



SCÉNARIO DE TRANSITION ÉNERGÉTIQUE LUXEMBOURG 2050

2026 - Basé sur le projet européen CLEVER

SYNTHÈSE


Citizens for
Ecological
Learning &
Living

Le Luxembourg et l'Europe font face à une urgence climatique — 7 des 9 limites planétaires sont déjà franchies¹ — aggravée par une crise de sécurité énergétique.

Le coût et l'approvisionnement qui étaient au centre de la dernière tripartite s'inscrivent durablement dans le paysage socio-économique. C'est à l'ensemble de ces défis interconnectés que répond ce scénario : une trajectoire de décarbonation à la fois ambitieuse et réaliste, qui concilie l'impératif climatique de long terme avec les contraintes de sécurité énergétique et d'équité du court terme.

01 La vision et la méthode Luxembourg 2050

Une méthode éprouvée, basée sur le cadre Sobriété – Efficacité – Renouvelables

Le scénario applique au pays la **méthode du projet européen CLEVER²** (30 pays, 4 ans) : **une approche physique, partant des besoins**, traduite en bilan d'émissions. Trois niveaux d'ambition (bas, moyen, haut) sont développés et affinés à partir de la littérature scientifique et de la consultation d'une trentaine d'experts nationaux. **Promu par le GIEC³, le cadre sobriété -**

efficacité - renouvelable (SER), a comme premier levier la maîtrise de la demande ou sobriété. Le scénario évalue et mobilise donc le potentiel de réduction de la demande énergétique rendu possible par la sobriété et l'efficacité, ainsi que l'énergie pouvant être fournie par le développement des énergies renouvelables, aux niveaux national et européen.



Sobriété	Éviter la demande superflue d'énergie, de matières, d'espace — par l'organisation, l'usage, le dimensionnement, la mutualisation.
Efficacité	Faire le même service avec moins d'énergie : rénovation, pompes à chaleur, procédés et véhicules plus performants.
Renouvelable	Couvrir la demande résiduelle par une production décarbonée : électricité, solaire thermique, biomasse/biogaz, hydrogène ciblé.

12 Résultats Luxembourg 2050

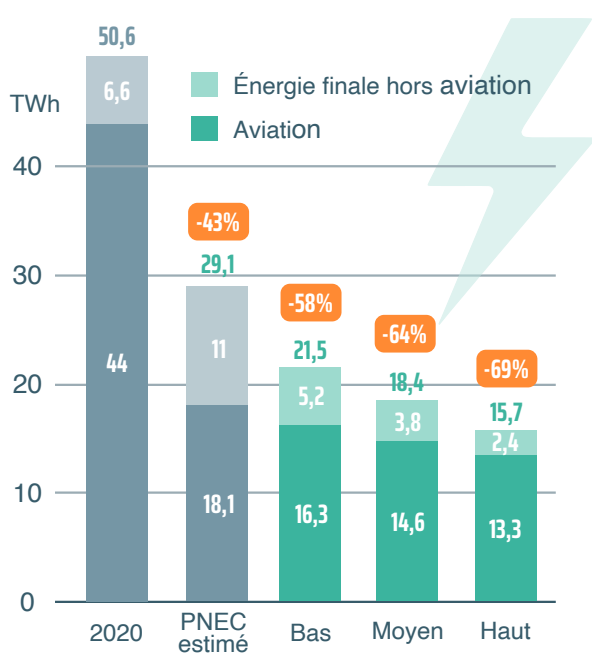
Une diminution des émissions et consommations énergétiques

En termes d'énergie les trois scénarios offrent des gains significatifs. À noter l'enjeu essentiel de l'aviation tant du point de vue énergie que des émissions. La fin du tourisme à la pompe explique par ailleurs une part conséquente des diminutions.

