

3.3.10 Energie



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

4.10 Energie

4.10.1	Evaluer régulièrement l'impact du changement climatique sur la sécurité de l'énergie
4.10.2	Diversifier l'approvisionnement énergétique pour accroître la résilience globale du système énergétique
4.10.3	Renforcement de la préparation aux risques
4.10.4	Coopération régionale et européenne en matière de sécurité d'approvisionnement
4.10.5	Plans de développement des réseaux
4.10.6	Digitalisation et flexibilité
4.10.7	Accroître le déploiement d'énergie renouvelable et décentralisée – « Prosumerprinzip »
4.10.8	Développer les énergies renouvelable
4.10.9	Mise en œuvre d'installations pilotes agrivoltaïques et leur évaluation
4.10.10	Améliorer l'efficacité énergétique et réduire la consommation nette d'énergie

4.10.1 Evaluer régulièrement l'impact du changement climatique sur la sécurité de l'énergie

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

Indicateur de suivi : Rapports sur la sécurité d'approvisionnement dans les secteurs de l'électricité et de gaz au Luxembourg

Description de la mesure : Selon l'article 11(3) de la loi modifiée du 1^{er} août 2007 relative à l'organisation du marché de l'électricité et l'article 16 de la loi modifiée du 1^{er} août 2007 sur l'organisation du marché du gaz naturel des rapports sur la sécurité et la qualité de l'approvisionnement en électricité et en gaz naturel sont préparés tous les deux ans, portant sur la sécurité d'exploitation du réseau, l'équilibre escompté entre l'offre et la demande, les perspectives en matière de sécurité d'approvisionnement, ainsi que les projets d'investissement des gestionnaires de réseau. Il est prévu qu'un rapport similaire soit réalisé pour l'hydrogène dans les années à venir.

Autorité responsable : Commissaire du Gouvernement à l'Energie (suivi Ministère de l'Économie)

Lien avec d'autres mesures : Toutes les mesures mentionnées sous 4.10 (Energie)

4.10.2 Diversifier l'approvisionnement énergétique pour accroître la résilience globale du système énergétique

Objectif de la mesure : réduire la dépendance énergétique.

Indicateur de suivi : 27 % de l'énergie issue de la production au niveau national d'ici 2030 (37% avec coopération européenne)

Description de la mesure : Le Luxembourg est largement dépendant dans son approvisionnement énergétique : la majeure partie des besoins en énergie est couverte par des importations. Pour garantir l'approvisionnement et pour éviter une dépendance trop forte au niveau géographique, le gouvernement œuvre à diversifier les sources d'approvisionnement en énergies. Afin de d'atteindre ces objectifs, il est indispensable de soutenir le développement des énergies renouvelables sur le territoire national, y compris les communautés décentralisées de production et d'énergie, et de promouvoir l'efficacité énergétique et les économies d'énergie. Dans ce contexte, il est néanmoins à rappeler qu'un recours accru à l'énergie produite à partir de la biométhanisation peut entraîner une augmentation des émissions de particules fines, pour lesquelles le Luxembourg a une obligation de réduction d'ici 2030 en vertu de la directive NEC. Il est donc important de ne pas tout miser sur la même source d'énergie, mais d'avoir une diversification. La coordination de cette mesure et plus globalement de la politique énergétique du gouvernement est effectuée par le ministère ayant l'énergie dans ses attributions.

Autorité responsable : Ministère de l'Économie

Lien avec d'autres mesures : 4.7.1 (Standard toiture)

4.10.3 Renforcement de la préparation aux risques

Objectif de la mesure : Améliorer la résilience du système énergétiques.

Indicateur de suivi : Mise à jour des plans nationaux de prévention des risques

Description de la mesure : Avec les effets du changement climatique (et des effets cascades liés au changement climatique), il est indispensable de diversifier et de renforcer la sécurité d'approvisionnement énergétique. Que ce soit en matière d'infrastructures résilientes au Luxembourg ou en approvisionnement à l'étranger, le changement climatique et les événements climatiques extrêmes peuvent perturber le système énergétique. Le Gouvernement appliquera et améliorera les plans nationaux de prévention des risques dans les domaines de l'électricité, du gaz, du pétrole, et dans le futur, de l'hydrogène Cette action sera menée dans le cadre d'un effort concerté au niveau des ministères concernés, du Haut-commissariat à la protection nationale, des gestionnaires de réseau et d'autres acteurs concernés du secteur. Des mesures spécifiques visant à renforcer l'infrastructure technique, à la rendre plus fiable, plus

interconnectée, prête à une production décentralisée accrue et à garantir l'importation et l'approvisionnement seront également prévues. Une attention particulière sera accordée aux infrastructures critiques du secteur énergétique.

