



CHECKMYNET.LU

2018-2023

**Bilan de l'outil de mesure de la
performance de l'accès internet
au service des consommateurs
depuis 5 ans**

14 juillet 2023



17, rue du Fossé
Adresse postale
L-2922 Luxembourg

T +352 28 228 228
F +352 28 228 229
info@ilr.lu

www.ilr.lu

Sommaire

Sommaire.....	2
Inventaire des graphiques	3
Inventaire des tableaux	3
Synthèse	5
1. Présentation de <i>checkmynet.lu</i>	9
1.1. Cadre légal	9
1.2. Un outil pour la protection des consommateurs	10
1.3. Fonctionnement	10
1.4. Évolution régulière de l’outil	13
1.5. Moyens de communication	14
2. Analyse quantitative des mesures réalisées sur <i>checkmynet.lu</i>	16
2.1. Nombre total des mesures réalisées	16
2.2. Mesures par type d’application.....	16
2.3. Mesures par technologie.....	18
2.4. Mesures par opérateur.....	20
2.5. Hausse de la qualité mesurée sur le territoire	21
2.6. Mesures dans le monde	23
2.7. Mesures relatives à la version IP (IPv4 ou IPv6)	24
2.8. Mesures relatives à la qualité de service	26
3. Performance des accès internet.....	28
3.1. Débits et latence sur réseaux fixes.....	28
3.2. Débits et latence sur réseaux mobiles.....	31
4. Conclusions et perspectives	36
5. Annexes	39
5.1. Tests QoS	39

Inventaire des graphiques

Figure 1: Nombre de mesures par trimestre.....	16
Figure 2: Mesures par type d'application.....	17
Figure 3: Mesures trimestrielles par système d'exploitation.....	17
Figure 4: Mesures par technologie.....	18
Figure 5: Mesures selon les générations mobiles.....	18
Figure 6: Mesures par technologie et par trimestre.....	19
Figure 7: Mesures trimestrielles selon les générations mobiles.....	19
Figure 8: Mesures par technologie fixe et par mois (desktop App).....	20
Figure 9: Mesures par opérateur.....	20
Figure 10: Répartition géographique des mesures mobiles au Luxembourg.....	22
Figure 11: Répartition géographique des mesures WLAN au Luxembourg.....	22
Figure 12: Répartition géographique des mesures en Europe.....	23
Figure 13: Répartition géographique des mesures dans le monde entier.....	23
Figure 14: Mesures par type de connexion IP (v4/v6).....	24
Figure 15: Mesures par technologie et par type de connexion IP.....	25
Figure 16: Part des mesures réalisées avec au moins un test QoS sur les mesures totales.....	26
Figure 17: Débits mesurés sur accès (W)LAN par trimestre.....	28
Figure 18: (W)LAN Mesures par plages de débits en « download ».....	29
Figure 19: (W)LAN Latence et débits par trimestre.....	30
Figure 20: (W)LAN Latence par plages de débits en « download ».....	30
Figure 21: Application desktop - performances LAN et WLAN.....	31
Figure 22: Débits mesurés sur accès mobiles par trimestre.....	31
Figure 23: Accès aux réseaux mobiles (2G, 3G, 4G, 5G) – Mesures par plages de débits en « download »...	32
Figure 24: Accès aux réseaux mobiles (2G, 3G, 4G,5G) – Débits en « download » par générations mobiles.	33
Figure 25: Accès aux réseaux mobiles (2G, 3G, 4G, 5G) – Latence et débits par trimestre.....	33
Figure 26: Accès aux réseaux mobiles (2G, 3G, 4G, 5G) – Latence par générations mobiles.....	34

Inventaire des tableaux

Tableau 1 : Code couleurs en fonction des débits atteints en « download ».....	21
Tableau 2 : Liste complète des tests réalisables avec <i>checkmynet.lu</i>	41

Synthèse

Synthèse

Checkmynet.lu, un outil pour la protection du consommateur

L'Institut dresse un **bilan** de l'outil de mesure de la performance et de la qualité de service des accès internet **checkmynet.lu** à l'occasion de son cinquième anniversaire.

Cet outil **gratuit**, lancé en avril 2018, permet aux consommateurs de vérifier et de comparer la **performance réelle de leur abonnement internet fixe ou mobile** par rapport aux débits annoncés dans les offres des fournisseurs d'accès à internet.

Concrètement, l'outil *checkmynet.lu* est disponible pour les utilisateurs finaux **en ligne** à l'adresse <https://checkmynet.lu> ou sous forme **d'application mobile** (Android et iOS). Depuis octobre 2022, une **nouvelle application de bureau** peut être téléchargée sur un ordinateur (Windows, Mac et Linux) qui dispose de plus de fonctionnalités que l'outil web.

Un outil de contrôle de la conformité des offres

Checkmynet.lu s'inscrit dans le cadre du principe de la **neutralité de l'internet** conformément aux dispositions du Règlement (UE) 2015/2120 du Parlement européen et du Conseil du 25 novembre 2015 établissant des mesures relatives à l'accès à un internet ouvert (ci-après « Règlement internet ouvert »).

En particulier, l'article 4(1) du Règlement internet ouvert oblige les opérateurs à indiquer aux consommateurs « *le débit minimal, normalement disponible, maximal et annoncé pour le téléchargement descendant et ascendant des services d'accès à l'internet ou, dans le cas des réseaux mobiles, le débit maximal estimé et annoncé pour le téléchargement descendant et ascendant des services d'accès à l'internet, ainsi que la manière dont des écarts significatifs par rapport aux débits annoncés de téléchargement descendant et ascendant peuvent avoir une incidence sur l'exercice des droits des utilisateurs finals énoncés à l'article 3, paragraphe 1* ». Ce type d'informations, garantissant la **transparence des offres** vis-à-vis des clients résidentiels et non résidentiels, doit figurer dans **les documents contractuels** et sur **le site internet** des fournisseurs d'accès à internet.

Checkmynet.lu permet de vérifier que les débits réellement disponibles sont conformes aux débits affichés dans les offres des opérateurs. En outre, il permet de déclencher des voies de recours auprès d'un fournisseur de services d'accès internet d'un consommateur lorsque ce dernier constate une divergence entre les débits mesurés et les débits repris dans son contrat d'accès internet. Dans le cas où le litige reste sans réponse de l'opérateur après un délai d'attente raisonnable, ou en cas de réponse insatisfaisante, il est possible de **saisir gratuitement le service de médiation** de l'Institut qui a pour mission d'aider les parties (demandeur et défendeur de la médiation) à **trouver rapidement une solution à l'amiable**.

Checkmynet.lu constitue donc un **levier essentiel de l'action de l'Institut pour la protection des consommateurs**.

Performances techniques essentielles : les vitesses

Par défaut, l'outil, construit sur le principe de « **crowdsourcing** », permet de mesurer des paramètres essentiels de performance technique de la connexion internet tels que :

- Le **débit descendant** (« download ») des accès, c'est-à-dire la vitesse, en Mbit/s, du transfert des données de l'internet vers le dispositif de l'utilisateur, comme des fichiers, des sites Web, des photos, de la musique ou des films ;
- le **débit montant** (« upload ») des accès, c'est-à-dire la vitesse, en Mbit/s, du transfert des données du dispositif de l'utilisateur vers l'internet ;

- la **latence** (« ping ») des accès, c'est-à-dire la durée d'un aller-retour d'un petit paquet de données entre le dispositif terminal et le serveur.

Les **accès internet de haute qualité** sont caractérisés par **des débits descendants et montants élevés ainsi que par de faibles latences**.

Activation des tests de qualité de service

Les applications mobiles (Android et iOS) et l'application de bureau (Windows, Mac et Linux) permettent de réaliser une multitude de test de qualité de service (QoS). L'utilisateur doit activer les tests qu'il souhaite réaliser dans les paramètres de l'application. Pour des raisons techniques, l'outil en ligne ne propose pas ces tests additionnels. La liste des indicateurs de qualité de service permettant d'évaluer l'expérience réelle des utilisateurs finaux est disponible en annexe du rapport.

Majorité des mesures effectuée via un réseau fixe

Depuis le lancement de l'outil jusqu'au 31 mars 2023, **près de 450.000 mesures** ont été effectuées.

La majorité des mesures ont été réalisées par le biais de l'application *checkmynet.lu* sur iOS (44%), suivi de celles effectuées par le biais de navigateurs web (32%) et enfin de celles obtenues via l'application *checkmynet.lu* sur le système d'exploitation Android (23%).

La **nouvelle application de bureau** pour les ordinateurs (Windows, Mac ou Linux), lancée récemment en octobre 2022, n'a été utilisée que pour quelques mesures. Ces dernières ne représentent que près de 3% des mesures au 4^{ème} trimestre 2022 et moins de 2% des mesures au 1^{er} trimestre 2023.

87% des mesures ont été réalisées à travers des accès fixes (y compris en Wi-Fi) et 13% sur des accès mobiles (2G-5G). Il est à noter que **82% des mesures** ont été réalisées sur un des **six réseaux** des principaux opérateurs luxembourgeois (Post, Proximus, Luxembourg Online, Eltrona, Orange, Visual Online).

Hausse des performances en cinq ans

Quelle que soit la technologie utilisée, une **évolution positive a été constatée pour tous les indicateurs relatifs à la vitesse**.

Les débits moyens mesurés en « download » ont été multipliés par plus de 3 (+229%) sur les accès fixes et par plus de 5 (+459%) sur les accès mobiles sur cinq ans (soit une hausse annuelle moyenne de respectivement 28% et 44%).

Une **progression à la hausse** est également à enregistrer en « **upload** », qui a plus que triplé pour les débits moyens mesurés sur les accès fixes (+212%) et presque triplé (+ 166%) sur les accès mobiles (soit une hausse annuelle moyenne de 27% respectivement 23%).

Sur les accès fixes du type (W)LAN, la vitesse moyenne mesurée en « download » est passée de 50 Mbit/s à 167 Mbit/s et celle en « upload » de 33 Mbit/s à 103 Mbit/s en cinq ans. En outre, la part du nombre de mesures effectuées sur ces accès à des vitesses supérieures à 100 Mbit/s a augmenté, en moyenne, de 15% en 2018 à 40% en 2023.

Sur les accès mobiles, la vitesse moyenne mesurée en « download » est passée de 30 à environ 171 Mbit/s et celle « upload » de 13 Mbit/s à 35 Mbit/s cinq ans plus tard. La part des mesures effectuées sur ces accès à des vitesses supérieures à 100 Mbit/s a augmenté de 6% en 2018 à 67% en 2023. Au 1^{er} trimestre 2023, 49% des mesures réalisées sur les réseaux mobiles l'ont été sur un réseau 5G.

Sur cinq ans, la **latence moyenne** mesurée sur les accès fixes de type (W)LAN (24ms) est meilleure que celle sur les accès mobiles (40ms). Sur les réseaux mobiles, une claire tendance à la baisse est constatée avec 48ms

en 2018 et 27ms en 2023 en moyenne. Sur les accès fixes, cette tendance est moins prononcée avec 24ms en 2018 et 18ms en 2023. En outre, **une grande disparité des latences moyennes mesurées selon les générations de réseaux mobiles** avec 189ms en 2G, 72ms en 3G, 39ms en 4G et 22ms sur les réseaux 5G est à constater.

Les mesures issues de *checkmynet.lu* confirment que les réseaux de communications électroniques disposent d'une bonne qualité de service et constituent la preuve du déploiement de réseaux à très haut débit¹ fixes et mobiles au Luxembourg. Les données de cartographie mises à disposition par l'Institut sur *MyILR.lu* indiquent la disponibilité et la qualité théorique des réseaux fixes et mobiles².

Nouvelles fonctionnalités

Depuis son lancement en 2018, *checkmynet.lu* a été adapté régulièrement dans l'objectif d'améliorer l'expérience des utilisateurs finaux et de suivre les évolutions technologiques des réseaux fixes et mobiles.

La nouvelle version de l'outil, lancée en octobre 2022, utilise de nouvelles cartes « made in Luxembourg », fournies par le [Géoportail National du Grand-Duché de Luxembourg](#).

Checkmynet.lu est accessible à travers les navigateurs web sous <https://checkmynet.lu>, ainsi que dans l'application mobile (disponible pour Android et iOS) et l'application dédiée aux ordinateurs (disponible pour Windows, Mac et Linux). La nouvelle application pour ordinateur, tout comme l'application mobile, permet aux utilisateurs finaux de réaliser des tests de qualité de service (QoS) et aussi de détecter le type de connexion (filaire ou Wi-Fi).

Bilan et perspectives

En cinq ans, l'outil *checkmynet.lu* a montré son efficacité, répondant aux besoins des utilisateurs finaux de veiller à la qualité de leurs accès internet. Il permet de contrôler le bon fonctionnement des réseaux et des services de communications électroniques et de garantir un internet ouvert.

L'Institut constate une **qualité élevée des accès internet fixes et mobiles** au Luxembourg et une **pénétration croissante de produits très haut débit** sur le marché.

Prochainement, une mise à jour technique de l'outil permettra à l'Institut de procéder à un meilleur suivi des performances de *checkmynet.lu* et facilitera l'utilisation des tests QoS pour les utilisateurs finaux.

¹ Réseau VHCN (Very High Capacity Network)

² Relevé géographique du déploiement des réseaux de l'Institut, <https://web.ilr.lu/FR/Particuliers/Communications-electroniques/Releve-geographique-du-deploiement-des-reseaux>

Présentation de checkmynet.lu

1. Présentation de *checkmynet.lu*

Depuis avril 2018, l'Institut Luxembourgeois de Régulation (ci-après « l'Institut ») met gratuitement à disposition des utilisateurs, l'outil « *checkmynet.lu* ». Cet outil permet de mesurer la performance et la qualité du service d'accès internet, indépendamment de la technologie d'accès et de l'opérateur. L'Institut donne ainsi la possibilité aux utilisateurs de mesurer les performances réelles de leurs accès internet et de vérifier si elles correspondent aux performances indiquées dans leurs offres souscrites.

Ce rapport constitue le cinquième bilan de l'utilisation de *checkmynet.lu*. À l'occasion de son cinquième anniversaire, il présente, en détail, les analyses des mesures et les indicateurs de performance et de qualité de service des accès internet depuis son lancement en avril 2018 jusqu'au 31 mars 2023.

Le rapport présente notamment :

- les statistiques en relation avec l'utilisation de l'outil, le nombre de mesures réalisées et les technologies utilisées ;
- la distribution géographique des mesures au Luxembourg et dans le monde ;
- les performances des accès internet, en termes de débits et de latence ;
- les perspectives quant à l'évolution future de l'outil.

1.1. Cadre légal

Dans le contexte de la surveillance de l'application des dispositions du Règlement (UE) 2015/2120³ (ci-après « Règlement internet ouvert ») et en tenant le plus grand compte des lignes directrices révisées en juin 2020 et en juin 2022 en matière de l'internet ouvert du BEREC⁴, l'Institut a l'obligation de veiller à la protection des droits des utilisateurs finaux et au respect des obligations qui en découlent pour les entreprises notifiées auprès de l'Institut visant à garantir un traitement égal et non discriminatoire du trafic dans la fourniture de services d'accès internet.