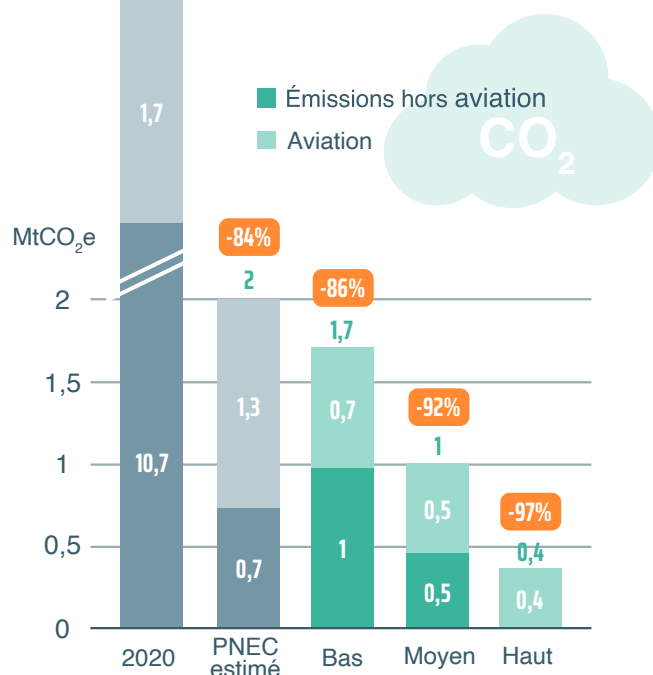
Le scénario ambitieux arrive à la neutralité

carbone hors aviation et se rapproche de l'objectif d'émissions négatives dès 2050. Pour le scénario moyen et bas, le potentiel de capture carbone de nos forêts est revu à la baisse par rapport au PNEC (Plan National énergie climat du Luxembourg) du fait de leur état sanitaire et explique un gain moindre.

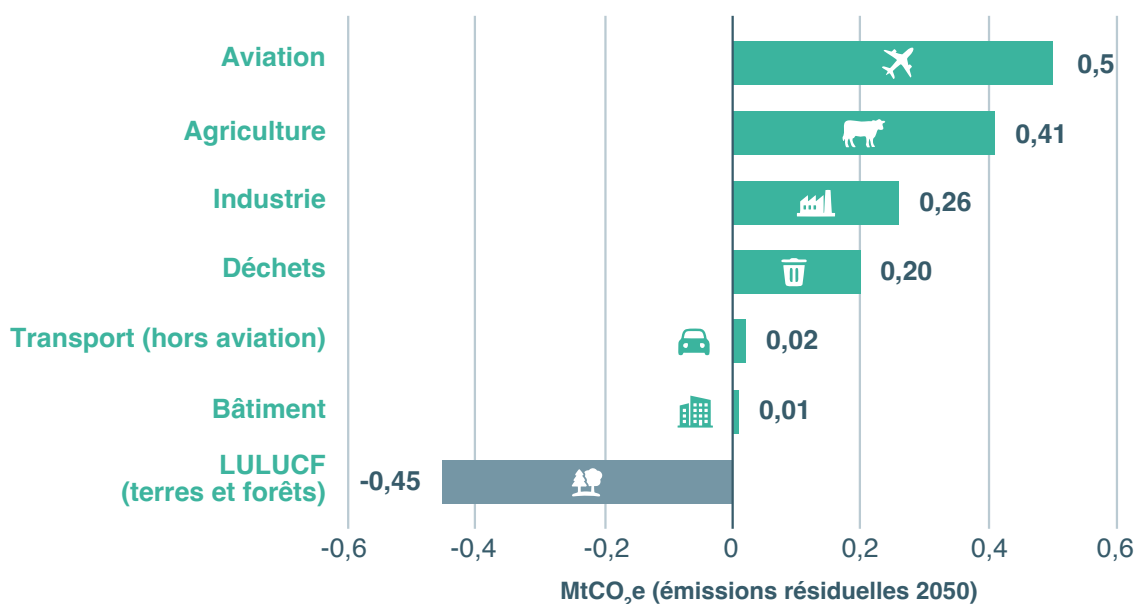
Consommation énergie finale 2050 :



Émissions CO₂e 2050 :



Qui émet encore en 2050 - scénario moyen



2020 MtCO₂e***TRANSPORT**

S : densification concentrée ; ville du 1/4h, télétravail (ex.: mesure fiscale) ; report modal ; car-sharing ; 130 km/h → 110 km/h ; attractivité du rail et transport en commun ; nombre de passagers par voiture 1,2 → 1,3 (ex.: covoiturage) ; mobilité douce, voies dédiées pour les transports en commun etc.

