimées à 1.1% du PIB dans la décennie en cours, dont 0.8 pt de % sont liées au PNM.

Graphique 13: Les investissements et dépenses publiques représenteraient 1.1% du PIB



Sources : MECDD, MEA, STATEC

5.2.4.7 Finances publiques: les recettes d'accises reculeraient avec les énergies fossiles

Au-delà des dépenses publiques, les mesures du PNEC auraient aussi un impact sur le budget de l'Etat en impactant les recettes de l'Etat. Avec la diminution des ventes de carburants, surtout celles aux non-résidents, les revenus d'accises correspondantes baisseraient par rapport au scénario de référence. Cette baisse des

⁶⁹ Ces biens d'investissements sont également enregistrés dans la balance commerciale, au-delà de la seule composante énergétique

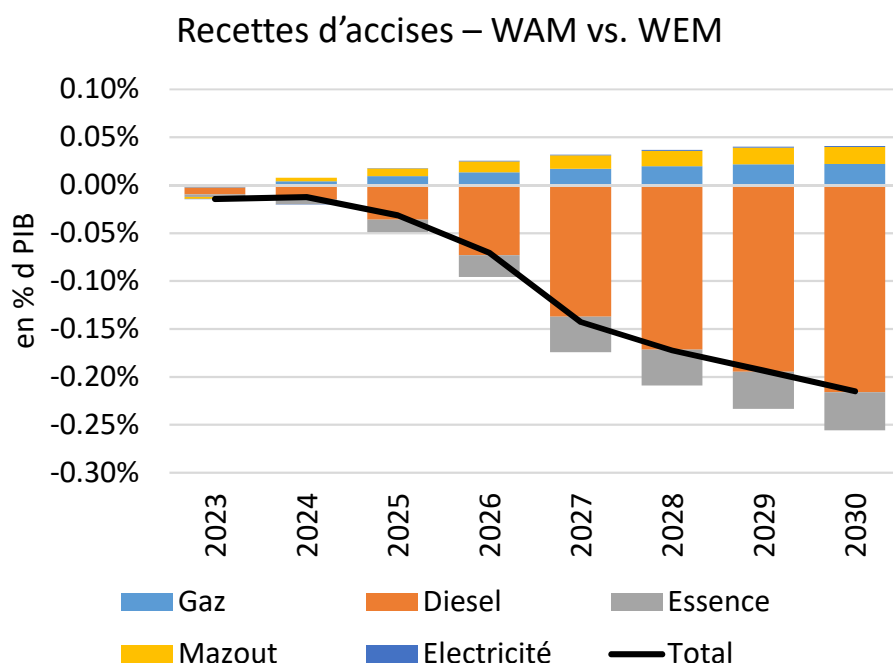
⁷⁰ Le montant prévu pour le mécanisme de compensation en 2030 se chiffre à plus que 140 millions € dans le scénario WAM et à presque 90 millions € dans le scénario WEM

accises traditionnelles serait seulement partiellement compensée par la hausse des recettes liées à la taxe CO₂. Pour les seules recettes d'accises sur le gaz et le mazout, l'augmentation de la taxe CO₂ surcompenserait néanmoins l'effet de la baisse de la consommation, signifiant que les recettes générées par ces produits augmenteraient. Au total, la moins-value par rapport au scénario de référence WEM s'élèverait à environ 0.2 % du PIB en 2030.

La taxe CO₂ lève une partie des fonds nécessaires pour soutenir la transition énergétique, comme 50% des recettes de la taxe CO₂ sont destinées à financer une partie des subventions étatiques susmentionnée, l'autre moitié étant destinée à des mesures de compensation sociale en faveur des ménages à faible revenus.