En particulier, l'article 4(1) du Règlement internet ouvert oblige les opérateurs à indiquer aux consommateurs « *le débit minimal, normalement disponible, maximal et annoncé pour le téléchargement descendant et ascendant des services d'accès à l'internet ou, dans le cas des réseaux mobiles, le débit maximal estimé et annoncé pour le téléchargement descendant et ascendant des services d'accès à l'internet, ainsi que la manière dont des écarts significatifs par rapport aux débits annoncés de téléchargement descendant et ascendant peuvent avoir une incidence sur l'exercice des droits des utilisateurs finals énoncés à l'article 3, paragraphe 1* ». Ce type d'informations, garantissant la **transparence des offres** vis-à-vis des clients résidentiels et non résidentiels, doit figurer dans **les documents contractuels** et **le site internet** des fournisseurs d'accès à internet.

La mise à disposition de l'outil *checkmynet.lu* est l'une des mesures entreprises par l'Institut pour réaliser cette mission prévue par le Règlement internet ouvert.

³ Règlement (UE) 2015/2120 du Parlement européen et du Conseil du 25 novembre 2015 établissant des mesures relatives à l'accès à un internet ouvert et modifiant la directive 2002/22/CE concernant le service universel et les droits des utilisateurs au regard des réseaux et services de communications électroniques et le règlement (UE) no 531/2012 concernant l'itinérance sur les réseaux publics de communications mobiles à l'intérieur de l'Union <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/HTML/?uri=CELEX:32015R2120&from=fr>

⁴ BEREC Guidelines on the Implementation of the Open Internet Regulation, BoR (22) 81, 9 June 2022 : https://www.berec.europa.eu/sites/default/files/files/document_register_store/2022/6/BoR_%2822%29_81_Update_to_the_BEREC_Guidelines_on_the_Implementation_of_the_Open_Internet_Regulation.pdf

1.2. Un outil pour la protection des consommateurs

En avril 2018, l'Institut a mis en ligne *checkmynet.lu*. Cet outil permet de mesurer gratuitement la qualité des accès internet au Luxembourg. Les consommateurs peuvent ainsi vérifier et comparer la performance réelle de leur accès internet par rapport aux performances énoncées⁵ dans le contrat souscrit auprès de leur opérateur de communications électroniques.

L'outil *checkmynet.lu* est disponible gratuitement sur <https://checkmynet.lu> et dans les app stores habituels Google Play, Apple Store et Microsoft Store.



Téléchargez notre application mobile:



Powered by 

Télécharger notre application de bureau:



L'Institut rappelle que, dans le cas où le consommateur observe à plusieurs reprises une divergence entre les débits mesurés et les débits repris dans son contrat d'accès internet, il peut déclencher des voies de recours auprès de son fournisseur de services d'accès internet. Si la réclamation reste sans réponse après un délai d'attente raisonnable, ou en cas de réponse insatisfaisante, il est possible de saisir gratuitement le service de médiation de l'Institut⁶ qui a pour mission d'aider les parties (demandeur et défendeur de la médiation) à trouver rapidement une solution à l'amiable.

1.3. Fonctionnement

L'outil *checkmynet.lu* permet de mesurer la performance technique, la qualité de service (QoS) et la qualité de l'expérience (QoE) de l'accès à l'internet, indépendamment de la technologie de l'accès, de l'opérateur et de l'endroit où se trouve l'utilisateur.

Par défaut, l'outil permet de mesurer différents paramètres de performance technique de la connexion internet, comme notamment :

- le débit descendant (vitesse en « download ») ;
- le débit montant (vitesse en « upload ») ;
- la latence (« ping »).

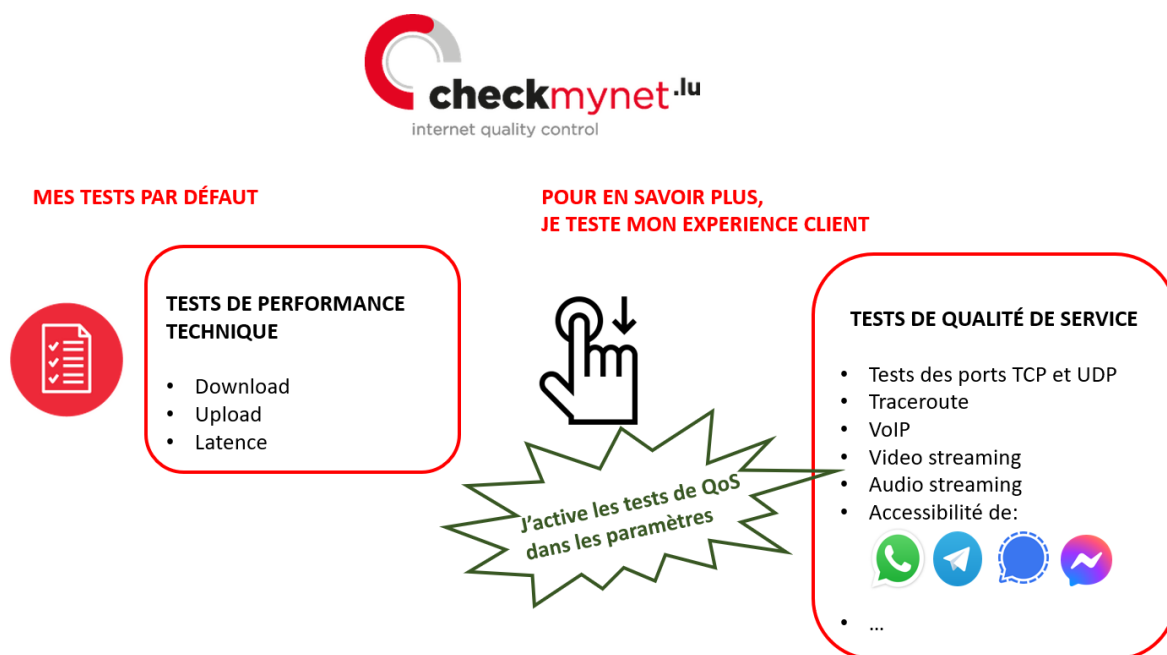
En outre⁷, l'outil permet aussi d'effectuer différentes mesures et tests relatifs à la performance et à la qualité de l'accès internet, comme notamment l'ouverture des ports (TCP, UDP) et la disponibilité de la voix sur IP

⁵ Conformément à l'article 4(1)d) du Règlement (UE)2015/2120, les opérateurs publient « une explication claire et compréhensible, pour les réseaux fixes, en ce qui concerne le débit minimal, normalement disponible, maximal et annoncé pour le téléchargement descendant et ascendant des services d'accès à l'internet ou, dans le cas des réseaux mobiles, le débit maximal estimé et annoncé pour le téléchargement descendant et ascendant des services d'accès à l'internet, ainsi que la manière dont des écarts significatifs par rapport aux débits annoncés de téléchargement descendant et ascendant peuvent avoir une incidence sur l'exercice des droits des utilisateurs finals énoncés à l'article 3, paragraphe 1 ».

⁶ <https://web.ilr.lu/Mediation/FR/Mediation/Pages/HomePage.aspx>

⁷ Les différents tests pour mesurer la qualité de service et la qualité de l'expérience peuvent être activés dans les paramètres de l'application mobile iOS et Android. Dans le navigateur web, les mesures de la qualité de service ne sont pas disponibles.

(VoIP) mais aussi de vérifier par exemple le bon fonctionnement des messageries instantanées (Facebook, WhatsApp, etc.) et de tester la qualité de l'Audio ou du Vidéo Streaming.



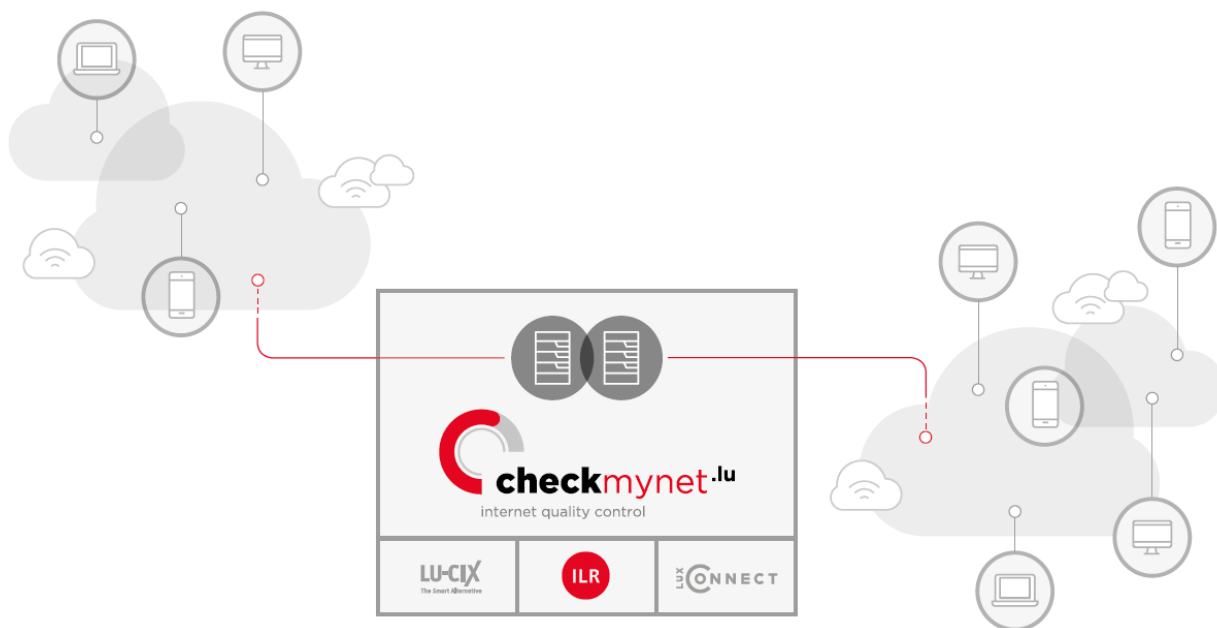
Les paramètres de performance constituent des indicateurs importants pour déterminer l'expérience réelle des utilisateurs. En fait, l'expérience des utilisateurs résulte typiquement de l'accessibilité de services concrets, tels que la diffusion audio, vidéo ou d'images et l'utilisation des plateformes de médias sociaux. La liste complète de tous les tests qui peuvent être réalisés par *checkmynet.lu*, peut être consultée en annexe.

Complémentairement, *checkmynet.lu* fournit, entre autres, des résultats portant sur :

- le type de réseau sur lequel la mesure a été réalisée: mobile (2G, 3G, 4G, 5G) ou fixe (WLAN, LAN) ;
- le lieu de la mesure individuelle ;
- le fournisseur de l'accès internet fixe ou mobile ;
- le dispositif terminal de l'utilisateur.

La plus-value de *checkmynet.lu* par rapport aux autres tests disponibles en ligne (« *speedtests* ») est sa connexion directe avec LU-CIX⁸. Du fait que le système de mesure *checkmynet.lu* soit hébergé au Luxembourg, le « *ping* » (latence en français) d'un utilisateur au Luxembourg représente le délai de transferts de données vers les serveurs empruntant les réseaux nationaux. Par conséquent, si l'outil est utilisé à l'étranger, la mesure du délai comprend une partie « internationale ». Au niveau des mesures du débit descendant et du débit ascendant, le test mesure la bande passante qui peut être atteinte de l'endroit où l'utilisateur se trouve jusqu'aux serveurs de *checkmynet.lu*.

⁸ Le point d'échange du trafic internet au Luxembourg, <http://www.lu-cix.lu/>



Checkmynet.lu est basé sur le principe de « *crowdsourcing* », ce qui implique que l’outil ne mesure pas automatiquement la qualité des accès internet, mais qu’un utilisateur doit, par sa propre initiative, effectuer une mesure en établissant une connexion entre son terminal (téléphone mobile, tablette, ordinateur, ...) et le système de test. Des données tests sont échangées entre le terminal de l’utilisateur et les serveurs *checkmynet.lu*. Afin de produire des statistiques significatives (c’est-à-dire en minimisant les biais) sur la qualité des accès internet, il faudrait idéalement qu’un nombre significatif d’utilisateurs, se trouvant à des endroits différents, effectuent de nombreuses mesures, sur différents réseaux et selon différentes technologies d’accès.

L’outil garde en mémoire les dernières mesures réalisées par l’utilisateur. Ce dernier peut ainsi contrôler ses propres résultats. Les utilisateurs peuvent aussi comparer leurs résultats à des mesures effectuées par d’autres utilisateurs.

Toutes les données des mesures sont disponibles en « *open data* »⁹ à partir du site internet de l’outil.

⁹ Toutes les données à caractère personnel sont anonymisées/supprimées afin d’être conformes au cadre légal relatif à la protection des données.

1.4. Évolution régulière de l'outil

Checkmynet.lu a été lancé en avril 2018, accessible à l'adresse <https://checkmynet.lu> via un navigateur web, ou via une application mobile, disponible dans les App stores Google Play et Apple Store.

En juin 2019, une première mise à jour substantielle de l'outil est réalisée. De nouvelles fonctionnalités ont été ajoutées pour permettre une meilleure évaluation de l'expérience réelle des utilisateurs. Ainsi, depuis lors, l'outil permet, entre autres, de vérifier le bon fonctionnement des messageries instantanées (Facebook, Telegram, Signal et WhatsApp) et d'analyser la performance du streaming vidéo.

En mai 2021, une deuxième mise à jour technique de l'outil *checkmynet.lu* a été nécessaire pour pouvoir identifier les accès internet sur les nouveaux réseaux 5G.

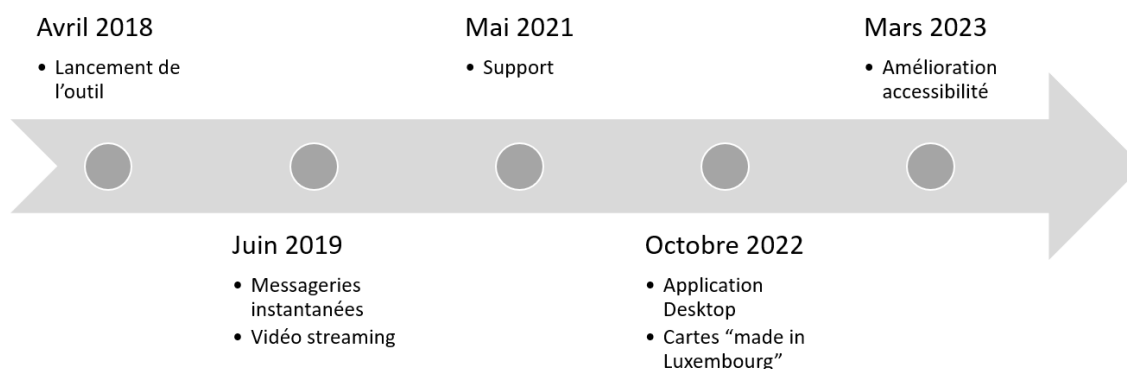
En octobre 2022, une nouvelle mise à jour majeure de l'outil a permis d'une part d'offrir de nouvelles fonctionnalités et d'autre part, d'améliorer la rapidité et le design de l'outil grâce à une meilleure visualisation des résultats et des statistiques. Le consommateur peut désormais bénéficier de nouvelles informations plus fines qui impactent l'accès au réseau comme le type de connexion utilisé en IPv4 ou en IPv6.