E : efficacité véhicules et électrification.

R : électrification du parc et pour les usages non électrifiables : biogaz et hydrogène.

BÂTIMENT

S : densification, adaptation du bâti à la demande ; surface par habitant 56 → 51 m² ; taux de vacance 6-7% → 5 % (ex.: mesure fiscale) ; monitoring des températures de consigne ; baisse de la taille des logements neufs ; réduction la part de maisons construites ; développement de coopératives d'habitat avec mutualisation ; optimisation de l'usage de l'espace dans le tertiaire.

E : rénovation 1 % → 3 % ; pompes à chaleur ; gain efficacité.

LULUCF (terres et forêt)

S : hiérarchiser des usages, cascade des usages, limiter la combustion biomasse et la récolte par rapport à l'accroissement de la forêt.

E : adapter les essences à la crise sanitaire, au changement climatique.

R : usage en biomasse énergie et augmentation du stockage carbone dans le bâtiment (potentiel limité).

* quand il n'y a pas de flux vers 2050 c'est qu'il y a eu décarbonation à 100%

** estimé, disparaît d'ici 2050

scénario ambition haute

INDUSTRIE

S : économie circulaire ; éco-conception ; diminution des surfaces par habitant et des besoins en surface de logement.

E : efficacité des procédés ; limiter pertes/déchets ; baisse du taux de clinker dans le ciment.

R : électrification ; quand nécessaire hydrogène vert ; quand nécessaire CCUS.



AGRICULTURE

S : baisse de la consommation carnée et laitière ; réduction du cheptel bovin ; réduction des fertilisants ; développement agro-foresterie.

E : efficacité énergétique des exploitations.

R : bio porté à 30 %.



AVIATION

S : km/habitant : 4 600 km (2020) → 2 900 km (scénario moyen, valeur de 2015) et 1 250 km (scénario haut) avec diminution des vols de loisirs et business ;

fin des exonérations sur le kérosène ;

fin des vols de moins de 3h à termes, quand une alternative en rail existe + développement d'un rail rapide européen.

E : hausse de l'efficacité des avions.

R : développement des carburant dits durables (SAF) dans la lignée de la directive européenne.



Net
Zéro
2050



1159

808

hors
aviation

LULUCF

CCUS

-808

4 Leçons clés



Renforcement de la souveraineté énergétique

Le Luxembourg importe la quasi-totalité de son énergie avec un mix à près de 80 % fossile. La crise énergétique l'a rappelé brutalement — la sécurité d'approvisionnement est devenue un impératif de court terme. En réduisant d'abord les besoins le scénario fait fondre la consommation de fossiles et rend la

diversification des importations progressivement superflue. L'Europe peut devenir indépendante énergétiquement d'ici 2050 selon l'étude CLEVER. Le système luxembourgeois restera tributaire des voisins. Le stockage, la flexibilité et la coopération dans la Grande Région sont des conditions de résilience.



Sécurisation de la neutralité en 2050 puis émissions négatives facilitées

Notre principal puits de carbone est en mauvaise santé. 42 % de la surface forestière concerne des espèces en situation défavorable (67 % des arbres sont moyennement endommagés) et les crises sanitaires s'amplifient⁴. Les hypothèses moyenne du scénario sont moins optimistes que le PNEC. À l'horizon 2050 on peut