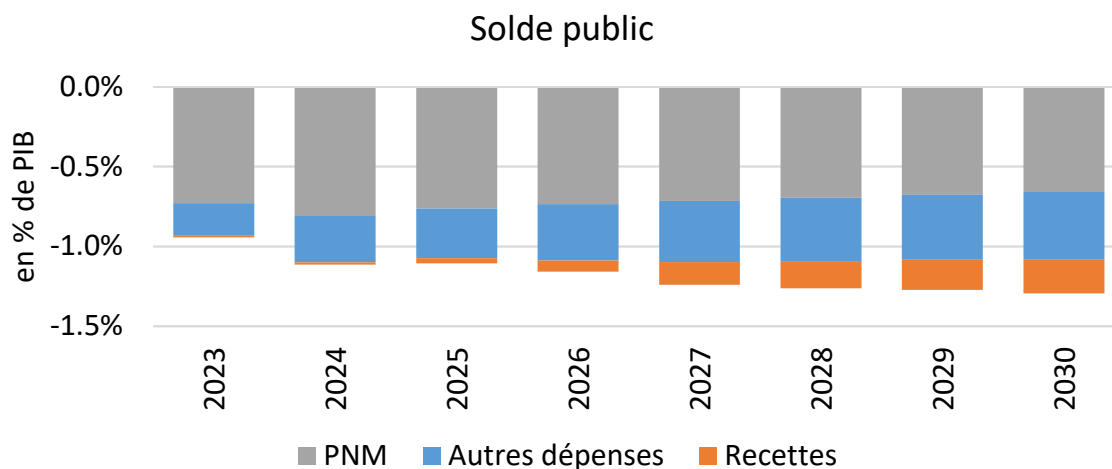
En considérant aussi bien les dépenses supplémentaires de l'Etat que les moins-values de recettes perçues par l'Etat, on peut quantifier l'impact sur le solde public, qui serait de l'ordre de 1.3% de PIB en 2030 par rapport au scénario de référence WEM.

Graphique 14 : L'augmentation de la taxe CO₂ ne compenserait pas le recul des autres accises



Source : STATEC

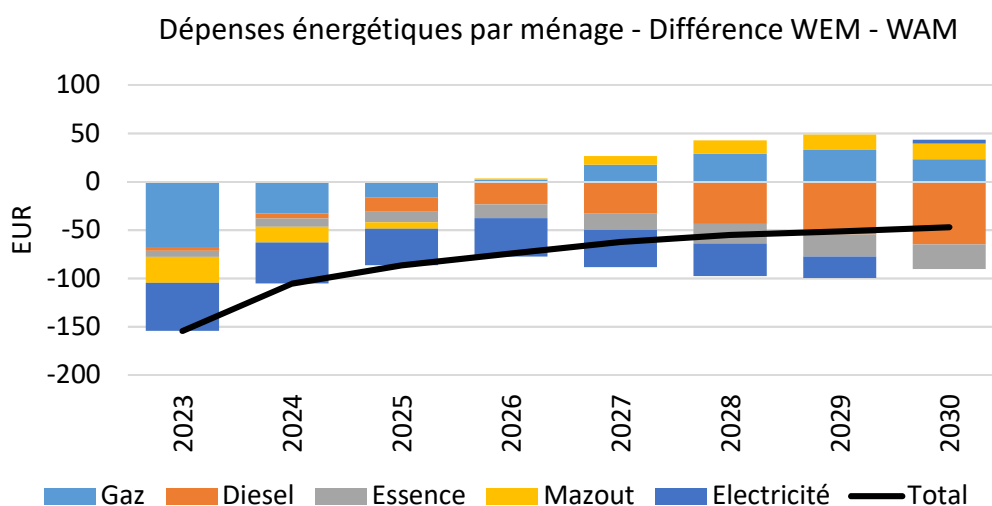
Graphique 15 : Le coût pour les finances publiques augmenterait jusqu'à 1.3% du PIB en 2030



5.2.4.8 Ménages: une baisse de la facture énergétique comme conséquence de la transition énergétique

La transition énergétique réduit la facture énergétique des ménages vu que les gains d'efficacité engendreraient une baisse de la consommation d'énergie. Cet effet baissier l'emporterait sur l'effet à la hausse des prix des énergies fossiles⁷¹. La consommation d'énergie et les dépenses y relatives diminueraient ainsi plus fortement dans le scénario WAM.