Parmi les nouveautés, la nouvelle application *checkmynet.lu* est à présent disponible pour les ordinateurs (Windows, Mac et Linux) avec davantage de fonctionnalités. Cette application de bureau, dédiée aux ordinateurs, détecte directement dans le rapport de mesures si la connexion est réalisée en Wi-Fi ou en filaire. Il est ainsi possible d'obtenir des données de qualité de service plus précises en fonction du point d'éloignement du routeur et également d'évaluer les performances du Wi-Fi.

L'application dédiée aux ordinateurs permet, comme les applications mobiles, de réaliser une multitude de tests de qualité de service. Pour les applications fixes et mobiles *checkmynet.lu*, de nouveaux tests de qualité de service ont été introduits, comme la possibilité de tester la qualité du Audio Streaming.

La nouvelle version de l'outil utilise aussi de nouvelles cartes « made in Luxembourg », fournies par le [Géoportail National du Grand-Duché de Luxembourg](#).

En mars 2023, l'Institut poursuit la constante démarche d'amélioration de l'outil et a entamé une mise à jour au niveau de l'accessibilité du site web <https://checkmynet.lu>, pour se conformer à la législation en la matière¹⁰. Cette amélioration concerne notamment la navigation, la présentation et la structuration de l'information ainsi que la visualisation des graphiques et statistiques (par exemple le contraste des couleurs).



¹⁰ Loi du 28 mai 2019 relative à l'accessibilité des sites internet et des applications mobiles des organismes du secteur public. <https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/loi/2019/05/28/a373/jo>

1.5. Moyens de communication

Depuis la mise en ligne de *checkmynet.lu*, l'Institut lance régulièrement des campagnes publicitaires numériques. Ces campagnes suivent le calendrier des conférences de presse *checkmynet.lu* et se concentrent principalement sur les médias en ligne (site d'informations en ligne, médias sociaux, etc.).

L'Institut fait aussi régulièrement la promotion de l'application sur son propre site internet <https://web.ilr.lu/> ainsi que sur son nouveau site internet dédié aux consommateurs <https://myilr.lu/>.

Analyse quantitative des mesures réalisées sur *checkmynet.lu*

2. Analyse quantitative des mesures réalisées sur *checkmynet.lu*

Les statistiques présentées ci-après couvrent la période d'avril 2018 jusqu'à la fin mars 2023.

2.1. Nombre total des mesures réalisées

Depuis le lancement de l'outil *checkmynet.lu* (notamment l'application et le site), 445.763 mesures ont été effectuées, avec en moyenne environ 89.200 mesures par an, 22.300 mesures par trimestre et 7.430 mesures par mois sur cinq ans. La Figure 1 montre l'évolution du nombre de mesures par trimestre sur la période analysée :

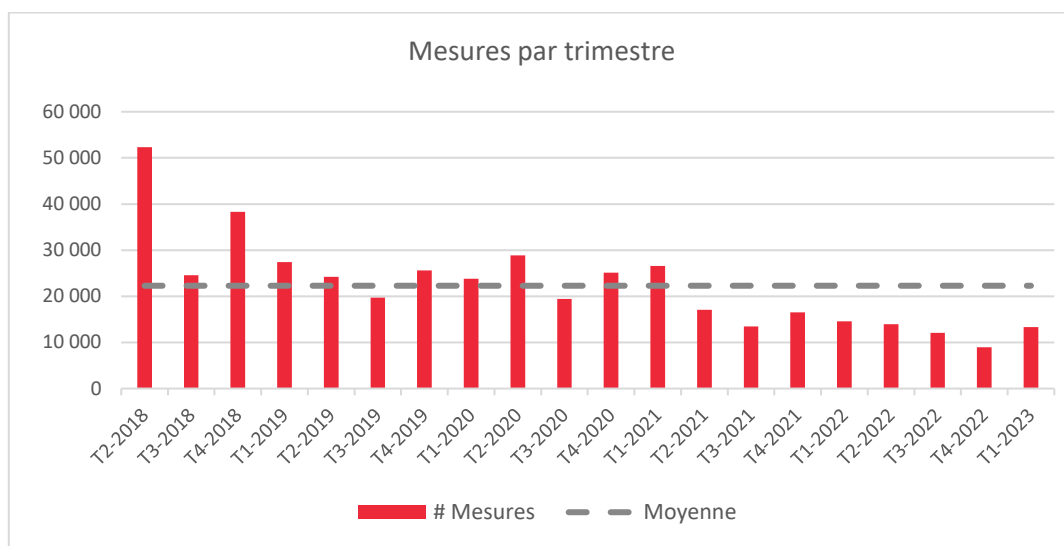


Figure 1: Nombre de mesures par trimestre

L'Institut constate des pics, en termes d'utilisation de l'outil et du nombre de mesures réalisées, après les conférences de presse et campagnes publicitaires (avril (T2) 2018, novembre (T4) 2018, juin (T2) 2019, octobre (T4) 2019 et novembre (T4) 2021).

En outre, l'Institut constate une forte augmentation du nombre de mesures réalisées pendant la période de confinement lors du deuxième trimestre 2020. L'impact du confinement sur l'utilisation de *checkmynet.lu* et sur les performances des accès internet mesurées a été expliqué en détail dans le chapitre 4 du rapport « [Bilan après trois ans de mise en service de l'outil de mesure de la performance de l'accès internet au Luxembourg](#) »¹¹.

Après une baisse continue de nombre de mesures en 2022, l'Institut observe de nouveau une augmentation des mesures au premier trimestre 2023, évolution qui pourrait être liée aux conférences de presse organisées par l'Institut à la fin 2022 et au début 2023.

2.2. Mesures par type d'application

Le plus grand nombre de mesures ont été réalisées avec l'application *checkmynet.lu* sur l'application mobile Apple (iOS) à 44,4%, suivie de celles effectuées via un navigateur web (« browser ») à 32,1% et enfin celles de l'application mobile Android à 23,3%. 0,2% des mesures ont été réalisées avec la nouvelle application de bureau « desktop » (Windows, Mac et Linux), qui a été lancée uniquement en octobre 2022.

¹¹ Bilan après trois ans de mise en service de l'outil de mesure de la performance de l'accès internet au Luxembourg du 18 Mai 2021, <https://assets.ilr.lu/telecom/Documents/ILRLU-1461723625-871.pdf>

La Figure 2 montre la répartition du nombre de mesures selon le type d'application sur cinq ans :

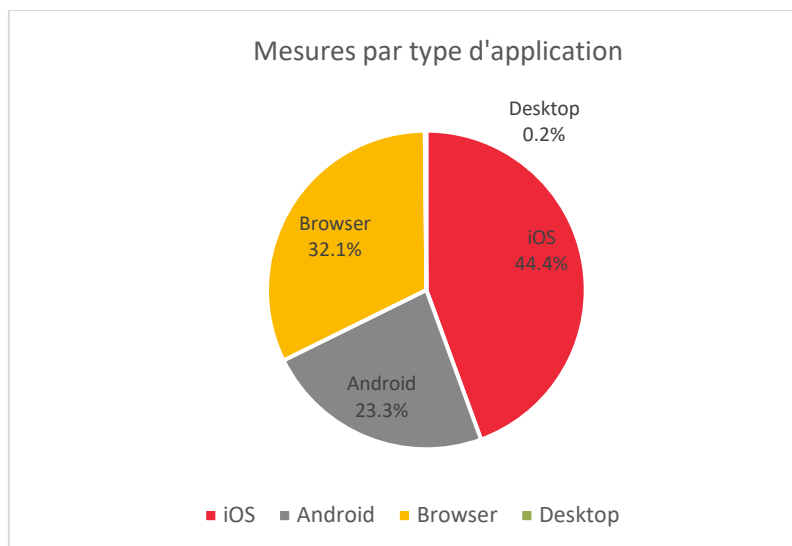


Figure 2: Mesures par type d'application

La Figure 3 montre la répartition du nombre de mesures par trimestre selon le type d'application :

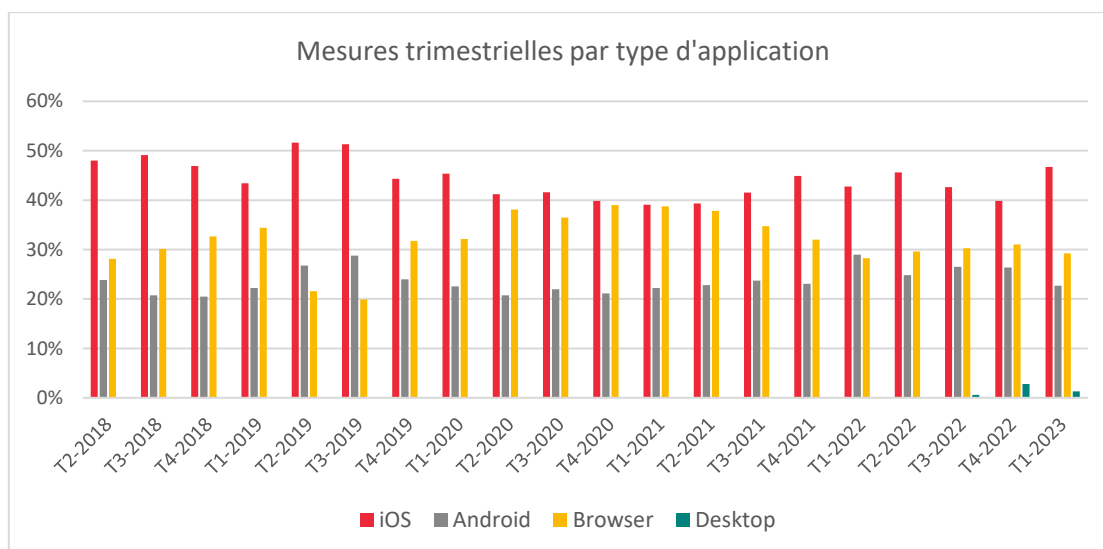


Figure 3: Mesures trimestrielles par système d'exploitation

À partir du 2^{ème} trimestre 2020, qui a marqué le début de la crise sanitaire, la part des mesures effectuées à travers les navigateurs web (« browser »), c'est-à-dire principalement via un ordinateur, est élevée par rapport aux années précédentes. Par exemple, le taux de mesures réalisées à travers un « browser » est de 38% au 2^{ème} trimestre 2020, ce qui correspond à une augmentation de 76% par rapport au 2^{ème} trimestre 2019. Ces constatations sont approfondies dans le chapitre 4 du rapport *checkmynet.lu* 3 ans¹¹. À partir du 3^{ème} trimestre 2021, le taux d'utilisation de l'outil via un navigateur web diminue pour se stabiliser autour de 30%.

En octobre 2022, l'Institut a lancé une nouvelle application « desktop » de *checkmynet.lu* disponible pour ordinateurs (Windows, Mac et Linux). Le taux d'utilisation de cette nouvelle version était de 2,8% au 4^{ème} trimestre 2022 et de 1,3% au 1^{er} trimestre 2023.

2.3. Mesures par technologie

La vitesse et la qualité des accès internet dépendent, entre autres, de la technologie utilisée. L'outil *checkmynet.lu* permet de mesurer la performance et la qualité de service pour différentes technologies. L'application mobile *checkmynet.lu* permet d'identifier les différentes technologies des réseaux mobiles 2G (GPRS, EDGE), 3G (HSDPA, UMTS), 4G (LTE) et 5G (NR) ainsi que la technologie sans fil WLAN. Les mesures réalisées à travers le navigateur web (« browser ») ne permettent pas de distinguer la technologie fixe ou mobile utilisée. Elles sont par conséquent comptabilisées en tant que (W)LAN¹².

La performance des mesures (W)LAN est aussi fortement influencée par le réseau interne des utilisateurs (LAN et Wi-Fi) et présente un risque de fausser la conclusion sur la qualité du raccordement fourni par les opérateurs.

La nouvelle application de bureau « desktop », dédiée aux ordinateurs, détecte si la connexion est réalisée en Wi-Fi (WLAN) ou en filaire (LAN). Il est ainsi possible d'obtenir des données de qualité de service plus précises en fonction du point d'éloignement du routeur et également d'évaluer les performances du Wi-Fi. Les mesures réalisées par cette application « desktop » sont également comptabilisées en tant que W(LAN) dans les graphiques ci-dessous.

Les Figure 4 et Figure 5 montrent la moyenne de la répartition des mesures par technologie sur cinq ans :

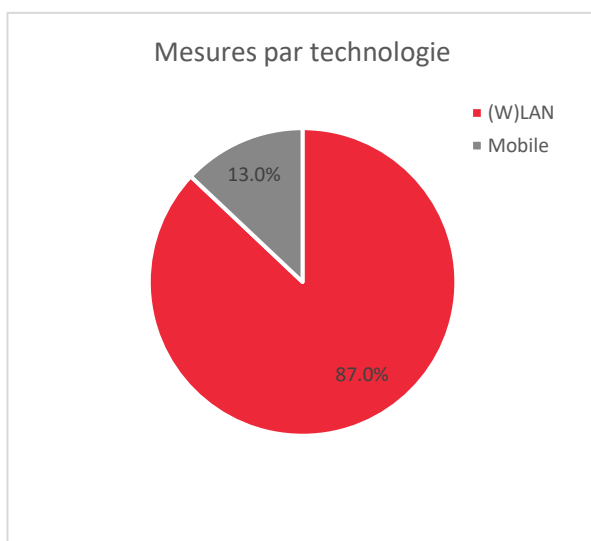


Figure 4: Mesures par technologie

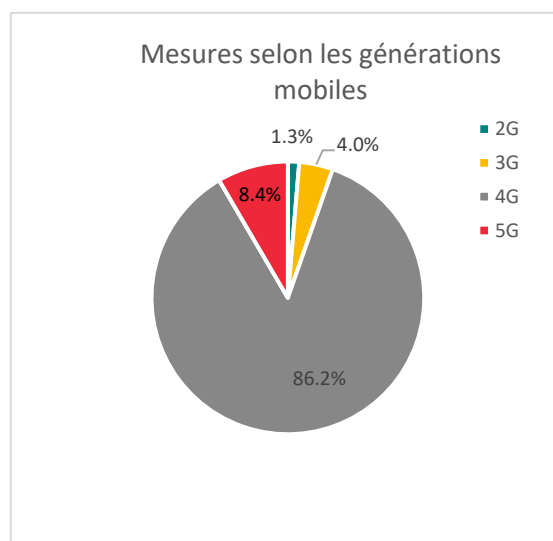


Figure 5: Mesures selon les générations mobiles

On constate que 87% des mesures ont été effectuées sur un réseau (W)LAN et que 13% des mesures ont été effectuées sur un réseau mobile (2G – 5G). Pour les réseaux mobiles, 94,6% de toutes les mesures ont été réalisées soit sur un réseau 4G ou 5G. La part des mesures qui ont été réalisées sur un réseau 2G ou 3G est à 5,3%.

Les Figure 6 et Figure 7 montrent la répartition du nombre de mesures par technologie et par trimestre :

¹² La désignation (W)LAN regroupe ainsi toutes les mesures effectuées à travers l'application sur les réseaux WLAN et à l'intermédiaire du logiciel web (« browser ») à travers différentes technologies des réseaux fixes ou mobiles.