Autorité responsable : Ministère de l'Économie & Haut-commissariat à la protection nationale & gestionnaires de réseau

Lien avec d'autres mesures : 4.10.1 (Impact énergie)

4.10.4 Coopération régionale et européenne en matière de sécurité d'approvisionnement

Objectif de la mesure : Améliorer la résilience du système énergétiques et réduire la dépendance énergétique.

Indicateur de suivi : Participation aux groupes régionaux et européens

Description de la mesure : Afin de coordonner et implémenter des stratégies et mesures régionaux et européennes en matière de sécurité d'approvisionnement, le Luxembourg participe à divers groupes, dont notamment le Forum Pentalatéral de l'Énergie, les groupes de coordination de l'Union Européenne de l'électricité et du gaz, ainsi que le groupe de crise BeLux pour le gaz naturel.

Autorité responsable : Ministère de l'Économie

Lien avec d'autres mesures : 4.10.1 (Energie)

4.10.5 Plans de développement des réseaux

Objectif de la mesure : Améliorer la résilience du système énergétiques et réduire la dépendance énergétique.

Indicateur de suivi : Elaboration de plans de développement du réseau de transport et de distribution.

Description de la mesure : Mise en place de plans de développement du réseau pour les réseaux de transport et de distribution, dans le but de favoriser l'intégration des installations de production utilisant des sources d'énergie renouvelables, de faciliter le déploiement des installations de stockage d'énergie et l'électrification du secteur des transports, et de fournir aux utilisateurs du

réseau des informations pertinentes sur les extensions ou améliorations prévues du réseau.

Autorité responsable : Gestionnaires de réseau (suivi Ministère de l'Économie)

Lien avec d'autres mesures : 4.10.1 (Energie), 4.10.2 (Diversité énergétique), 4.10.8 (Energie renouvelable)

4.10.6 Digitalisation et flexibilité du système énergétique

Objectif de la mesure : Améliorer la résilience du système énergétiques et réduire la dépendance énergétique.

Indicateur de suivi : Lancement d'une plateforme de données énergétiques et introduction de mesures pour promouvoir la flexibilité dans le réseau électrique.

Description de la mesure : La mise en œuvre d'une plateforme informatique nationale de données énergétiques permettra une meilleure transparence et efficacité du marché d'électricité et de gaz naturel, facilitera des nouveaux services comme celle de la flexibilité, de la participation active de la demande à l'équilibrage du système, et aidera au marché à tirer parti des gains d'efficacité sur le plan technique et économique.

Afin d'accroître davantage la flexibilité dans le secteur de l'électricité, des mesures supplémentaires seront prises, telles que l'établissement du cadre réglementaire pour l'agrégation, l'introduction d'une nouvelle structure tarifaire, le déploiement de prix de l'électricité dynamiques, ainsi qu'une étude sur les besoins futurs en flexibilité du réseau électrique.

Autorités responsables : Ministère de l'Économie, Gestionnaire de réseau de transport d'électricité, ILR

Lien avec d'autres mesures : 4.10.1 (Energie), 4.10.2 (Diversité énergétique), 4.10.8 (Energie renouvelable)

4.10.7 Accroître le déploiement d'énergie renouvelable et décentralisée « Prosumerprinzip »

Objectif de la mesure : Améliorer la résilience du système énergétiques et réduire la dépendance énergétique.

Indicateur de suivi : 28,5 % de l'énergie issue de la production au niveau national pour 2030 (37% avec coopération européenne)