Graphique 16 : La facture énergétique des ménages s'allègerait



Source : STATEC

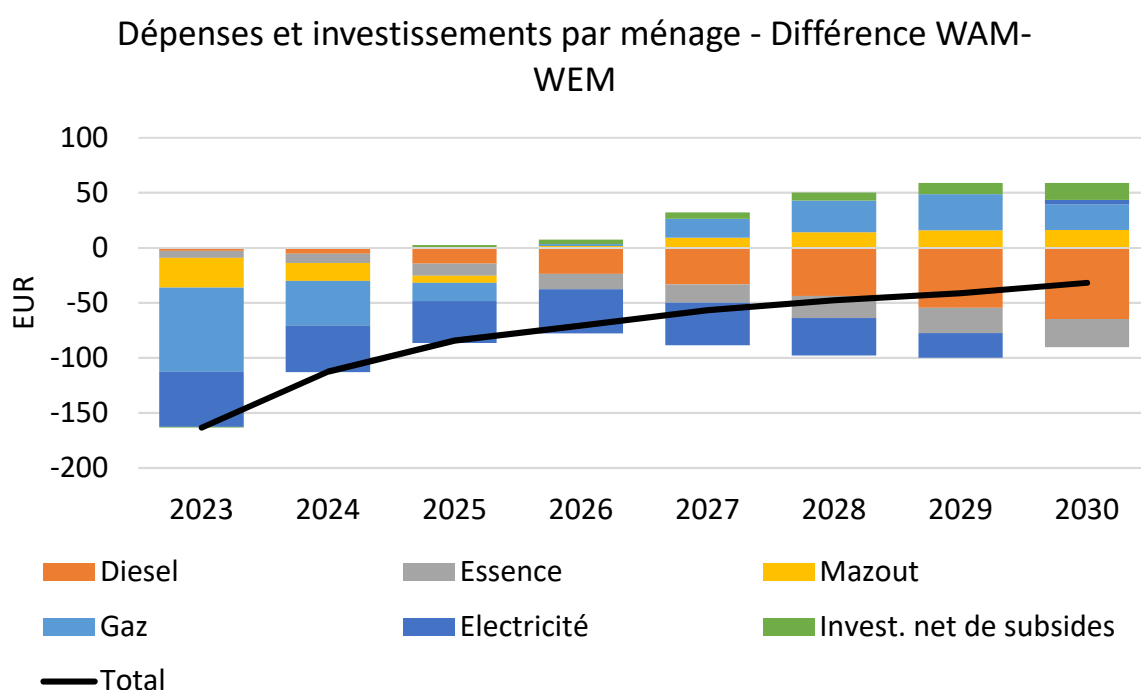
La réduction plus prononcée des dépenses énergétiques dans le scénario WAM signifierait que les ménages auraient plus d'argent à leur disposition pour des usages alternatifs. La réallocation vers d'autres produits et

⁷¹ L'évolution des prix de l'énergie dans les scénarios WEM et WAM a été calculée sur base des trajectoires de prix recommandées par la Commission européenne, ainsi que des mesures de la mise à jour du PNEC ayant des effets sur les prix, notamment la taxe CO₂. Les frais de réseau ont été estimés en tenant compte des investissements nécessaires ainsi que de l'évolution projetée du nombre de raccordements et du volume de consommation.

services, dont le contenu en importation serait plus faible que pour les énergies fossiles (pour lequel il est proche de 100%), pourrait générer un impact favorable sur l'activité économique du pays.

Si la transition énergétique se matérialiserait progressivement en une baisse des dépenses énergétiques, elle requiert néanmoins aussi des investissements pour changer de technologie. Ces investissements supplémentaires des ménages (après subsides) peuvent être amorti sur vingt années, afin de les comparer à la moindre facture énergétique annuelle. On constate dès lors que la réduction des dépenses énergétiques l'emporte sur le coût des investissements supplémentaires requis.

Graphique 17 : La baisse des dépenses en énergie surcompense la hausse des investissements



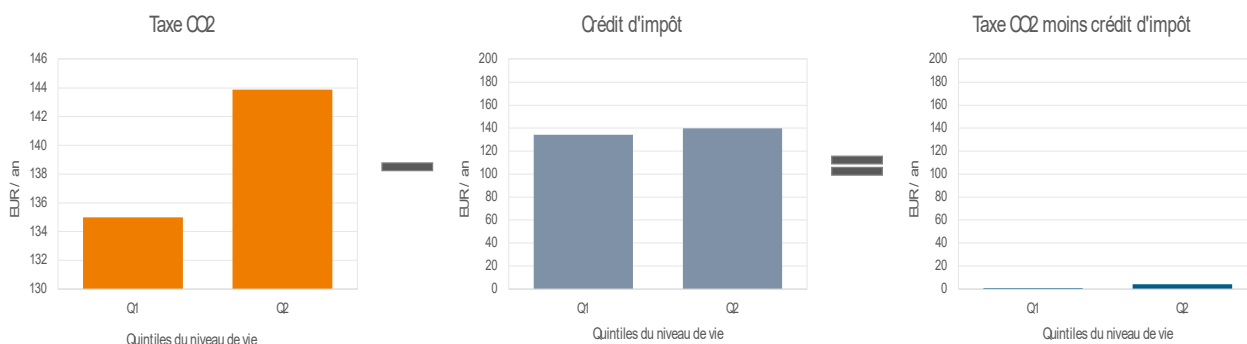
Sources : MECDD, MEA, STATEC (note : investissements amortis sur 20 ans)