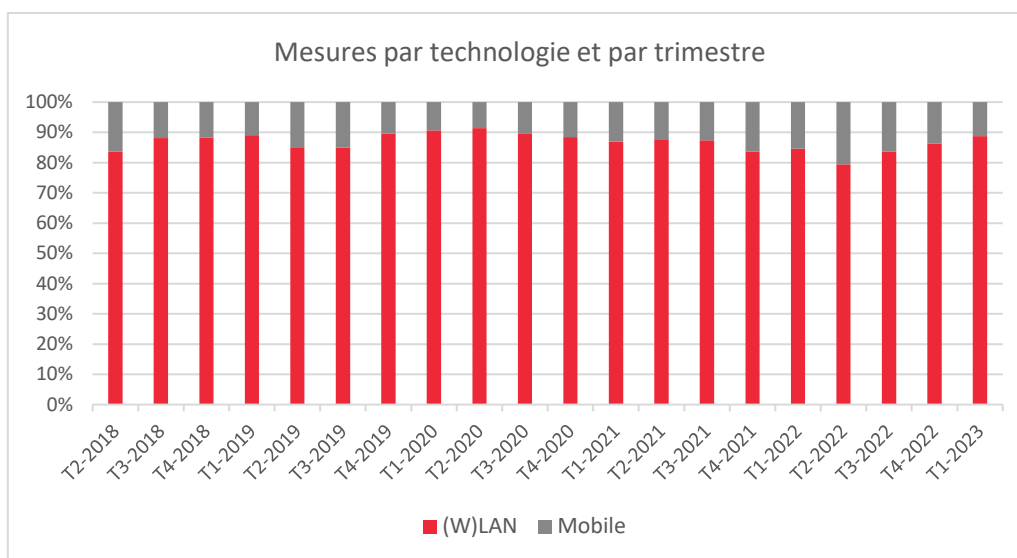


Figure 6: Mesures par technologie et par trimestre

La part des mesures effectuées en (W)LAN par trimestre varie entre 91% au 2^{ème} trimestre 2020 (pendant le confinement) et 79% au 2^{ème} trimestre 2022.

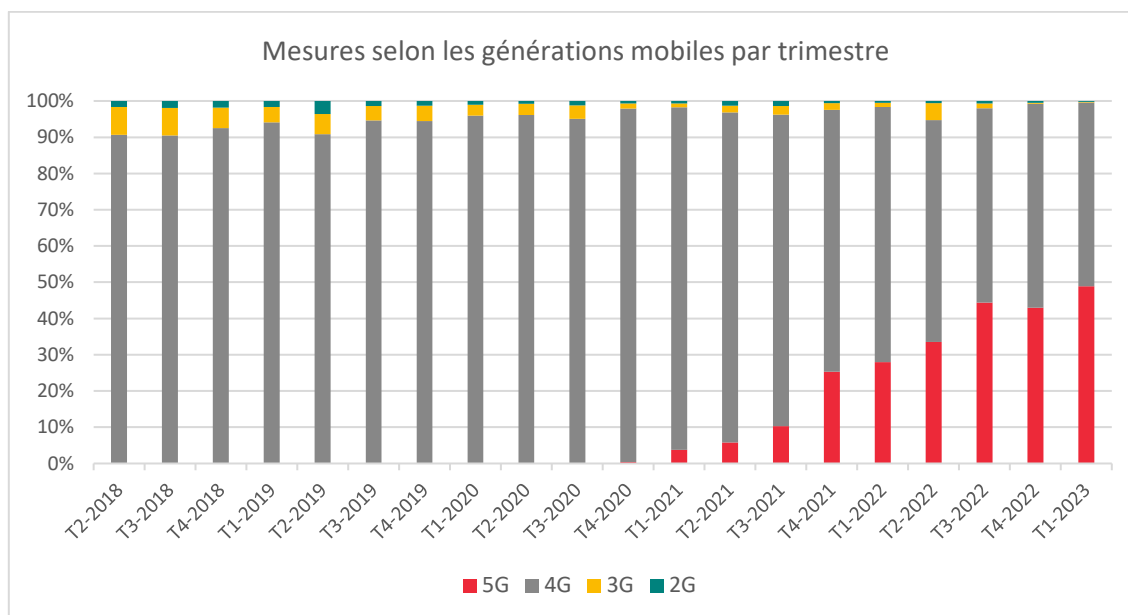


Figure 7: Mesures trimestrielles selon les générations mobiles

En ce qui concerne les technologies des réseaux mobiles, l'Institut constate une augmentation continue de la part des mesures réalisées sur des réseaux **4G** entre le 2^{ème} trimestre 2018 (91%) et le 1^{er} trimestre 2021 (98%). Pour les réseaux **5G**, l'Institut constate une hausse significative de 0,4% au 4^{ème} trimestre 2020 à 49% au 1^{er} trimestre 2023. Ceci témoigne, d'une part, de la disponibilité croissante des réseaux mobiles 5G au Luxembourg et, d'autre part, du nombre croissant d'utilisateurs *checkmynet.lu* qui disposent de téléphones portables compatibles avec la technologie 5G.

En ce qui concerne la part des mesures réalisées sur les réseaux **3G**, elle a diminué de 8% au 2^{ème} trimestre 2018 à 0,2% au 1^{er} trimestre 2023. En octobre 2022, un premier opérateur a procédé à la fermeture de son réseau 3G. La part des mesures réalisées sur les réseaux **2G** était de 0,3% au 1^{er} trimestre 2023.

La nouvelle application « desktop », dédiée aux ordinateurs, lancée en octobre 2022, détecte si la connexion est réalisée en Wi-Fi (WLAN) ou en filaire (LAN). 627 mesures ont été réalisées depuis avec la nouvelle application « desktop » dont 55% ont été réalisées en LAN et 45% à travers le WLAN. La Figure 8 montre la répartition du nombre de mesures réalisées par WLAN ou LAN avec la nouvelle application « desktop » :

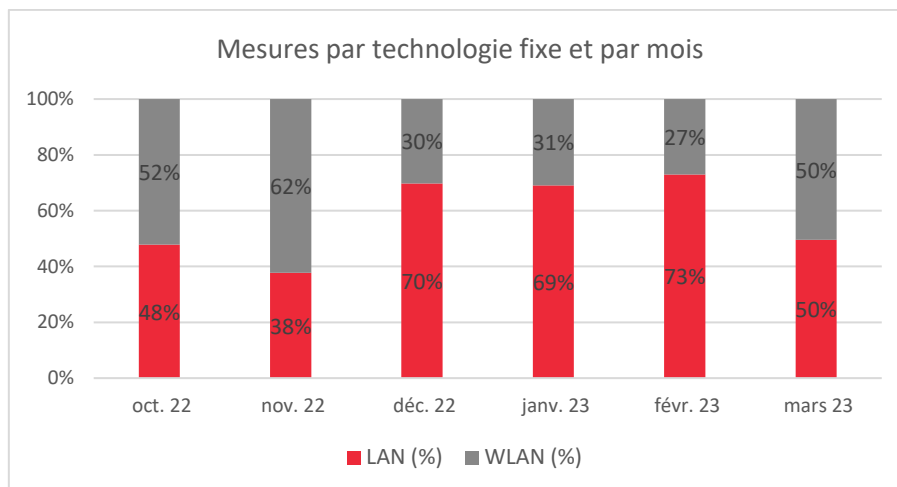


Figure 8: Mesures par technologie fixe et par mois (desktop App)

2.4. Mesures par opérateur

Sur cinq ans, la majorité des mesures (81%) a été réalisée sur un des six réseaux des principaux opérateurs¹³ (fixes et mobiles confondus) luxembourgeois. Les autres mesures ont été faites, soit sur un autre réseau luxembourgeois, soit sur un réseau étranger (par des clients d'opérateurs luxembourgeois en itinérance internationale ou bien par des clients d'opérateurs étrangers).

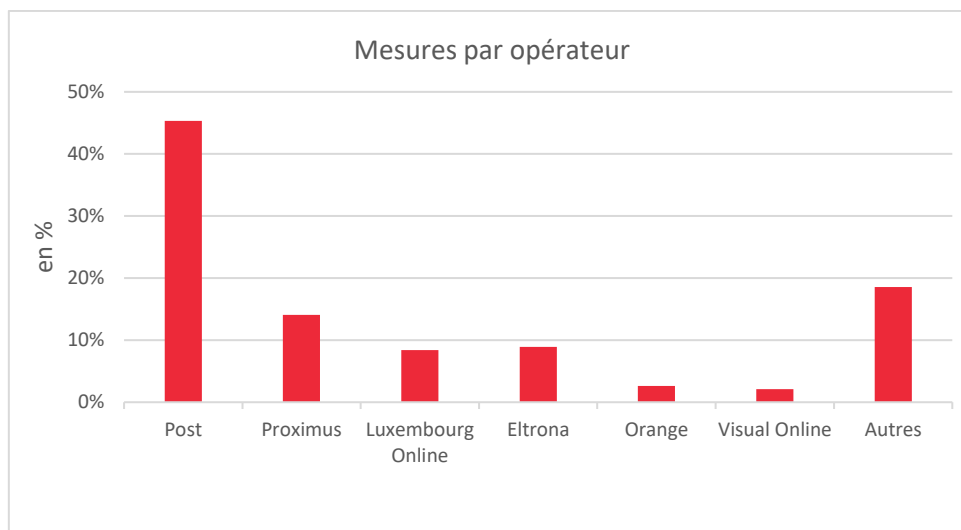


Figure 9: Mesures par opérateur

¹³ Post, Proximus, Luxembourg Online, Eltrona, Orange, Visual Online

2.5. Hausse de la qualité mesurée sur le territoire

L'outil *checkmynet.lu* peut fournir des données de localisation sur les mesures réalisées. Afin de préserver l'anonymat des utilisateurs *checkmynet.lu*, le lieu exact de la mesure n'est pas sauvegardé mais est déplacé, de façon aléatoire, jusqu'à 300 mètres. Sur cinq ans, environ 70% des mesures réalisées contiennent des informations géographiques¹⁴. Ce taux reste stable, d'une année sur l'autre, depuis le lancement de l'outil. L'outil *checkmynet.lu* permet d'afficher toutes les mesures, ayant des données de localisation, sur une carte avec un code couleur reflétant la qualité de la mesure effectuée. Des filtres permettent d'afficher des vues par : type de mesure (mobile/fixe), technologie (5G, 4G, ...), opérateur, etc.

Les cartes ci-après (Figure 10 et Figure 11) représentent géographiquement les résultats des différentes mesures en « download » faites sur les réseaux luxembourgeois. La couleur verte signifie un bon résultat de mesure par rapport aux critères fixés par l'Institut dans l'outil, la couleur orange signifie un résultat moyen et le rouge une performance médiocre. Les codes couleurs ne reflètent pas les caractéristiques techniques des contrats des utilisateurs.

Depuis le lancement de l'outil, l'Institut a retenu les critères suivants pour définir les codes couleurs :

Code couleur	Mobile (2G,3G, 4G)	Fixe (W)LAN
Rouge	<20 Mbit/s	<10 Mbit/s
Orange	20-50 Mbit/s	10-25 Mbit/s
Vert clair	50-100 Mbit/s	25-50 Mbit/s
Vert foncé	>100 Mbit/s	>50 Mbit/s

Tableau 1 : Code couleurs en fonction des débits atteints en « download »

La nouvelle version de l'outil, lancé en octobre 2022, utilise de nouvelles cartes « made in Luxembourg », fournies par le [Géoportail National du Grand-Duché de Luxembourg](#).

La Figure 10 montre une claire amélioration des résultats des mesures mobiles au Luxembourg depuis 2018 jusqu'en 2023. Les points rouges et oranges ont reculé au profit des points vert foncé, c'est-à-dire avec des débits descendants supérieurs à 100 Mbit/s. Ces améliorations en termes de débits mesurés à travers *checkmynet.lu* témoignent des investissements importants dans les réseaux mobiles au Luxembourg par les opérateurs qui s'élevaient à 24-46 millions d'€ par année¹⁵ entre 2018 et 2022. Le détail des évolutions de performance des mesures mobiles est présenté dans le chapitre 3.2.

La Figure 11, présentant la répartition géographique des mesures WLAN¹⁶ au Luxembourg, affiche une constante prépondérance des points vert foncé en cinq ans avec des débits descendants enregistrés supérieurs à 50 Mbit/s. D'ailleurs, l'Institut note de fortes évolutions de performance des mesures fixes réalisées à travers *checkmynet.lu* sur la période de cinq ans, telles que présentées dans le chapitre 3.1. Ceci témoigne d'une forte amélioration des réseaux fixes et des produits vendus au Luxembourg. Entre 2018 et 2022, les opérateurs ont investi entre 51 à 73 millions d'€ par année dans les réseaux fixes au Luxembourg¹⁵.

¹⁴ L'outil *checkmynet.lu* (application et « browser ») peut fournir des données de localisation uniquement dans le cas où l'utilisateur a accordé la permission d'accéder à l'information de localisation du dispositif terminal.

¹⁵ Rapport statistique des télécommunications du Luxembourg de l'année 2022, ILR, Juin 2023 :

<https://assets.ilr.lu/telecom/Documents/ILRLU-1461723625-971.pdf>

Résultats des mesures des réseaux mobiles (2G, 3G, 4G et 5G) – débits en « download »

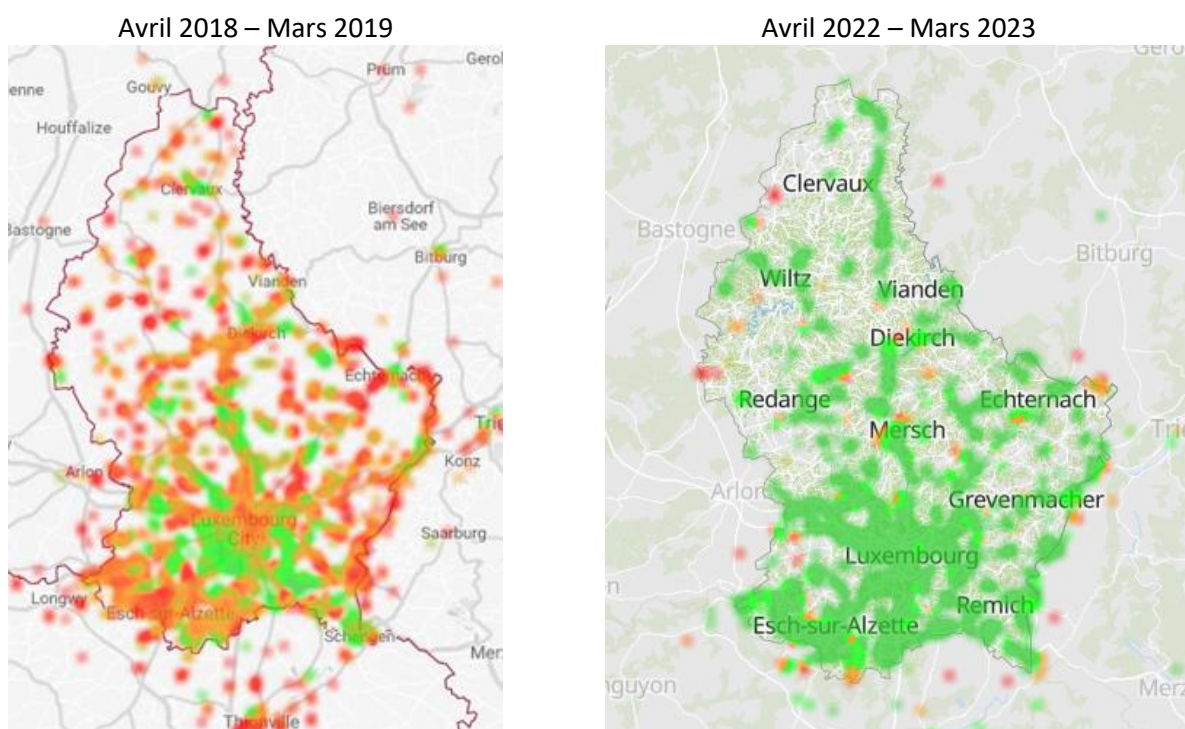


Figure 10: Répartition géographique des mesures mobiles au Luxembourg

Résultats des mesures fixes du type WLAN¹⁶ – débits en « download »