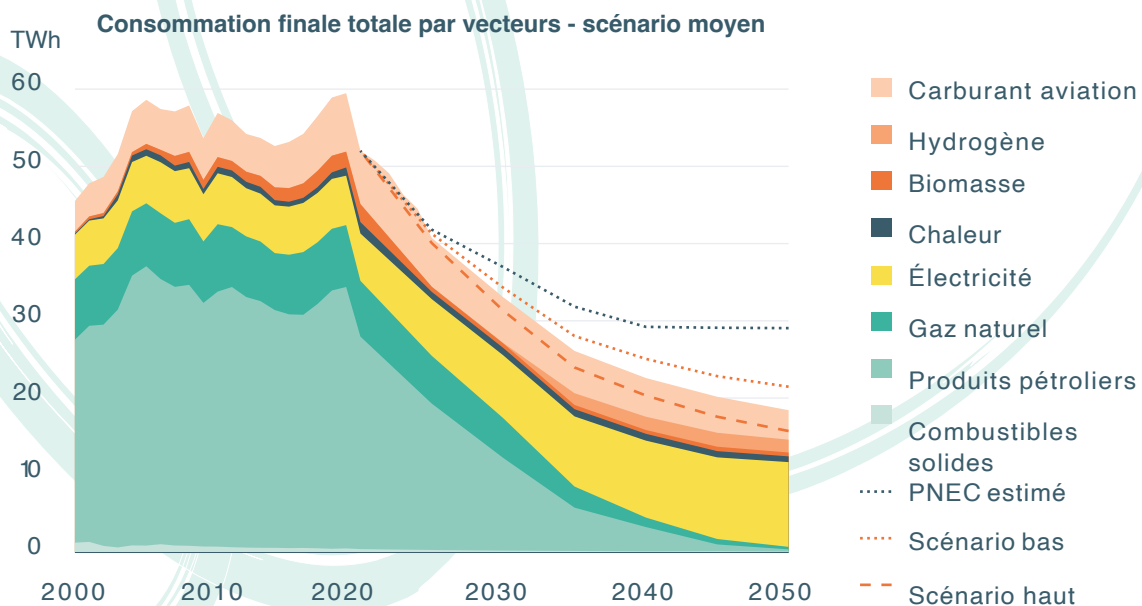
espérer une régénération partielle des capacités. Implémenter une maîtrise approfondie des consommations permet de sécuriser cet objectif de neutralité et de façon plus réaliste basculer vers des émissions négatives à partir de 2050 dans la lignée de la perspective du GIEC.



Une électrification massive et un recours limité à la capture carbone

L'électricité devient le vecteur central du système, 100 % décarboné, avec une consommation en hausse de 38 à 58 % selon les scénarios. Elle irrigue le chauffage (pompes à chaleur), la mobilité et une part croissante des procédés industriels. L'hydrogène vert et la biomasse sont réservés aux usages difficilement électrifiables (acier, fours industriels, aviation, fret longue distance).

La capture carbone est utilisée de manière limitée du fait de son coût économique et énergétique. Le secteur du ciment ne pourra par exemple pas faire l'économie d'une évolution de son usage. La mise en place des infrastructures pour la collecte et la distribution des énergies, le stockage (électricité, H₂) et pour le CO₂ nécessite investissement et anticipation.





Une transition moins chère, des factures plus légères

Les scénarios qui intègrent la sobriété sont les systèmes énergétiques les moins coûteux, comme le scénario LIFE de la Commission européenne qui abaisse de 8% le coût du réseau⁵. **Côté ménages, l'effet est direct** — le transport pèse aujourd'hui 15 % du budget des Luxembourgeois (contre 10 % aux Pays-Bas), et un

logement rénové libéré du gaz fossile, une voiture évitée ou plus sobre, allègent durablement la facture. Bonus : **des mesures de sobriété s'activent vite et à faible coût** (cf. *Zesumme spueren* en 2022), tandis que l'efficacité — la rénovation surtout — demande du temps et du capital.



Les résidents luxembourgeois plébiscitent la sobriété

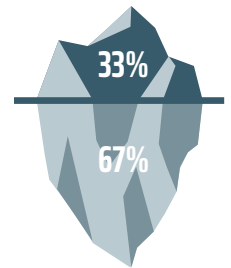
79 % des résidents approuvent la nécessité de diminuer notre consommation d'énergie et de ressources⁵. Le Klimabiergerrot 2022 s'est montré plus ambitieux sur ce terrain que la moyenne européenne tandis que le PNEC ne consacre qu'environ 15 % de ses mesures à la maîtrise des consommations⁶.

Un soutien mais pas sans exigence. **La cohérence et l'exemplarité sont nécessaires à tous les niveaux**. Les mesures à deux vitesses ou la demande d'effort perçu comme inégal seront contreproductifs. Il faut un cadre juste, équitable, seul garant d'une adhésion de l'ensemble de la société et l'atteinte des objectifs.