La taxe CO₂ renchérit les combustibles fossiles, qui représentent une part relativement plus importante dans les dépenses des ménages à faible revenu (en montants absolus, c'est l'inverse). Afin de soutenir les ménages plus modestes, il a été décidé de consacrer la moitié des recettes générées par la taxe CO₂ à des compensations sociales en faveur des quintiles de revenus inférieurs (via un crédit d'impôt et l'allocation de vie chère)⁷². Lors de l'introduction de la taxe CO₂, le STATEC avait déjà analysé la question⁷³ et montré que le crédit d'impôt permettrait de compenser intégralement la taxe CO₂ pour les premiers quintiles, de sorte que leur budget moyen ne serait pas négativement impacté lors de la transition. Au-delà des dépenses moyennes, notons qu'il y a nécessairement des différences au niveau des ménages individuels, notamment en fonction de leur type de chauffage ou recours à un véhicule thermique.

⁷² L'autre moitié des recettes sera directement utilisée pour financer des mesures climatiques.

⁷³ Cf. « Evaluation de l'impact de la taxe CO₂ », STATEC (2020)

Graphique 18: Le crédit d'impôt compense la taxe CO₂ pour les revenus les plus faibles



Sources: Enquête sur le budget des ménages (version 2019), Université du Luxembourg (Department of Finance), calculs du STATEC

5.2.5 Conclusion

Le PNEC vise la décarbonation de l'économie luxembourgeoise. Cette transition passe par la substitution de capital aux dépenses d'énergies fossiles, ce qui nécessite des investissements supplémentaires conséquents. Ceux-ci constituent des injections dans le circuit économique et pourraient ainsi mener à une activité plus élevée. En effet, la plupart des études internationales estiment que la transition aurait un impact positif sur le PIB, mais d'une ampleur limitée. En appliquant sur le Luxembourg les extrémités de la fourchette d'estimation issue d'une revue de la littérature à l'horizon 2050, on aboutirait à un différentiel de croissance annuelle entre -0.05% à +0.1%. Cette fourchette est probablement trop large, différents facteurs suggérant un impact encore plus limité de la transition énergétique sur l'activité au Luxembourg. L'impact potentiel de la transition paraît ainsi négligeable, surtout à l'horizon 2030. De plus, le découplage entre les émissions et l'activité économique induit qu'une trajectoire légèrement différente du PIB ne remettrait pas en cause les objectifs climatiques nationaux. Par conséquent la même croissance économique a été retenue dans les scénarios WEM et WAM.

Un chiffrage bottom-up des investissements et dépenses supplémentaires requises s'élèverait jusqu'à 1.7% du PIB en 2030. Ces investissements et dépenses seraient mobilisés aussi bien par des acteurs privés et publics. En plus des investissements publics, l'Etat soutiendrait financièrement les efforts des entreprises et ménages. Au-delà des hausses des dépenses publiques, la baisse des ventes de carburants provoquerait une diminution des recettes de l'Etat. Le coût pour les finances publiques augmenterait ainsi progressivement jusqu'à 1.3% du PIB en 2030. Les ménages bénéficieraient en revanche d'une baisse de leurs dépenses énergétiques. Cette baisse serait d'ailleurs plus prononcée que la hausse requise des investissements.

Au total, la hausse des investissements (privés et publics) et la baisse des dépenses énergétiques (montants alors disponibles pour la consommation) sont susceptibles d'avoir un impact positif sur l'activité, mais qui serait très limité. En fait, la transition énergétique qui réduira drastiquement les émissions et s'accompagnera par des changements importants à plusieurs niveaux, n'aurait probablement qu'un impact négligeable sur l'activité d'un point de vue macroéconomique.