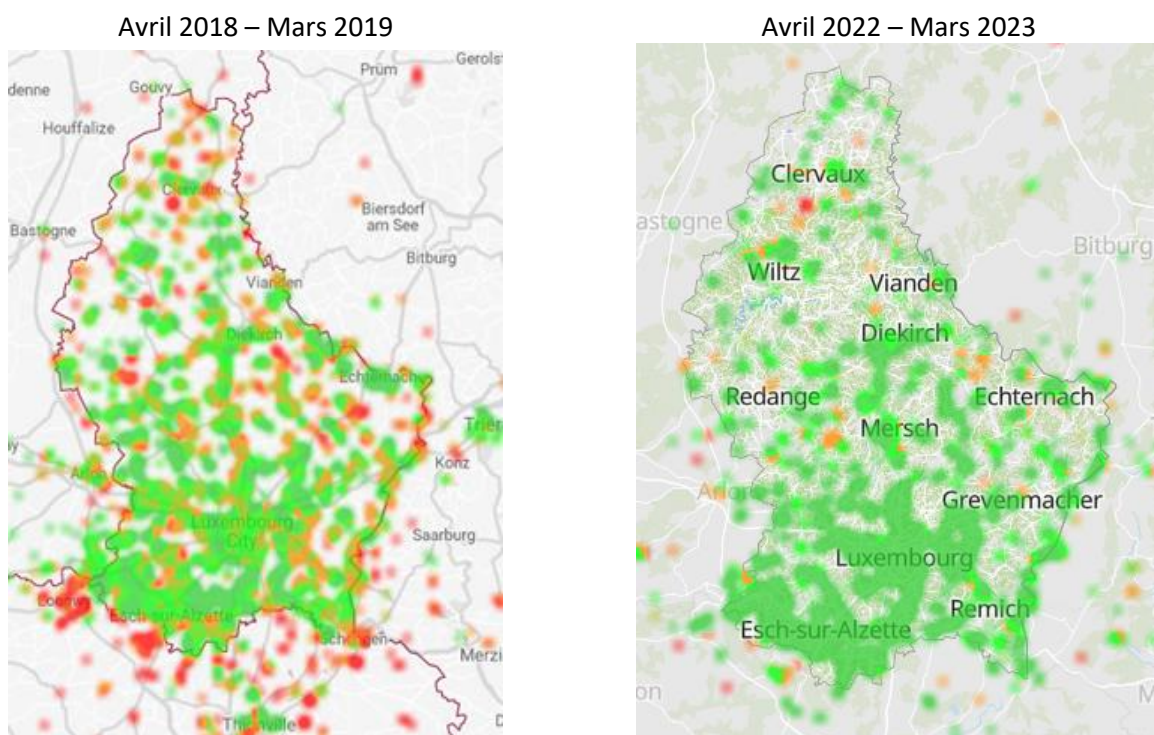


Figure 11: Répartition géographique des mesures WLAN au Luxembourg

¹⁶ Mesures réalisées via l'application sur iOS et Android à travers une connexion WLAN (Wi-Fi).

2.6. Mesures dans le monde

L'utilisation de l'outil *checkmynet.lu* n'est pas limitée au territoire du Luxembourg. L'outil fonctionne partout dans le monde, à condition d'une disponibilité de connexion internet fixe ou mobile. De toutes les mesures réalisées contenant des données de localisation, environ 90% ont été faites au Luxembourg. Les mesures réalisées à l'étranger, ont été effectuées soit par des clients d'opérateurs luxembourgeois, qui se trouvaient au moment de la mesure à l'étranger (en itinérance internationale), soit par des clients d'opérateurs étrangers.

Depuis son lancement, *checkmynet.lu* a été utilisé dans quelque 150 pays différents. Les mesures les plus au Nord ont été réalisées en mars 2019 près de la ville de Tromsø en Norvège et les mesures les plus au Sud ont été réalisées en janvier 2020 en Nouvelle-Zélande, près de la petite ville de Hillgrove (soit 16.445 km d'écart). Au niveau de l'étendue Est-Ouest, *checkmynet.lu* a été utilisé dans pratiquement tous les degrés de longitudes. Plusieurs mesures ont été effectuées d'un côté de la ligne de changement de date, sur les îles Wallis et Futuna, ainsi que juste de l'autre côté de la ligne, à Papeete (Polynésie française).

La Figure 12 et Figure 13 montrent la répartition géographique des mesures réalisées sur *checkmynet.lu* depuis le lancement de l'outil en 2018 :

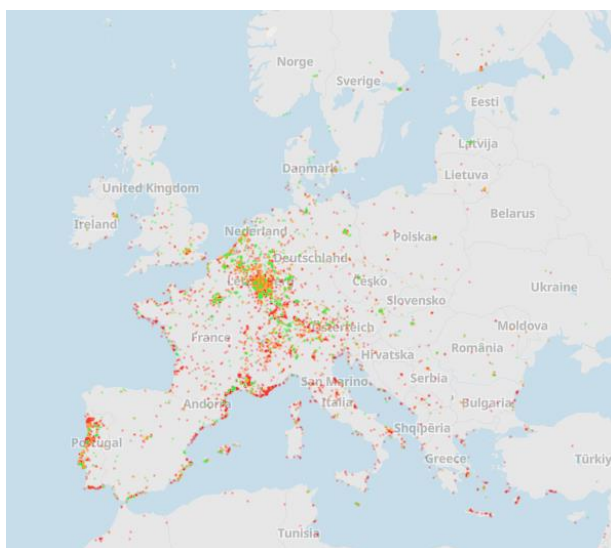


Figure 12: Répartition géographique des mesures en Europe

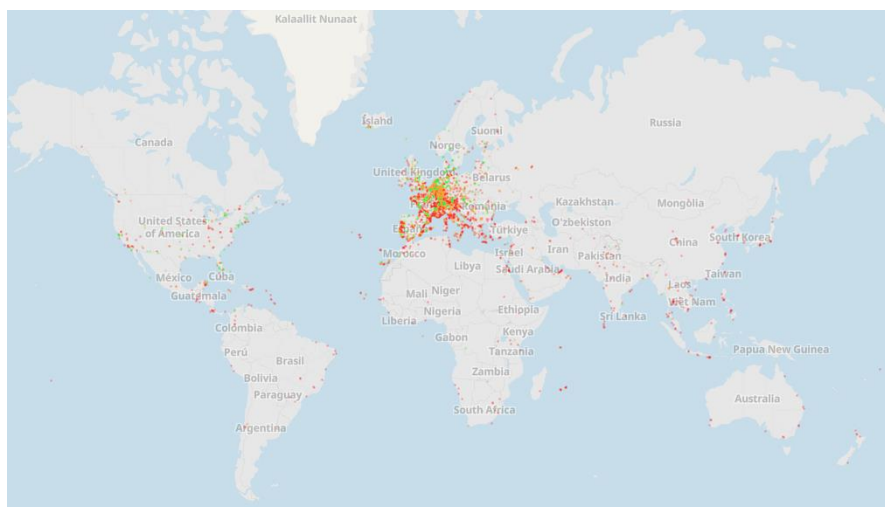


Figure 13: Répartition géographique des mesures dans le monde entier

2.7. Mesures relatives à la version IP (IPv4 ou IPv6)

Comme déjà indiqué dans le chapitre 1.4, l'outil permet, depuis octobre 2022, de renseigner le type de connexion utilisé en IPv4 ou en IPv6 pour les accès internet fixes et mobiles.

Fin 2021, l'Institut avait mené une analyse sur les tarifs des adresses IPv4 publiques pour un accès total à internet dans le cadre de l'article 3(1) du Règlement internet ouvert dans un contexte de rareté des adresses IPv4. Plus de détails sur les actions menées par l'Institut en la matière, peuvent être trouvés dans le rapport annuel des activités de surveillance en matière de neutralité de l'internet de juin 2022¹⁷.

La disponibilité d'adresses IPv4 publiques est limitée mathématiquement à environ 4 milliards (2^{32}). La popularité d'internet a abouti à l'épuisement des blocs d'adresses IPv4 disponibles, ce qui menace le développement du réseau. Pour remédier à ce problème de la pénurie d'adresses IPv4 publiques, la technique du NAT (Network Address Translation) a été développée. De façon simplifiée, le NAT permet à de nombreux ordinateurs d'un réseau privé de partager une adresse IPv4 publique. Une adresse IPv4 publique peut donc être utilisée par plusieurs personnes simultanément et indépendamment.

Cependant, le NAT n'est qu'un pis-aller pour contourner la pénurie en adresses IPv4 publiques. Afin de résoudre les problèmes associés, il est nécessaire à terme de passer à un protocole Internet avec un espace d'adressage plus important, les adresses IPv6. Le nombre d'adresses IPv6 est quasi-«illimité». Il existe 2^{128} adresses distinctes/uniques.

De nombreux fournisseurs de services d'accès internet ont commencé à passer à l'infrastructure IPv6. Mais pendant la transition, ces fournisseurs doivent continuer à prendre en charge à la fois l'IPv4 et l'IPv6, car une grande partie de l'internet public utilise toujours uniquement l'IPv4, et de nombreux utilisateurs finaux ne prennent pas en charge l'IPv6.

La Figure 14 montre la répartition des mesures réalisées sur *checkmynet.lu* selon le type de connexion IPv4 ou IPv6 par mois depuis octobre 2022 :

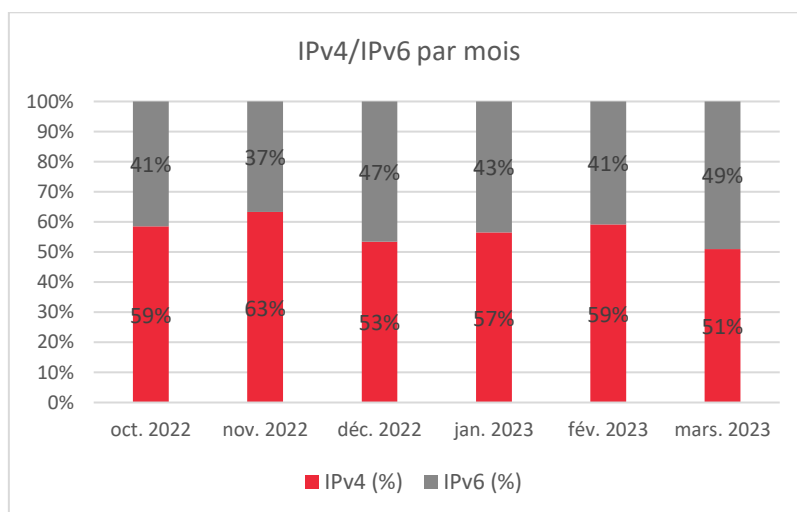


Figure 14: Mesures par type de connexion IP (v4/v6)

La répartition des mesures réalisées en IPv6 varie entre 37% et 49% sur la période considérée. L'Institut note que la majorité des mesures réalisées à travers *checkmynet.lu* sont faites en IPv4 (56% en moyenne).

¹⁷ Rapport annuel des activités de surveillance en matière de neutralité de l'internet - juin 2022, <https://assets.ilr.lu/telecom/Documents/ILRLU-1461723625-924.pdf>

La Figure 15 montre la répartition des mesures réalisées sur *checkmynet.lu* selon le type de connexion IPv4 ou IPv6 pour différentes technologies fixes (W)LAN et mobiles (4G et 5G) d'octobre 2022 à mars 2023 :

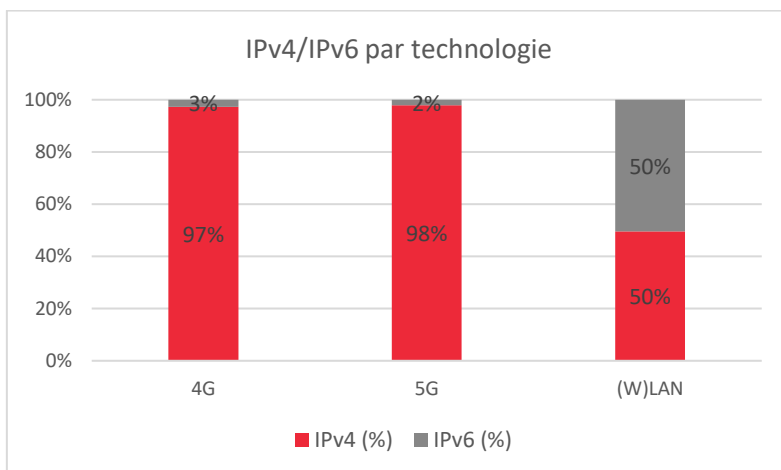


Figure 15: Mesures par technologie et par type de connexion IP

L'Institut constate une grande différence entre les mesures réalisées sur des réseaux mobiles (4G/5G) et les réseaux fixes (W)LAN en ce qui concerne le taux d'adoption de l'IPv6. Pour les réseaux fixes du type (W)LAN, le taux des mesures réalisées en IPv6 est de 50% en moyenne. Pour les réseaux mobiles, ce taux est, en moyenne, de 2,5% uniquement.

Les opérateurs luxembourgeois sont tous fortement touchés par la pénurie d'adresses IPv4 et ont mis en place des plans pluriannuels pour la gestion de ces ressources rares. Les opérateurs ont soit déjà modernisé leurs réseaux et déployé l'IPv6 déjà aujourd'hui en parallèle à l'IPv4 (Dual Stack), soit prévoient de déployer l'IPv6 dans leurs réseaux à court/moyen terme.

L'Institut reste en veille et maintient le dialogue avec les opérateurs notamment sur la transition vers l'IPv6.

2.8. Mesures relatives à la qualité de service

L'application *checkmynet.lu* permet aussi d'effectuer différentes mesures relatives à la performance et la qualité de l'accès internet, comme notamment l'ouverture des ports (TCP, UDP) et la disponibilité de la voix sur IP (VoIP). Depuis juin 2019, l'application mobile (Android et iOS) permet aussi de tester le bon fonctionnement des messageries instantanées (Facebook, Telegram, Signal et WhatsApp) et la performance du streaming vidéo. Tous ces tests (18 au total) sont regroupés sous le nom de « mesures QoS » (qualité de service) dans l'application mobile *checkmynet.lu*.

La nouvelle application « desktop » (Windows, Mac et Linux), lancée en octobre 2022, permet aussi de réaliser un certain nombre de tests QoS (8 au total).

L'utilisateur peut activer ou désactiver les différents tests QoS individuellement dans les paramètres de l'application mobile et « desktop ». Pour des raisons techniques, les mesures QoS ne peuvent pas être réalisées à travers les navigateurs web (« browser ») sous <https://checkmynet.lu>.

Un tableau reprenant l'ensemble des tests QoS qui sont disponibles peut être consulté dans l'annexe 5.1 de ce rapport.