Description de la mesure : A côté de l'efficacité énergétique, le développement des énergies renouvelables est crucial en vue d'atteindre l'objectif de neutralité carbone d'ici 2050. L'approvisionnement énergétique devra être durable, sûr et compétitif dans un contexte de décarbonation et de digitalisation. La transformation du système de production centralisé vers un système plus décentralisé sera un élément clé de la transition énergétique. Le consommateur participera à l'implémentation de la flexibilité de la demande d'énergie pour faciliter l'intégration des énergies renouvelables. La production et la consommation d'électricité de manière décentralisée contribue à la stabilité du réseau. Le « Prosumerprinzip » (producteur et consommateur d'électricité en une seule personne) encourage l'autoconsommation d'énergie produite de manière durable. Ce concept peut être encore renforcé par le développement de communautés énergétiques locales, où les composantes de production et de consommation peuvent être optimisées. La décentralisation énergétique repose sur plusieurs moyens de production : photovoltaïque, géothermie, éolien, etc. L'exploitation décentralisée au niveau national des énergies renouvelables permet de faire face aux différentes perturbations de l'approvisionnement en énergie. Afin d'atteindre les objectifs de développement des énergies renouvelables sur le territoire national, les mesures prévues dans le plan national intégré en matière d'énergie et de climat du Luxembourg (PNEC) seront mises en œuvre. Il est néanmoins à rappeler qu'un recours accru à l'énergie produite à partir de la biomasse (au lieu des autres technologies) peut entraîner une augmentation des émissions de particules fines, pour lesquelles le Luxembourg a une obligation de réduction d'ici 2030 en vertu de la directive NEC.

Autorité responsable : Ministère de l'Économie

Lien avec d'autres mesures : 4.7.1 (Standard toiture), 4.7.4 (Rénovation énergétique), 4.10.5 (Energie renouvelable)

4.10.8 Développer les énergies renouvelables

Objectif de la mesure : Améliorer la résilience du système énergétiques et réduire la dépendance énergétique.

Indicateur de suivi : 28,5 % de l'énergie issue de la production au niveau national pour 2030 (37% avec coopération européenne)

Description de la mesure : D'une manière générale, le développement des énergies renouvelables est un pilier central dans la décarbonation de notre société vers l'objectif de la

neutralité carbone en 2050. Pour le Luxembourg l'augmentation de la part des énergies renouvelables dans la consommation finale brute d'énergie par rapport au PNEC 2020 passera en principe de 25 % à 37 % en 2030, suite aux différents plans établis par le législateur européen, dont « Green Deal », au « Fit for 55 », au « REPowerEU » et à la révision de la directive 2018/2001 relative aux énergies renouvelables par la directive 2023/2413 du 18 octobre 2023.

Une grande partie de cet objectif sera réalisé sur le territoire national, notamment grâce au déploiement ambitieux de l'éolien et du solaire pour le secteur de l'électricité renouvelable, des pompes à chaleur pour le secteur de la chaleur et de l'électromobilité pour le secteur des transports.

Le déploiement accéléré du photovoltaïque passera non seulement par les installations privées et l'autoconsommation, mais également par les appels d'offres pour les grandes installations. Pour l'éolien, à côté des nouvelles installations, les projets de « Repowering » et l'accélération des procédures d'octroi de permis auront un rôle important à jouer. Dans ce cadre d'autres voies sont à l'étude, notamment le déploiement d'installations photovoltaïques et d'éoliennes le long des autoroutes, et pour l'éolien en particulier, l'installation dans des zones d'activités et à proximité des forêts à faible valeur écologique.

D'autres mesures notables, sont d'un côté la stratégie biogaz et la stratégie hydrogène. La stratégie biogaz a comme objectifs de valoriser 50 % du gisement des effluents d'élevage avec un maximum de 1 million de tonnes par an, de mobiliser 75 % du potentiel des biodéchets et des déchets de verdure et limiter la surface utilisée pour la production de cultures dédiées à 1.500 ha. La stratégie hydrogène contient sept mesures clés dont, l'établissement d'un cadre légal ou encore le développement d'une infrastructure pour le transport et le stockage de l'hydrogène et utilisation de l'hydrogène ou de ses dérivés dans les secteurs de l'industrie difficilement électrifiables.

A côté des ambitions et réalisations nationales, les mécanismes de coopération européenne restent un outil important pour atteindre l'objectif de 2030. Parmi ces mécanismes on retrouve les transferts statistiques, auxquels le Luxembourg a déjà eu recours en 2018 et 2020. Un accord de coopération a été signé avec le Danemark pour la période 2021-2025. Une autre mesure de coopération est le mécanisme de financement des énergies renouvelables de l'Union auquel le Luxembourg a participé lors des trois premiers appels à candidatures.