5.2.6 Bibliographie

Allen, T. et al. (2020). *Climate-Related Scenarios for Financial Stability Assessment: an Application to France*. Banque de France. <https://publications.banque-france.fr/sites/default/files/medias/documents/wp774.pdf>

Bureau Fédéral du Plan. (2016). *Les impacts macroéconomiques de la transition bas carbone en Belgique-Annexe 2: Résultats de la modélisation HERMES*. <https://climat.be/doc/macro-low-carbon-annex-2-hermes.pdf>

Callonnec, G. & Cancé, R. (2022). *Évaluation macroéconomique de la Stratégie nationale bas-carbone (SNBC2) avec le modèle ThreeME*. Ministère de la transition écologique. https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/%C3%89valuation%20macro%C3%A9conomique%20de%20la%20Strat%C3%A9gie%20nationale%20bas-carbone_0.pdf

Commission européenne. (2018). *In-depth Analysis in Support of the Commission Communication COM(2018) 773 A Clean Planet for all A European long-term strategic vision for a prosperous, modern, competitive and climate neutral economy*. https://climate.ec.europa.eu/system/files/2018-11/com_2018_733_analysis_in_support_en.pdf

Commission européenne. (2020). *Impact Assessment accompanying the document Stepping up Europe's 2030 climate ambition, Investing in a climate-neutral future for the benefit of our people*. https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:749e04bb-f8c5-11ea-991b-01aa75ed71a1.0001.02/DOC_1&format=PDF

Commission européenne. (2021). *Impact Assessment Report accompanying the document Proposal for a regulation of the European Parliament and of the Council establishing a carbon border adjustment mechanism*. https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:be5a8c64-e558-11eb-a1a5-01aa75ed71a1.0001.02/DOC_1&format=PDF

Commission européenne. (2023, mai). *Carbon Border Adjustment Mechanism [Factsheet]*. <https://taxation-customs.ec.europa.eu/system/files/2023-05/20230510%20CBAM%20factsheet.pdf>

Darracq-Pariès, M., Dees, S., Hurst, I. & Liadze, I. (2022). *NGFS Climate Scenarios Sensitivity Analysis to Macroeconomic Policy Assumptions: Technical document*. Network for Greening the Financial System. https://www.ngfs.net/sites/default/files/media/2022/09/02/ngfs_climate_scenarios_sensitivity_analysis.pdf

Didier, M., Koleda, G. & Trotignon, R. (2022). *Les enjeux économiques de la décarbonation de la France*. Rexecode. <http://www.rexecode.fr/public/Analyses-et-previsions/Documents-de-travail/Enjeux-economiques-de-la-decarbonation-en-France-une-evaluation-des-investissements-necessaires>

Epaulard, A., Pommeret, A., & Schubert, K. (2023). *Les incidences économiques de l'action pour le climat – Rapport thématique : Productivité*. France Stratégie. <https://www.strategie.gouv.fr/sites/strategie.gouv.fr/files/atoms/files/fs-2023-les-incidences-economiques-de-laction-pour-le-climat-thematique-productivite.pdf>

Fontagné, L., et al. (2023). *Les incidences économiques de l'action pour le climat – Rapport thématique : Compétitivité*. France Stratégie. <https://www.strategie.gouv.fr/sites/strategie.gouv.fr/files/atoms/files/fs-2023-les-incidences-economiques-de-laction-pour-le-climat-thematique-competitivite.pdf>

IEA (2023). *Global EV Outlook 2023*. <https://iea.blob.core.windows.net/assets/dacf14d2-eabc-498a-8263-9f97fd5dc327/GEVO2023.pdf>

- IPCC. (2022). *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Lösschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press. doi:10.1017/9781009325844
- NGFS. (2022). *NGFS Scenario Explorer hosted by IIASA*. <https://data.ene.iiasa.ac.at/ngfs/#/workspaces>
- OECD. (2012). *OECD Environmental Outlook to 2050: The Consequences of Inaction*. <https://doi.org/10.1787/9789264122246-en>.
- OECD. (2017). *Investing in Climate, Investing in Growth*. <https://doi.org/10.1787/9789264273528-en>.
- OECD. (2021). *Assessing the Economic Impacts of Environmental Policies: Evidence from a Decade of OECD Research*. <https://doi.org/10.1787/bf2fb156-en>.
- Pisani-Ferry J. (2022). The missing macroeconomics of climate action. In Tagliapietra S., Wolff G. B. & Zachmann G. (eds.), *Greening Europe's post-Covid-19 Recovery* (coll. « Bruegel Blueprint series », n° 32, février, p. 63-87). Bruegel.
- Pisani-Ferry, J., & Mahfouz, S. (2023). *Les incidences économiques de l'action pour le climat*. France Stratégie. <https://www.strategie.gouv.fr/sites/strategie.gouv.fr/files/atoms/files/2023-incidences-economiques-rapport-pisani-5juin.pdf>
- STATEC. (2012). *Regards sur l'impact des mesures budgétaires*. <https://statistiques.public.lu/dam-assets/catalogue-publications/regards/2012/regards-21-12.pdf>
- STATEC. (2020). *Evaluation de l'impact de la taxe CO2*. <https://statistiques.public.lu/dam-assets/catalogue-publications/analyses/2020/analyses-08-20.pdf>
- Stern, N. (2007). *The Economics of Climate Change: The Stern Review*. Cambridge University Press.