La Figure 16 montre la part des mesures QoS¹⁸ effectuées parmi l'ensemble des mesures réalisées à travers les applications mobiles et « desktop » à partir du 3^{ème} trimestre 2019 :

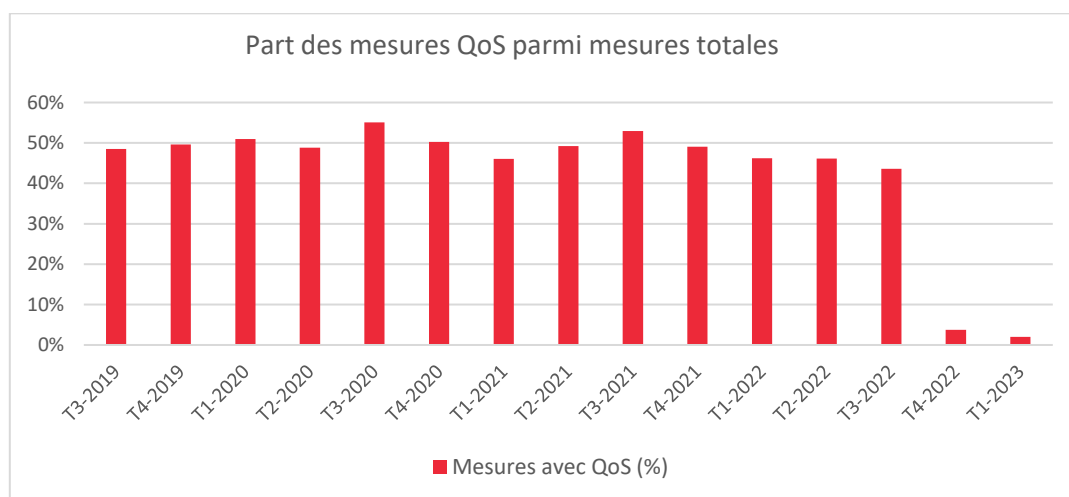


Figure 16: Part des mesures réalisées avec au moins un test QoS sur les mesures totales

Entre le 3^{ème} trimestre 2019 et le 3^{ème} trimestre 2022, des tests QoS ont été effectués pour environ 50% des mesures réalisées à travers les applications de *checkmynet.lu*. Du 4^{ème} trimestre 2022 au 1^{er} trimestre 2023, ce taux diminue à environ 3% en moyenne. Depuis la mise à jour de l'outil *checkmynet.lu* en octobre 2022, dans un souci de transparence, de protection des données personnelles et de limitation de la durée et du volumes de données transmises, tous les tests QoS sont désactivés par défaut et doivent être activés par les utilisateurs.

L'Institut a analysé les mesures QoS effectuées pour déterminer si les principes de l'internet ouvert sont respectés par les opérateurs au Luxembourg et n'a pas mis en évidence d'anomalies.

¹⁸ Les mesures QoS correspondent aux mesures pour lesquels au moins un test QoS a été effectuées.

Performance des accès internet

3. Performance des accès internet

Cette partie illustre les résultats des mesures réalisées pour les principales caractéristiques de performance et de qualité de service des accès internet, c'est-à-dire :

- le débit descendant (« download ») des accès ;
- le débit montant (« upload ») des accès ;
- le ratio entre le débit montant et le débit descendant des accès ;
- la latence des accès.

La « vitesse » des accès internet joue un rôle important pour la qualité de l'expérience des utilisateurs. Le débit descendant indique la vitesse, en Mbit/s, du transfert des données de l'internet vers le dispositif de l'utilisateur, qu'il s'agisse de fichiers, de sites Web, de photos, de chansons ou de films. Le débit montant indique la vitesse, en Mbit/s, du transfert des données du dispositif de l'utilisateur vers l'internet.

La latence est la durée d'un aller-retour d'un petit paquet de données entre le dispositif terminal et le serveur. Une courte latence signifie une meilleure « expérience » internet comme la réactivité vers les serveurs est plus rapide.

Les accès internet de haute qualité sont caractérisés par des débits descendants et montants élevés ainsi que par de faibles latences.

3.1. Débits et latence sur réseaux fixes

La Figure 17 montre l'évolution des débits descendants (« download ») et montants (« upload ») pour les accès fixes du type (W)LAN par trimestre depuis le lancement de l'outil *checkmynet.lu* :

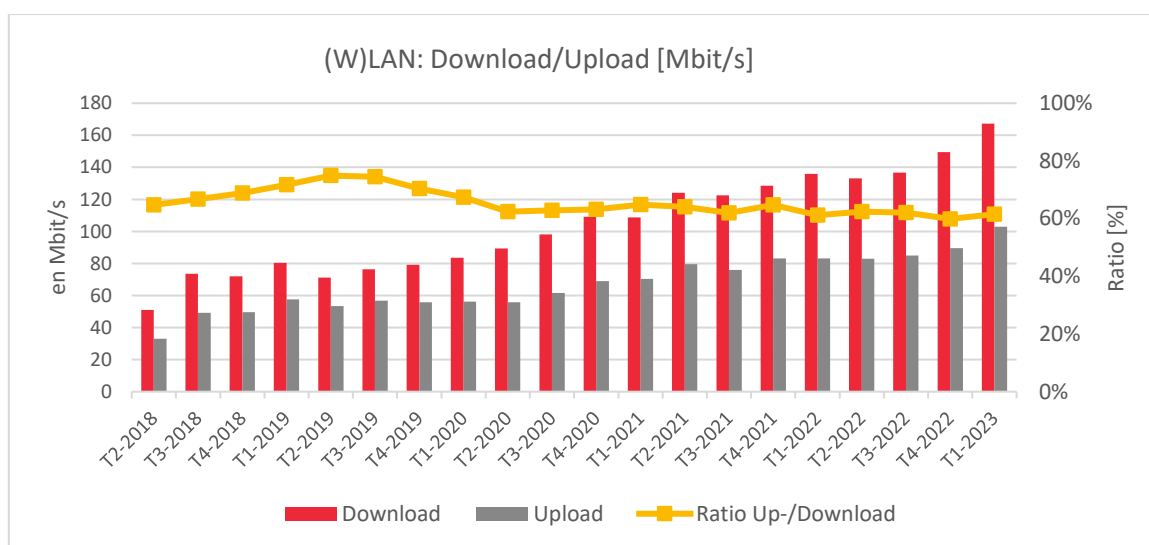


Figure 17: Débits mesurés sur accès (W)LAN par trimestre

Depuis le lancement de *checkmynet.lu*, une progression positive des débits moyens mesurés sur les accès fixes du type (W)LAN peut être constatée. Au 1^{er} trimestre 2023, la vitesse moyenne mesurée en « download » est passée à 167 Mbit/s et celle en « upload » à 103 Mbit/s. Le ratio moyen entre la vitesse en « upload » et en « download » est ainsi de 64%. Sur toute la période considérée, ce ratio est toujours resté à un taux élevé et l'Institut n'a pas constaté d'incohérences spécifiques relatives aux offres vendues par les opérateurs. La plupart des offres d'accès internet fixe résidentielles au Luxembourg, notamment les offres commerciales d'accès internet à très haut débit, annoncent un ratio de 50% entre le débit montant et le débit descendant.

Les vitesses mesurées en « download » et en « upload » ont augmenté respectivement de 229% et de 212% depuis le lancement de l’outil, ce qui correspond à une augmentation moyenne par an d’environ 28% respectivement 27%.

Cette forte évolution à la hausse des débits mesurés sur les accès fixes du type (W)LAN, tant en voie descendante qu’en voie montante, reflètent la pénétration croissante des produits dits « très haut débit » au Luxembourg. En outre, il ressort que les accès internet fixes au Luxembourg, utilisés pour les mesures *checkmynet.lu*, sont de très bonne qualité. Entre 2018 et 2022, les opérateurs ont investi entre 51 à 73 millions d’€ par année dans les réseaux fixes au Luxembourg¹⁹.

Ce constat est également souligné par la Figure 18 qui regroupe les mesures par plages de débits en voie descendante et montre l’évolution pour différentes années²⁰:

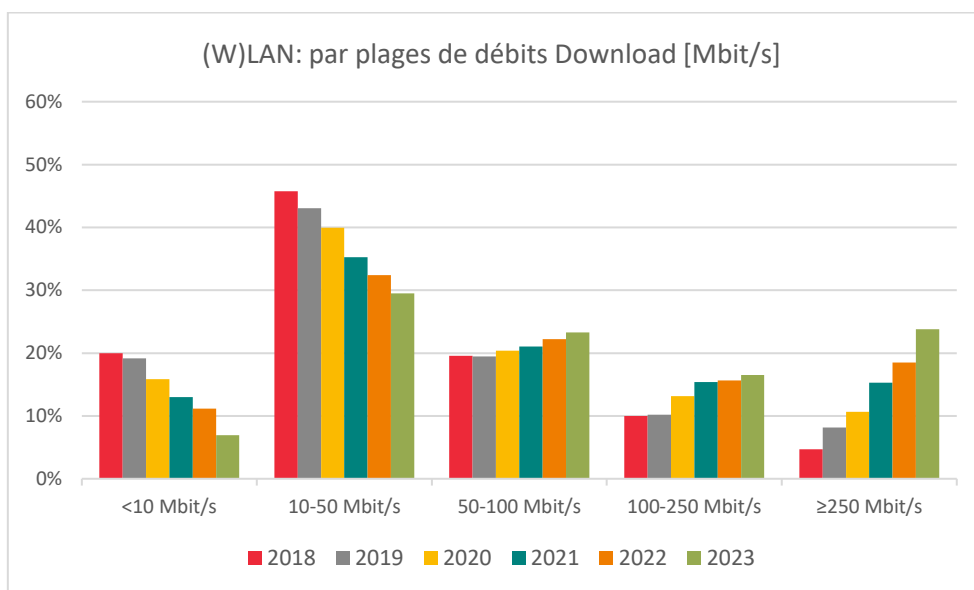


Figure 18: (W)LAN Mesures par plages de débits en « download »

La part du nombre de mesures effectuées sur des accès internet fixe du type (W)LAN, à des vitesses supérieures à 250 Mbit/s a augmenté, en moyenne, de 5% en 2018 à 24% en 2023. De même, la part des mesures réalisées à des vitesses inférieures à 10 Mbit/s, a diminué de 20% en 2018 à 7% en 2023 en moyenne.

La Figure 19 illustre l’évolution des latences mesurées sur les accès fixes du type (W)LAN pour la période sous revue par rapport aux débits moyens cumulés en voie descendante et en voie montante :

¹⁹ Rapport statistique des télécommunications du Luxembourg de l'année 2022, ILR, Juin 2023 :

<https://assets.ilr.lu/telecom/Documents/ILRLU-1461723625-971.pdf>

²⁰ 2018 : mesures d’avril à décembre ; 2019-2022 : mesures de janvier à décembre ; 2023 : mesures de janvier à mars

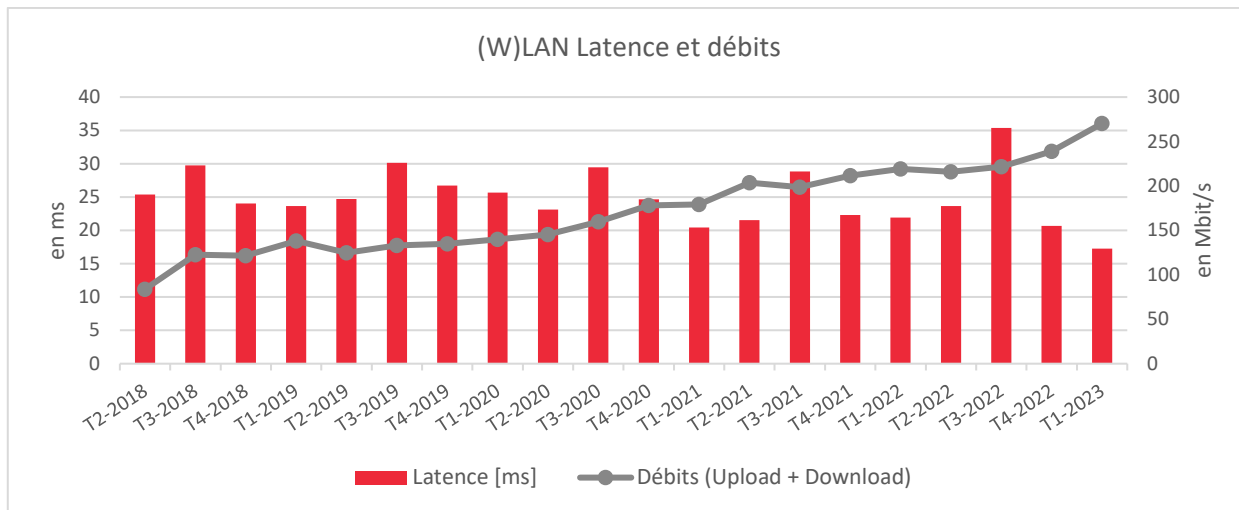


Figure 19: (W)LAN Latence et débits par trimestre

La latence moyenne mesurée sur les accès fixes du type (W)LAN est de 24,1ms sur 5 ans. Une légère tendance à la baisse est constatée de 24ms en 2018 à 18ms en 2023. En général, les latences mesurées augmentent au 3^{ème} trimestre en comparaison des autres trimestres, en raison des mesures réalisées à l'étranger plus nombreuses pendant la période estivale.

La Figure 20 ci-après montre la moyenne²⁰ des latences moyennes mesurées sur les accès fixes du type (W)LAN par plages de débits en voie descendante :

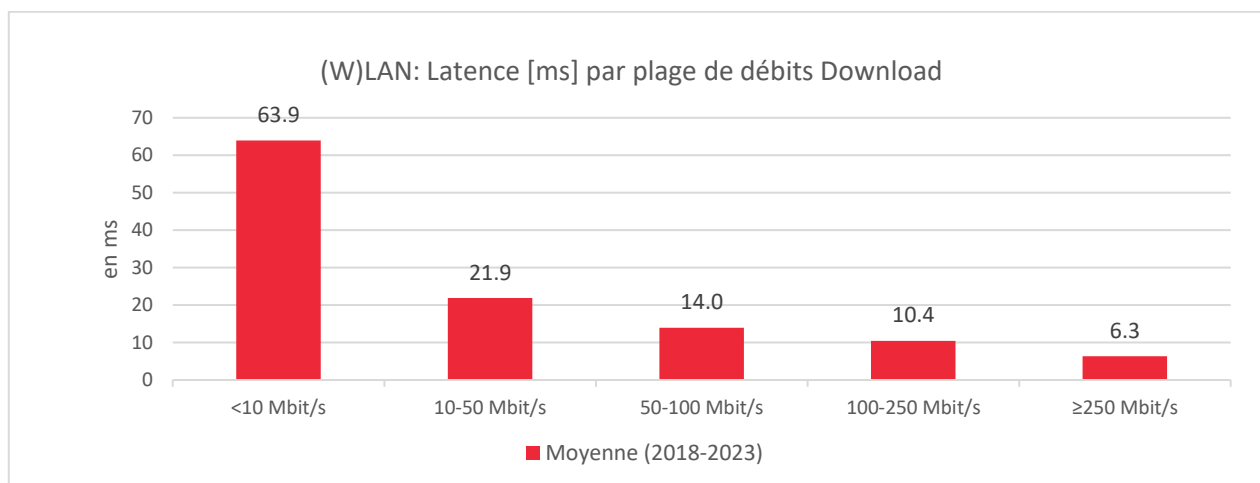


Figure 20: (W)LAN Latence par plages de débits en « download »

Il ressort que les latences moyennes mesurées sur les accès fixes du type (W)LAN diminuent avec les débits mesurés. Les latences moyennes mesurées varient, en moyenne, entre 64ms pour des accès avec des débits mesurés inférieurs à 10 Mbit/s et 6ms pour des accès avec des débits mesurés supérieurs à 250 Mbit/s.