Autorité responsable : Ministère de l'Économie

Lien avec d'autres mesures : 4.7.4 (Rénovation énergétique), 4.10.2 (Diversifier l'approvisionnement énergétique pour accroître la résilience globale du système énergétique), 4.10.7 (accroître le déploiement d'énergie renouvelable et décentralisée « Prosumerprinzip »), 4.13.13 (Mise en œuvre d'un concept de conseil intégré en matière agricole)

4.10.9 Mise en œuvre d'installations pilotes agrivoltaïques et leur évaluation

Objectif de la mesure : Améliorer la résilience du système énergétiques et réduire la dépendance énergétique.

Indicateur de suivi : Evaluation du potentiel d'installations agrivoltaïques

Description de la mesure : Lorsqu'il est mis en œuvre de façon appropriée, l'Agri-PV peut augmenter l'efficacité d'utilisation des terres, protéger contre des aléas climatiques, préserver ou augmenter la biodiversité et présenter une source de revenus supplémentaire pour les agriculteurs, à la lumière de la diversification. Dans le cadre d'une collaboration entre trois ministères, un appel d'offres pilote a été lancé pour garantir une situation gagnant-gagnant pour la production agricole, la production d'électricité renouvelable et la biodiversité. En effet, une production agricole p.ex. des fruitiers sous des panneaux photovoltaïques et donc à l'abri des risques d'intempéries comme des grêles ou encore des radiations solaires trop élevées devra permettre la réduction des impacts de temps extrêmes et donc des pertes de production agricole. A côté de ce volet le projet national prévoit l'amélioration de la biodiversité sur les surfaces concernées par des mesures ciblées à prendre.

L'appel d'offres a abouti à un résultat de 52 MW fin 2023, qui seront installés d'ici 2025. En cas d'évaluation positive de cet appel d'offres pilote, Agri-PV a le potentiel d'être un élément important dans la réalisation de l'objectif 2030 du plan national énergie et climat.

Il serait important de mener une étude pour identifier le potentiel d'Agri-PV au Luxembourg et fournir des conditions claires dans lesquelles les avantages pour l'agriculture et l'environnement sont satisfaits.

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

Lien avec d'autres mesures : 4.14. Biodiversité et écosystèmes, 4.10.2 (Diversifier l'approvisionnement énergétique pour accroître la résilience globale du système énergétique), 4.10.8 (Energie renouvelable)

4.10.10 Améliorer l'efficacité énergétique et réduire la consommation nette d'énergie

Objectif de la mesure : Réduire la consommation d'énergie finale au niveau national afin de limiter les besoins en énergie (renouvelable) et de réduire la dépendance énergétique.

Indicateur de suivi : Monitoring de la consommation d'énergie au niveau national

Description de la mesure : Sur base du principe de primauté de l'efficacité énergétique, il est important de réduire la consommation d'énergie finale du pays pour réduire les besoins en énergie et ainsi aussi réduire les ressources et moyens qui doivent être mis en place pour couvrir les futurs besoins par de l'énergie renouvelable.

Une réduction de la consommation d'énergie contribue également à la résilience du système énergétique, vu que les ressources en énergie renouvelable au niveau national pourront couvrir un pourcentage d'autant plus élevé du besoin total en énergie que ce besoin en énergie sera plus faible.

L'objectif national en matière d'amélioration de l'efficacité énergétique, tel que repris dans la mise à jour du PNEC (Juillet 2024, contribution nationale indicative en matière d'efficacité énergétique), établie sur base de la prise en compte (modélisation STATEC) de toutes les politiques et mesures retenues par le Gouvernement dans le cadre du scénario WAM pour la mise à jour du PNEC est de -42% (par rapport à la REF2007) équivalent à 36.949 GWh FEC¹⁰⁷ en 2030.

L'atteinte de l'objectif national indicatif en consommation d'énergie nécessite de gros efforts, notamment en tenant compte de la croissance économique, démographique et conjoncturelle assez exceptionnelle du pays, qui contrebalance une partie des effets de réduction de la consommation et qui doit par conséquent être compensée par des efforts supplémentaires.

Autorité responsable : Ministère de l'Economie

Lien avec d'autres mesures : 4.7.6 (efficacité énergétique des nouveaux bâtiments), 4.7.7 (efficacité énergétique des bâtiments existants par la rénovation énergétique), 4.10.4 (Coopération régionale et européenne en matière de sécurité d'approvisionnement), 4.10.5 (Plans de développement des réseaux), 4.10.8 (Développer les énergies renouvelables)

¹⁰⁷ FEC = Final Energy Consumption (consommation en énergie finale)