5.3 Incidences des politiques et mesures planifiées sur les autres Etats membres et la coopération régionale

Le Luxembourg fait partie du marché intérieur de l'énergie de l'Union Européenne. En raison de sa taille et de ses caractéristiques démographiques et géographiques, le Luxembourg dépend à plus d'un titre des évolutions dans d'autres pays européens, et notamment dans les pays voisins. A cause des mêmes raisons, l'influence directe du Luxembourg sur le reste du marché européen de l'énergie peut être considérée comme faible. Une exception est la centrale de pompage-turbinage de Vianden, qui contribue de manière importante à la sécurité d'approvisionnement du système électrique de l'Europe centrale.

En raison de l'importance de l'intégration régionale et européenne, le Luxembourg s'engage de manière proactive à différents niveaux, en particulier dans le cadre du Penta et de la NSEC. Pour plus de détails concernant ces coopérations régionales et les répercussions sur les pays voisins respectifs, voir les chapitres 1.4.1 et 1.4.2.

5.4 Contribution des politiques et mesures planifiées à la réalisation de l'objectif de neutralité climatique de l'Union

La loi modifiée du 15 décembre 2020 relative au climat stipule la **neutralité climatique**, qui consiste à atteindre le « zéro émissions nettes », **d'ici 2050 au plus tard** comme l'objectif climatique à long terme du Luxembourg. Les projections du scénario WAM à l'horizon 2050 (voir Tableau 67 et Figure 65 : Projection WAM des émissions et absorptions totales (émissions ESR / loi climat + émissions ETS + absorptions nettes LULUCF) de 2031 à 2050 (avec projection WAM des émissions ESR / loi climat en comparaison à la trajectoire des allocations d'émissions annuelles à l'horizon 2030 (loi climat) et émissions historiques de 2015 à 2021)) suggèrent que **les politiques et mesures de la mise à jour du PNEC permettraient déjà d'approcher la neutralité climatique en 2050**. En effet, dans le scénario WAM, il reste des émissions nettes totales d'environ 1 million t CO_{2eq} en 2050, en sommant toutes les émissions et absorptions de GES, ce qui représente une réduction de plus de 91% par rapport à l'année 2005.