La nouvelle application « desktop », dédiée aux ordinateurs, lancée en octobre 2022, détecte si la connexion est réalisée en Wi-Fi (WLAN) ou en filaire (LAN). La Figure 21 montre les performances des connexions LAN et WLAN mesurées à travers la nouvelle application « desktop » :

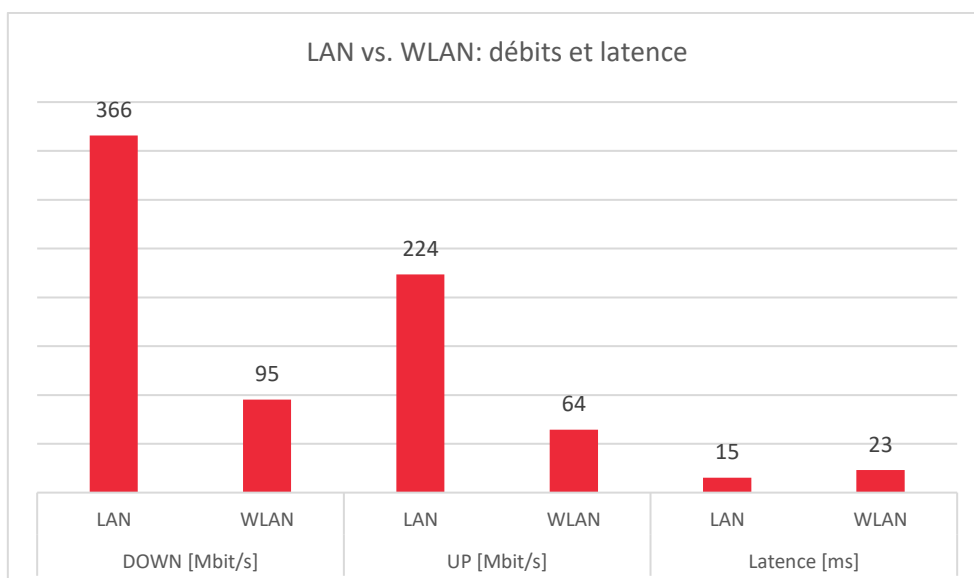


Figure 21: Application desktop - performances LAN et WLAN

Comme prévu, les débits et les latences mesurés à travers *checkmy.net.lu* sont en moyenne de meilleure qualité sur les connexions LAN que pour les connexions WLAN.

3.2. Débits et latence sur réseaux mobiles

La Figure 22 montre l'évolution des débits descendants (« download ») et montants (« upload ») pour les accès mobiles (5G, 4G, 3G et 2G confondues) par trimestre depuis le lancement de l'outil *checkmy.net.lu* :

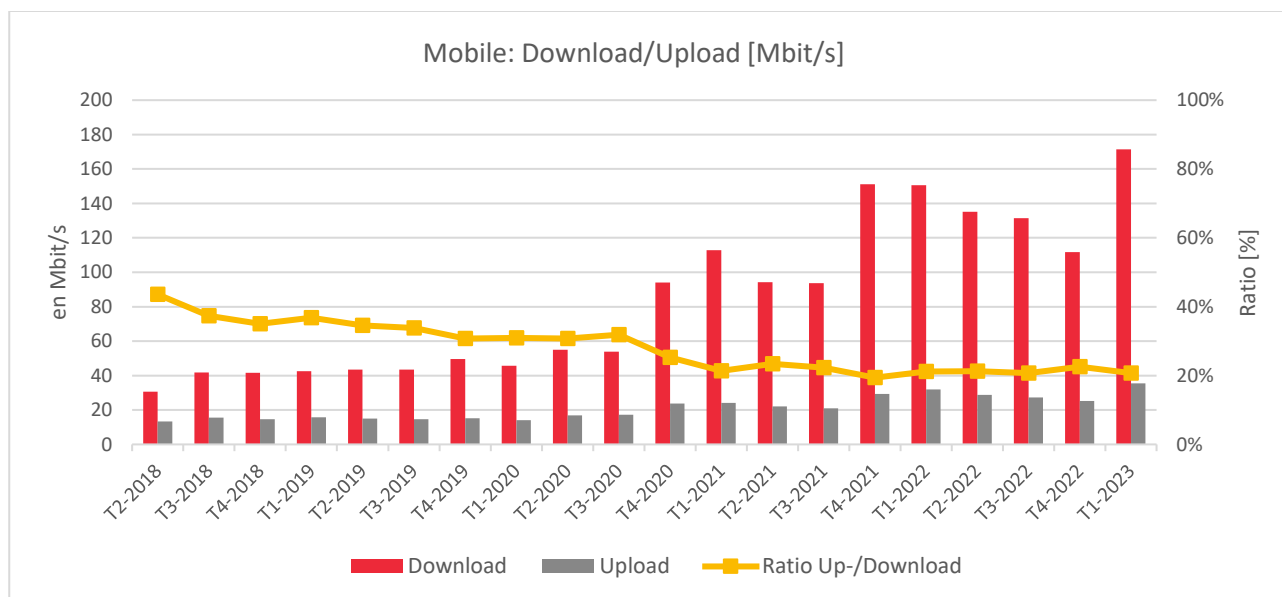


Figure 22: Débits mesurés sur accès mobiles par trimestre

Depuis le lancement de *checkmy.net.lu*, une progression positive des débits moyens mesurés sur les accès mobiles peut être constatée. Au 1^{er} trimestre 2023, la vitesse moyenne mesurée en voie descendante est passée à 171 Mbit/s et en voie ascendante, à 35 Mbit/s.

Les vitesses mesurées en « download » ont augmenté de 459% depuis le lancement de l'outil, ce qui correspond à une augmentation moyenne d'année en année de 44%. Les vitesses mesurées en « upload » ont augmenté d'environ 166%, ce qui correspond à une augmentation annuelle moyenne de 23%. Le ratio

entre la vitesse en « upload » et en « download » évolue entre 40 et 20% sur la période considérée, ce qui est bien inférieur aux valeurs mesurées sur les accès du type (W)LAN.

La forte croissance des vitesses sur les accès mobiles, notamment sur les débits en voie descendante, va de pair avec les investissements des opérateurs nationaux dans les réseaux mobiles, notamment les réseaux 4G et 5G, ainsi que la bonne qualité de ces réseaux. Entre 2018 et 2022, les opérateurs ont investi 24-46 millions d'€ par année dans les infrastructures techniques des réseaux mobiles¹⁹. L'utilisation de technologies avancées et le remaniement des ressources de fréquences par certains opérateurs ont conduit à une forte augmentation des capacités dans les réseaux 4G et des débits mesurés à travers *checkmynet.lu* à partir du 4^{ème} trimestre 2020. Un an plus tard (à partir du 4^{ème} trimestre 2021), l'introduction du 5G a conduit à une forte hausse des débits moyens mesurés à travers *checkmynet.lu*. Cette hausse provient d'une augmentation de la part des mesures réalisées sur des réseaux 5G, comme détaillé dans la Figure 7 du chapitre 2.3.

Ce constat est également souligné par la Figure 23 qui regroupe les mesures par plages de débits en voie descendante et montre l'évolution pour différentes années²⁰ pour les accès mobiles :

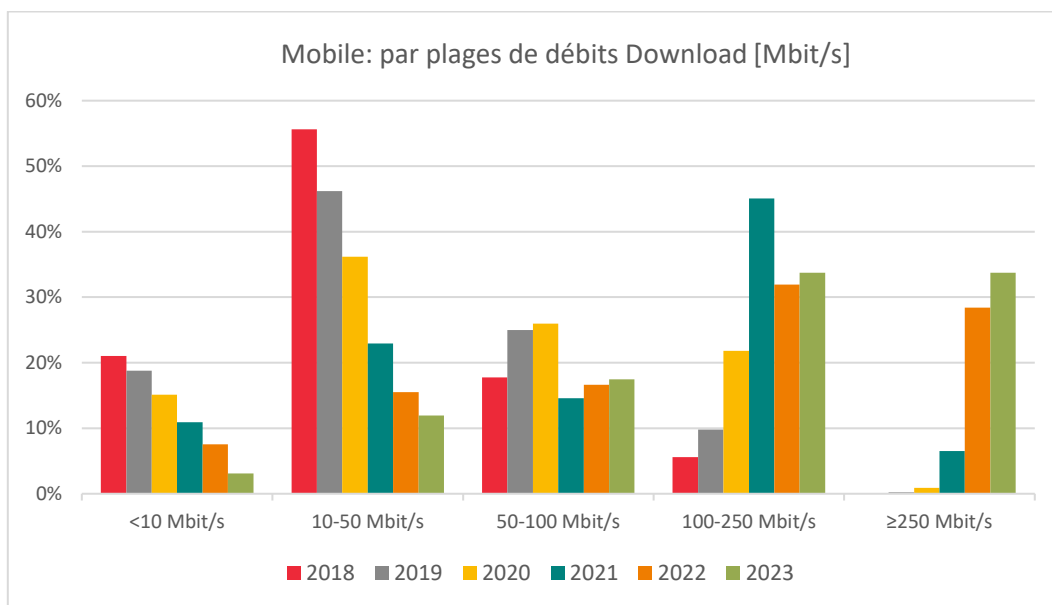


Figure 23: Accès aux réseaux mobiles (2G, 3G, 4G, 5G) – Mesures par plages de débits en « download »

La part des mesures effectuées sur des accès internet mobile à des vitesses supérieures à 100 Mbit/s a augmenté de 6% en 2018 à 67% en 2023. De même, la part des mesures effectuées à des vitesses inférieures à 10 Mbit/s a diminué de 21% en 2018 à 3% en 2023 en moyenne.

La Figure 24 montre les débits descendants mesurés sur *checkmynet.lu* selon les différentes générations mobiles par année²¹ :

²¹ 2018 : mesures d'avril à décembre ; 2019-2022 : mesures de janvier à décembre ; 2023 : mesures de janvier à mars

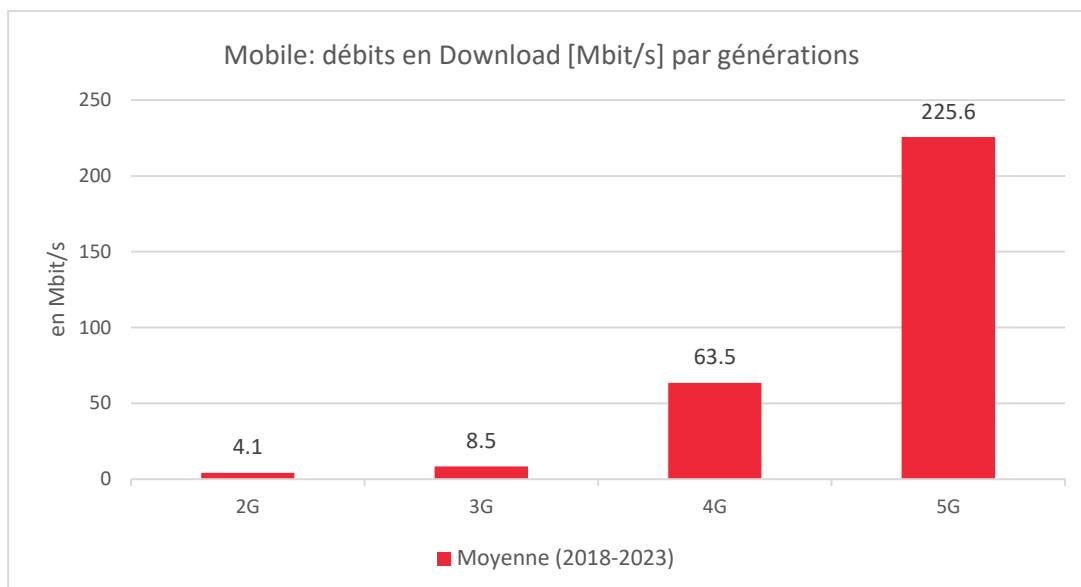


Figure 24: Accès aux réseaux mobiles (2G, 3G, 4G,5G) – Débits en « download » par générations mobiles

Les débits moyens mesurés sur les réseaux 2G sont de 4,1 Mbit/s en voie descendante et de 1,6 Mbit/s en voie ascendante. Sur les réseaux 3G, les débits moyens mesurés sont de 8,5 Mbit/s en voie descendante et de 2,0 Mbit/s en voie ascendante. Sur les réseaux 4G, les débits moyens mesurés sont de 64 Mbit/s en « download » et de 18 Mbit/s en « upload ». Sur les réseaux 5G, les débits moyens mesurés sont de 226 Mbit/s en « download » et de 47 Mbit/s en « upload ». En 5G, la vitesse moyenne mesurée en « download » est 3,5 fois plus élevée qu’en 4G et 26 fois plus élevée qu’en 3G.

La Figure 25 illustre l’évolution des latences mesurées sur les accès mobiles pour la période analysée par rapport aux débits moyens cumulés en voie ascendante et en voie descendante :

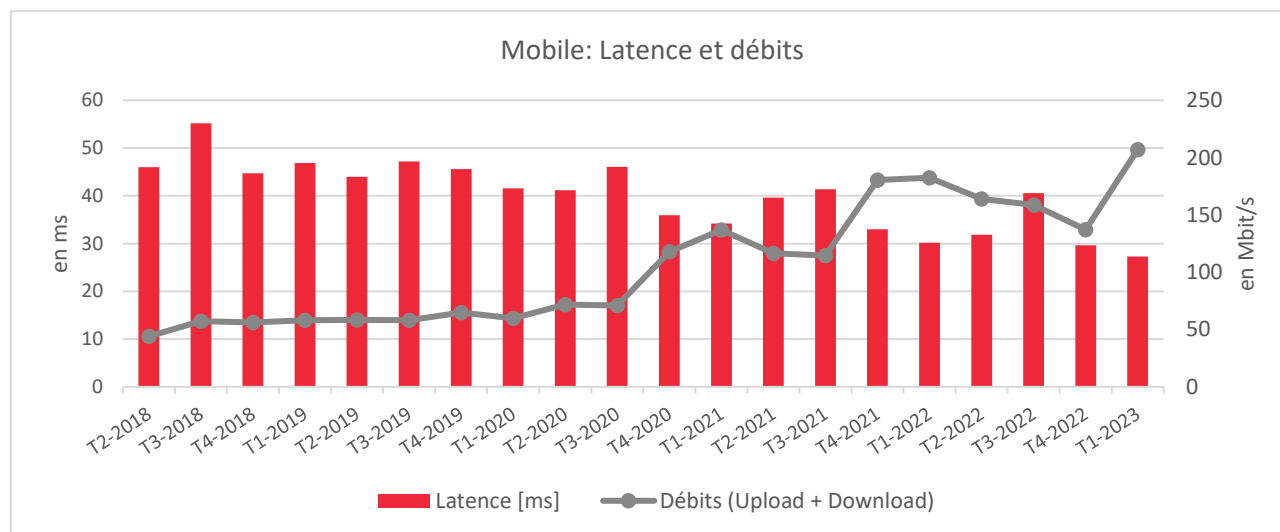


Figure 25: Accès aux réseaux mobiles (2G, 3G, 4G, 5G) – Latence et débits par trimestre

La latence moyenne mesurée sur les accès mobiles sur les 5 ans est d’environ 40ms, ce qui est bien supérieur aux accès fixes du type (W)LAN. Les valeurs sont comprises entre 27 et 55ms avec une claire tendance à la baisse. Comme observé pour les accès (W)LAN, les latences mesurées sur les réseaux mobiles augmentent généralement au 3^{ème} trimestre par rapport aux autres trimestres en raison d’une augmentation en comparaison aux autres trimestres de la part des mesures réalisées à l’étranger pendant la période estivale.