15 Limites et risques

Une méthodologie qui laisse de côté 2/3 des émissions

Comme le PNEC, le périmètre du scénario ne comprend que les émissions produites sur le territoire luxembourgeois, soit 33 % du total. Le reste correspond aux biens et services importés au Luxembourg. **Il s'avère indispensable de dépasser cette approche**, qui est certes celle de la méthodologie internationale. **Le levier de sobriété permet directement et plus sûrement à diminuer cette empreinte totale et l'empreinte ressource.**



Une aviation qui passe aussi sous les radars

L'aviation est tout autant invisibilisée, échappant au bilan national. Les projections nationales projettent une consommation en forte hausse. Mais il n'y a aujourd'hui pas de solutions fiables pour décarboner ce secteur à l'horizon 2050. Les carburants dits durables émettent malgré tout et leur maturité et leur rentabilité ne sont pas garanties. Il n'y a aura pas de trajectoire vers la neutralité sans une maîtrise de cette demande.



Un puits carbone qui dépérit et un recours technologique limité

Le scénario a recours à la **carbone capture technologique (CCUS)**, notamment pour le ciment, dont le process est fortement émetteur. **La CCUS est néanmoins fortement énergivore et demande des investissements conséquents**. Son utilisation doit rester limitée et maîtrisée. L'hydrogène, qui a un rendement de conversion peu élevé, nécessitant énergie et eau dans de grandes quantités, doit également avoir un usage dans un cadre défini. Enfin, la forêt, comme déjà évoqué, a une capacité de stockage menacée et sa régénération est un enjeu clé du bilan d'émissions à l'horizon 2050.



16 Conclusion

Ce scénario démontre qu'une trajectoire vers la neutralité carbone est réaliste au Luxembourg d'ici 2050 — à condition d'activer l'ensemble des leviers disponibles. La maîtrise de la demande est un chaînon à développer des politiques climatiques nationales : sans elle, les efforts d'efficacité et de déploiement des renouvelables ne suffiront pas à combler l'écart entre les trajectoires projetées et les objectifs de l'Accord de Paris.

Une transition fondée sur le triptyque Sobriété—Efficacité—Renouvelables assure une transition plus rapide et ambitieuse, mais également moins coûteuse pour le système énergétique, plus protectrice face à la volatilité des prix fossiles, et plus juste socialement. Élaboré avec une trentaine d'experts issus de la recherche, de l'industrie, de l'administration et du monde académique, ce scénario est une contribution concrète au débat public, qui entend élargir le cadre de pensée et fournir des outils supplémentaires pour agir.

Cette ambition suppose une cohérence renforcée entre les niveaux d'action — État, communes, Grande Région, Union européenne — et une planification de long terme. Elle exige des outils réglementaires adaptés, un suivi rigoureux des indicateurs sectoriels, et une capacité à articuler mesures incitatives et obligations là où les seuls signaux de marché sont insuffisants.

La question de fond posée par ce travail dépasse la seule comptabilité carbone : comment organiser nos sociétés pour vivre et produire à la hauteur des capacités régénératives ?



Retrouvez le scénario complet sur le site de CELL asbl : cell.lu



- 1 Planetary Boundaries Science Lab, 2025, *Planetary Health Check 2025: A Scientific Assessment of the State of the Planet*
- 2 Clever scenario, clever-energy-scenario.eu
- 3 GIEC (IPCC), 2022, *AR6 WG III*.
- 4 Administration Nationale des Forêts, 2014, *La forêt inventaire en chiffres*.
- 5 European Commission, 2024, *2040 Climate target, Impact Assessment Report Part 1*.
- 6 CELL et Quest, 2025, *Sondage national sur la sobriété*, cloud.cell.lu/s/1f714YdrjgewSDr
- 7 Wuppertal Institute, 2023, *Citizens call for sufficiency and regulation — A comparison of European citizen assemblies and National Energy and Climate Plans*, doi.org/10.1016/j.erss.2023.103254

Contributions principales : Alain Menec ; Léonard Andersen.

Support : Négawatt France - Nicolas Taillard ; Sebastian Dietz.

Remerciement : nous remercions toutes les personnes ayant contribué à la relecture et les personnes consultées.

Crédits photo : YoungNH, YvonneHuijbens