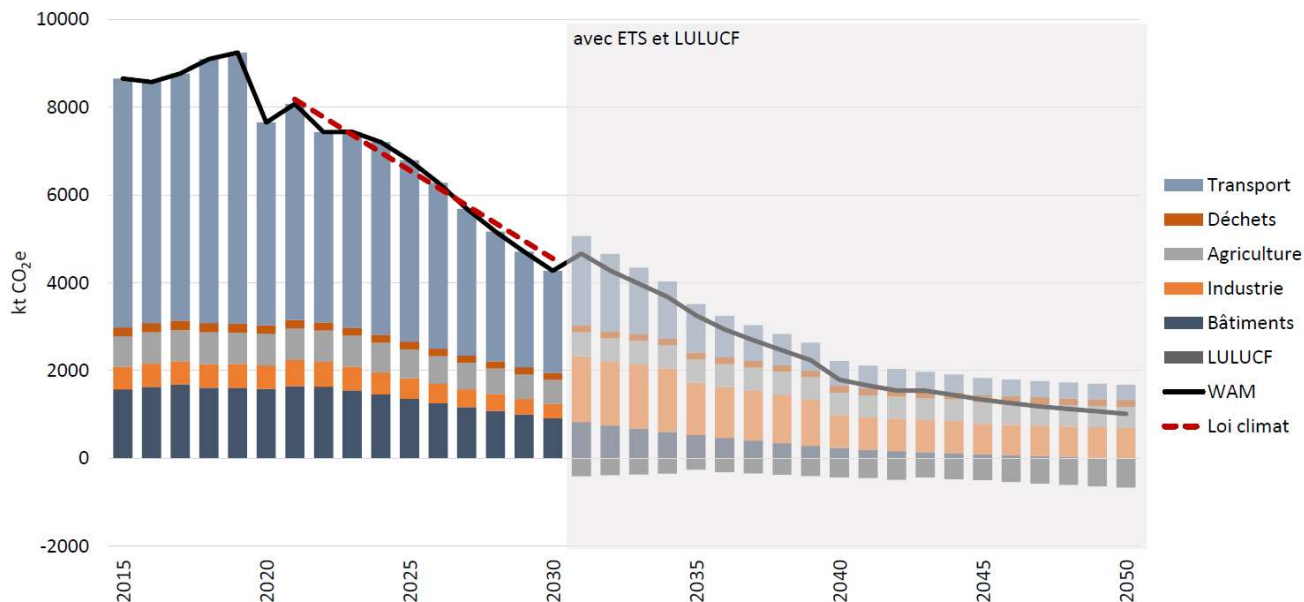
Tableau 67 : Projections des émissions et absorptions de GES jusqu'en 2050 sur la base des politiques et mesures additionnelles (nouvelles et renforcées) (**scénario WAM**)

[Milliers de tonnes CO _{2eq} (AR5)]	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Industries de l'énergie et manufacturières, construction	471	330	256	182	127	109
Transports	4128	2326	1104	566	394	342
Bâtiments résidentiels et tertiaires	1360	915	538	236	98	1
Agriculture et sylviculture	658	545	528	511	496	484
Traitement des déchets et des eaux usées	174	157	156	154	155	158
EMISSIONS ESR / loi climat	6790	4273	2583	1649	1270	1093
EMISSIONS ETS	1304	1227	932	571	562	583
EMISSIONS TOTALES – ESR / loi climat & ETS	8094	5500	3514	2220	1832	1676
LULUCF	-431	-430	-256	-428	-493	-660
BILAN TOTAL – ESR / loi climat & ETS & LULUCF	7663	5070	3258	1792	1339	1016

Source : Statec, AEV & SER (2023)

Les secteurs présentant les émissions résiduelles les plus élevées en 2050 sont l'industrie et l'agriculture. Bien que des efforts, mesures et solutions supplémentaires soient nécessaires et possibles, il semble difficile voire impossible de réduire à zéro les émissions dans ces deux secteurs à cause d'émissions inhérentes à certains procédés industriels ou à l'élevage de bétail. **Afin de combler la lacune, il s'avère d'autant plus important de consolider les puits de carbone naturels (LULUCF) et de développer les technologies de captage et d'utilisation du carbone (Carbon Capture and Utilisation (CCU) ou Direct Air Capture (DAC))**. A noter que les technologies de captage et d'utilisation du carbone n'ont pas encore été prises en compte dans les projections.