Les latences moyennes mesurées varient fortement en fonction des générations mobiles tel que présenté dans la Figure 26 :

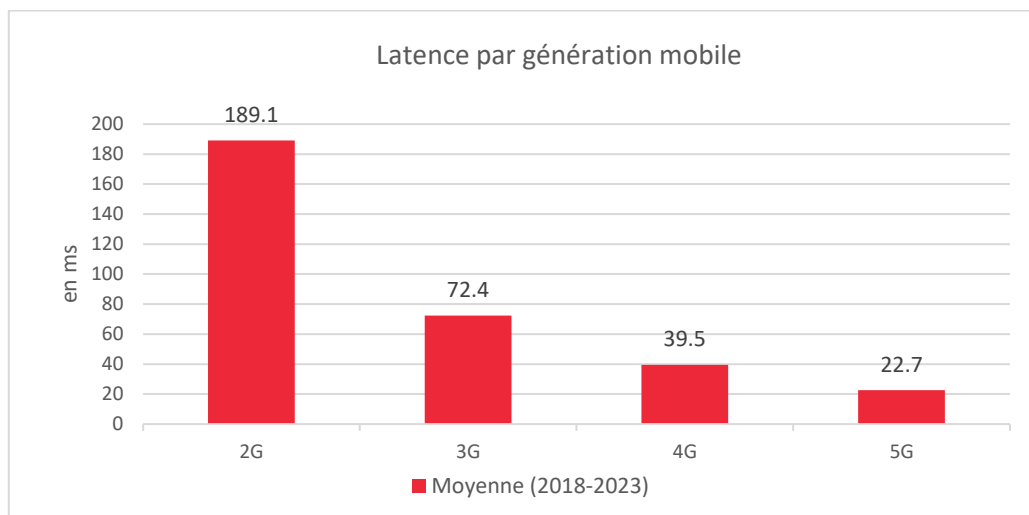


Figure 26: Accès aux réseaux mobiles (2G, 3G, 4G, 5G) – Latence par générations mobiles

Les latences moyennes mesurées sur les réseaux 2G sont de 189ms, sur les réseaux 3G de 72ms, sur les réseaux 4G de 39ms et sur les réseaux 5G de 22ms. Il ressort que la latence en 5G est significativement inférieure à celle mesurée pour les autres technologies de réseaux mobiles. En effet, la latence moyenne mesurée en 5G est presque la moitié de celle en 4G, d'environ 1/3 de celle en 3G et d'environ 1/8 de celle en 2G.

Conclusions et perspectives

4. Conclusions et perspectives

L'Institut, en mettant *checkmynet.lu* à disposition du grand public, permet au consommateur d'être acteur de la régulation en détectant des anomalies potentielles de son accès à internet. Cette initiative contribue à la transparence et au bon fonctionnement du marché.

L'Institut contribue à garantir que les consommateurs bénéficient d'un accès à internet de qualité et poursuivra le travail d'amélioration continu de *checkmynet.lu*.

Avec presque 450.000 mesures enregistrées en 5 ans, l'outil *checkmynet.lu* a montré son efficacité, répondant aux besoins des utilisateurs finaux de veiller à la qualité de leurs accès internet. Il permet de contrôler le bon fonctionnement des réseaux et des services de communications électroniques et de garantir un internet ouvert.

Les résultats des analyses portant sur les mesures réalisées à travers *checkmynet.lu* reflètent bien la qualité élevée des accès internet au Luxembourg et la pénétration continue des produits très haut débit sur le marché.

Pour les réseaux mobiles, plus de 99% des mesures ont été effectuées sur les réseaux 4G (50%) ou 5G (49%) au 1^{er} trimestre 2023. La part des mesures réalisées sur les réseaux 3G a baissé à 0,2%, notamment à la suite de la fermeture du réseau 3G d'un premier opérateur en octobre 2022.

Les débits moyens mesurés sur les réseaux 5G étaient de 226 Mbit/s en « download » et de 47 Mbit/s en « upload » au 1^{er} trimestre 2023. En 5G, la vitesse moyenne mesurée en « download » est par exemple 3,5 fois plus élevée qu'en 4G et 26 fois de plus qu'en 3G. *Checkmynet.lu* a clairement montré l'amélioration de la performance et de la qualité des services sur les réseaux mobiles grâce à la 5G.

En ce qui concerne les accès fixes (y compris en Wi-Fi), la part du nombre de mesures effectuées sur des accès internet fixe à des vitesses supérieures à 100 Mbit/s a augmenté, en moyenne, de 15% en 2018 à 40% en 2023. Cette répartition des débits mesurés reflète la pénétration croissante des produits dits « très haut débit » au Luxembourg.

Depuis son lancement en 2018, *checkmynet.lu* est adapté régulièrement, notamment pour améliorer l'expérience des utilisateurs finaux et pour suivre les évolutions technologiques des réseaux fixes et mobiles.

La nouvelle version de l'outil, lancée en octobre 2022, utilise de nouvelles cartes « made in Luxembourg », fournies par le [Géoportail National du Grand-Duché de Luxembourg](#). En outre, l'Institut a amélioré l'outil au niveau de l'accessibilité notamment au niveau de la navigation, de la présentation et structuration de l'information, du contraste des textes et des couleurs et de la visualisations des graphiques et statistiques.

La toute nouvelle application de bureau pour ordinateurs permet aux utilisateurs finaux de réaliser des mesures plus précises sur les accès fixes car elle permet par exemple de détecter le type de connexion (filaire ou Wi-Fi) et de réaliser des tests QoS.

Pour la prochaine période, l'Institut entend poursuivre son engagement auprès des consommateurs à travers les différents outils mis à disposition des utilisateurs finaux tels que *checkmynet.lu*. Le renforcement de l'information disponible auprès des consommateurs contribue à œuvrer pour une qualité de service satisfaisante des réseaux.

Une prochaine mise à jour technique de l'outil permettra à l'Institut un meilleur suivi des performances de *checkmynet.lu*. Cette mise-à-jour facilitera aussi l'utilisation des tests QoS pour les utilisateurs finaux.

Par ailleurs, afin de mieux visualiser les performances des différents accès internet sur les cartes accessibles à travers *checkmynet.lu*, l'Institut prévoit d'adapter les différents codes couleurs pour prendre en compte les dernières évolutions des réseaux fixes et mobiles au Luxembourg et la demande des utilisateurs finaux.

Annexes

5. Annexes

5.1. Tests QoS

Les tests QoS (18 en total) peuvent être effectués à travers l'application mobile de *checkmynet.lu* disponible pour Android et iOS. L'application « desktop » pour ordinateurs (Windows, Mac et Linux) permet aussi de réaliser un certain nombre de tests QoS (8 en total), marqués avec un * dans le tableau ci-dessous :

Nom et objet de la catégorie de test	Détail des tests réalisés
Traceroute* : Le test « Traceroute » montre la route à travers les réseaux basés IP et indique le nombre de sauts (« hops ») nécessaire.	1) Cible Traceroute : google.com
DNS* : DNS est un service internet fondamental pour traduire les noms de domaine en adresses IP. Chaque test DNS contrôle si le service est disponible, si les réponses sont correctes et mesure le temps de réponse du serveur.	1) Cible : apple.com 2) Cible : www.google.lu 3) Cible : facebook.com 4) Cible : www.1747ff660c.net 5) Cible : ftp.e0a00d9504.com 6) Cible : yahoo.com 7) Cible : wikipedia.org 8) Cible : twitter.com 9) Cible : www.1ecc73a2c8ca81e6f04c.com 10) Cible : touch.darkspace.checkmynet.lu 11) Cible : microsoft.com 12) Cible : www.6b21f75609.darknet.checkmynet.lu 13) Cible : youtube.com 14) Cible : youtube.com 15) Cible : amazon.com 16) Cible : invalidname.2°5c02c25d.com 17) Cible : www.614acc02e5.darknet.checkmynet.lu 18) Cible : facebook.com 19) Cible : wikipedia.org 20) Cible : google.com 21) Cible : google.com
Ports TCP* : TCP est le protocole de transport fiable, en mode connecté. Par exemples, des services types « http » pour sites internet ou « smtp » pour e-mail. Les tests sont faits pour vérifier que la connexion a été établie.	1) Résolution nom de domaine (DNS, port TCP 53 sortant) 2) Récupération e-mail et mémorisation (IMAP, port TCP 143 sortant) 3) Partage pair-à-pair de fichiers (BitTorrent, port TCP 6881 sortant) 4) Récupération et mémorisation e-mail sécurisée (IMAPS, port TCP 585 sortant) 5) Récupération e-mail (POP3, port TCP 110 sortant) 6) Contrôle streaming médias audio et vidéo (RTSP, port TCP 554 sortant) 7) Protocole site internet (HTTP, port TCP 80 sortant) 8) Transmission e-mail sécurisée (SMTPS, port TCP 465 sortant) 9) Anonymat en ligne (TOR, port TCP 9001 sortant) 10) Récupération e-mail sécurisée (POP3S, port TCP 995 sortant) 11) Transmission e-mail (POP3, port TCP 587 sortant) 12) Récupération et mémorisation e-mail sécurisée (IMAPS, port TCP 993 sortant) 13) Contrôle des sessions de communication (SIP, port TCP 5060 sortant) 14) Login sécurisé et transferts de fichiers (SSH, port TCP 22 sortant) 15) Protocole de transfert de fichiers (FTP, port TCP 21 sortant)

	16) Transmission e-mail (SMTP, port TCP 25 sortant)
<p>Ports UDP* :</p> <p>UDP est un important protocole internet en mode sans connexion pour des services de communication en temps réel comme VoIP ou streaming vidéo. Des tests sont faits, afin de vérifier que tous les paquets ont été transférés.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) Streaming médias audio et vidéo (RTP, port TCP 5004 sortant) 2) Synchronisation temps (NTP, port UDP 123 sortant) 3) Établissement et utilisation de services sécurisés (ISAKMP, port UDP 500 sortant) 4) Streaming jeux en ligne (port UDP 27015 sortant) 5) Qualité du service de streaming médias audio et vidéo (RTCP, port UDP 5005 sortant) 6) Streaming jeux en ligne (port UDP 27005 sortant) 7) Résolution nom de domaine (DNS, port UDP 53 sortant) 8) Sessions de communication (SIP, port UDP 5060 sortant) 9) IP communication vocale (VoIP, port UDP 7078 sortant) 10) Contrôle streaming médias audio et vidéo (RTSP, port UDP 554 sortant) 11) IP communication vocale (VoIP, port UDP 7082 sortant)
<p>VoIP* :</p> <p>« Voice over IP », Voix en protocole IP est une technologie permettant de communiquer par la voix via des réseaux basés IP. Possibilité de recevoir un paquet vocal sur le port 5060. Gigue moyenne entrante est acceptable pour la communication VoIP. Possibilité d'envoyer des paquets vocaux sur le port 5060. Gigue moyenne sortante est acceptable pour la communication VoIP.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) Simulation appel VoIP
<p>SIP test*</p> <p>Ce test utilise le protocole d'initiation de session (SIP) pour établir (configurer) et simuler des appels courts afin de déterminer les indicateurs de performance clés de la téléphonie sur internet.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) Établir et configurer des appels sur le port 5060 et déterminer le taux de réussite.
<p>Transparent proxy test* :</p> <p>Connexion transparente, ce test vérifie si la demande est modifiée par un proxy ou autre boîtier de médiation. Requête au serveur de mesure n'a pas été modifiée (envoi d'une requête http erronée et comparaison du résultat avec la requête).</p>	<ol style="list-style-type: none"> 2) Port : 44444 Requête : GET 3) Port : 25 Requête : SMTP Transparent 4) Port : 22222 Requête : GET / HTTR/7.9 5) Port : 80 Requête : GET 6) Port : 80 Requête : GET / HTTR/7.9
<p>Contenu non modifié* :</p> <p>Ce test télécharge une ressource test de l'internet (p. ex. une image) et vérifie si elle a été modifiée en cours de transport. Le test vérifie si le contenu est égal à l'original.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) Cible : http://checkmynet.lu/kepler_html/qos/reference01.jpg 2) Cible : http://checkmynet.lu/kepler_html/qos/reference05.jpg
<p>Website Rendering Test :</p> <p>Dans ce test, un site de référence est téléchargé (page Kepler mobile via ETSI), son intégralité est vérifiée, le rendement est corrigé et la durée est mesurée.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) Cible : https://checkmynet.lu/kepler_html/
<p>Video streaming test DASH :</p> <p>Le « dash test » analyse la performance streaming vidéo de la connexion.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) « Test video streaming performance »
<p>Audio streaming test :</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) Analysez les performances de diffusion audio http

Analysez les performances de diffusion audio HTTP.	
Connectivity Status : État de la connexion, ce test essaye de joindre des pages web et détecte des erreurs éventuelles si les pages web ne sont pas accessibles.	2) « Test internet connectivity with target »: https://alladin.at/
Facebook Messenger test : Ce test vérifie l'accessibilité de l'application Facebook Messenger.	Le test résout les adresses IP de Facebook Messenger et essaie de les contacter : 1) « Perform a TCP connection to Facebook's endpoints » 2) « DNS lookups to domains associated to Facebook to resolve IP addresses allocated to Facebook »
WhatsApp test : Ce test vérifie l'accessibilité de l'application WhatsApp (application et web version).	Le test résout les adresses IP de WhatsApp et essaie de les contacter : 1) « Perform HTTP GET request to WhatsApp's endpoints, registration service and web version » 2) « Establish TCP connection to WhatsApp's endpoints, registration service and web version » 3) « DNS lookups to domains associated to WhatsApp to resolve IP addresses allocated to WhatsApp »
Telegram test : Ce test vérifie l'accessibilité de l'application Telegram (application).	Le test résout les adresses IP de Telegram et essaie de les contacter : 1) « Perform HTTP POST request » 2) « Establish TCP connection to Telegram's access points (DC's) » 3) « Perform HTTP GET request to Telegram's web version »
Signal Messenger test : Le test OONI Probe Signal est conçu pour mesurer l'accessibilité de l'application de messagerie Signal au sein d'un réseau testé.	Le test résout les adresses IP de Signal Messenger et essaie de les contacter
NDT (Network Diagnostic Test) : Ce test vérifie la vitesse et la performance du réseau. Le test peut examiner des problèmes liés au réseau (freinage, effet de goulot).	1) « Perform network diagnostics »

Tableau 2 : Liste complète des tests réalisables avec *checkmynet.lu*