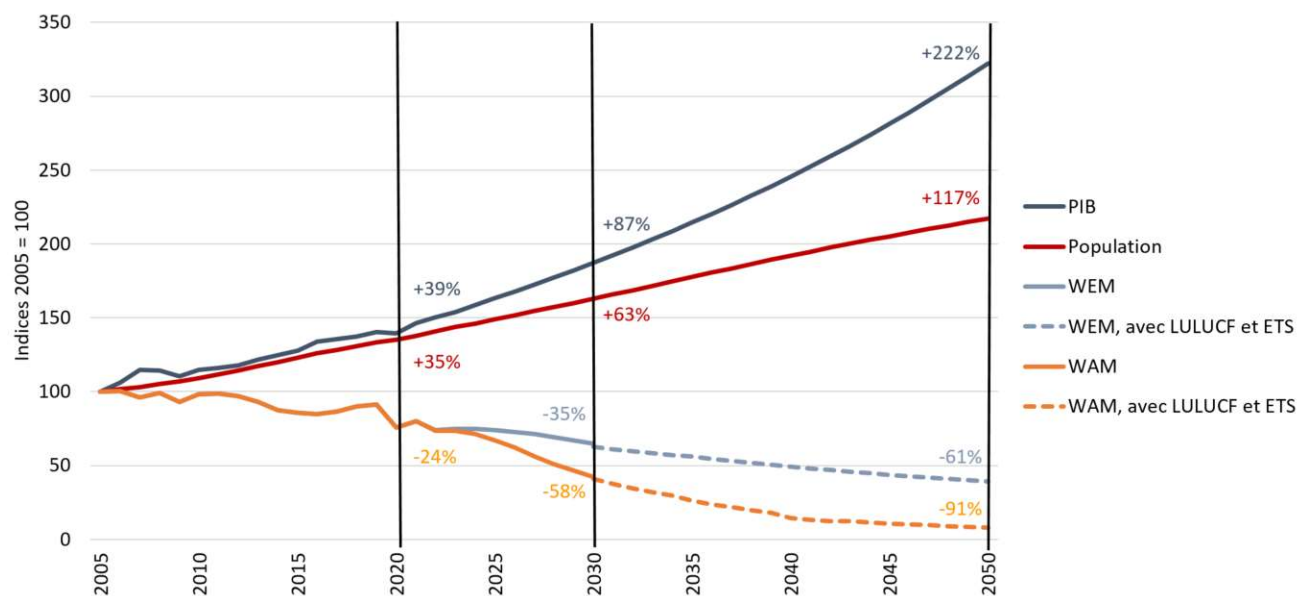
Figure 65 : Projection WAM des émissions et absorptions totales (émissions ESR / loi climat + émissions ETS + absorptions nettes LULUCF) de 2031 à 2050 (avec projection WAM des émissions ESR / loi climat en comparaison à la trajectoire des allocations d'émissions annuelles à l'horizon 2030 (loi climat) et émissions historiques de 2015 à 2021)



Source : Statec, AEV & SER (2023) ; Inventaire des émissions de GES (soumission de mars 2023) ; Loi relative au climat

La croissance démographique projetée du Luxembourg est un autre défi de taille auquel est confronté l'objectif de la neutralité climatique. Or, comme illustré à la Figure 66, les projections suggèrent qu'un **découplage entre la croissance démographique et les émissions de GES** est possible.

Figure 66 : Découplage entre croissance et émissions de GES



Source : Statec (2023)

Liste des abréviations

BEI	Banque Européenne d'Investissement
BIM	Building Information Modelling
ETS	EU Emissions Trading System (système d'échange de quotas d'émission de gaz à effet serre de l'UE)
FNR	Fonds National de la Recherche
GES	Gaz à Effet de Serre
GIEC	Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (IPCC)
kt CO ₂ eq	kilotonnes équivalents de dioxyde de carbone
LISER	Luxembourg Institute for Socio-Economic Research
LIST	Luxembourg Institute of Science and Technology
LULUCF	Land Use, Land Use Change and Forestry (utilisation des terres, changements d'affectation des terres et foresterie (UTCATF))
MA	Ministère de l'Agriculture, de la Viticulture et du Développement rural
MDIGI	Ministère de la Digitalisation
ME	Ministère d'État
MEA	Ministère de l'Énergie et de l'Aménagement du territoire
MECDD	Ministère de l'Environnement, du Climat et du Développement durable
MECO	Ministère de l'Économie
MENEJ	Ministère de l'Éducation nationale, de l'Enfance et de la Jeunesse
MESR	Ministère de l'Enseignement supérieur de la Recherche
MFAMIGR	Ministère de la Famille, de l'Intégration et à la Grande Région
MFIN	Ministère des Finances
MFP	Ministère de la Fonction publique
MINT	Ministère de l'Intérieur
MLOG	Ministère du Logement
MMTP	Ministère de la Mobilité et des Travaux publics
MPC	Ministère de la Protection des consommateurs
MSS	Ministère de la Sécurité sociale
MTEESS	Ministère du Travail, de l'Emploi et de l'Économie sociale et solidaire
Mt CO ₂ eq	millions de tonnes équivalents de dioxyde de carbone

NCER	National Centre of Excellence in Research
NSEC	North Seas Energy Cooperation
NZEB	Nearly Zero Energy Building(s) (bâtiment(s) à consommation d'énergie quasi nulle)
PIB	Produit Intérieur Brut
PME	Petites et Moyennes Entreprises
PNEC	Plan National intégré en matière d'Energie et de Climat du Luxembourg pour la période 2021-2030
RDI	Recherche, Développement et Innovation
TRL	Technology Readiness Level
UE	Union Européenne