

Notice explicative relative à l'annexe C.2 – questionnaire annuel environnemental – opérateurs de communications électroniques

Protocole de mesure de la consommation électrique des box

Décision Arcep 2023-2488

Consommation électrique dans différents scénarios

- **Box internet (incluant l'ONT et le bloc d'alimentation)**
- **Répéteur Wi-Fi (incluant le bloc d'alimentation)**
- **Décodeur TV (incluant le bloc d'alimentation)**

Préambule

L'impact du numérique est un sujet d'attention croissant. Selon l'étude conjointe ADEME-ARCEP sur l'évaluation de l'impact environnemental du numérique en France, le numérique représenterait 2,5% de l'empreinte carbone au niveau national. Si cette part demeure modeste comparativement à d'autres secteurs, la croissance annuelle de la consommation de numérique (volume de données, terminaux, etc.) et les gains marginaux de plus en plus réduits de l'efficacité énergétique des infrastructures numériques doivent nous interroger.

Ce document établit un protocole de mesure de la consommation électrique des box internet connues aussi sous la dénomination équipement « *Integrated Access Device* », des répéteurs Wi-Fi, et des décodeurs TV (connus aussi sous la dénomination équipement « *set top box* »), de manière à :

- i. Objectiver l'évaluation de la consommation électrique de ces équipements ;
- ii. Pouvoir comparer ces informations entre équipements ;
- iii. Informer les utilisateurs sur les facteurs qui influencent la consommation électrique de ces équipements.

De surcroît, ces objectifs devraient inciter les acteurs à réduire la consommation d'énergie, par exemple via des modifications introduites dans les mises à jour des logiciels des équipements et dans les nouvelles générations d'équipements.

La mesure détaillée par usage de la consommation électrique des box internet, des répéteurs Wi-Fi ou des décodeurs TV n'est pas encore normalisée au niveau international (les documents ITU/ETSI s'attachent aux équipements réseau et aux routeurs / commutateurs, hors scope du présent document).

Les mesures proposées doivent être réalisées dans le respect des réglementations applicables, et notamment de la réglementation en matière de sécurité électrique des personnes.

Table des matières

Préambule	2
Table des matières	3
1 Périmètre des opérateurs et équipements concernés par la mesure	4
1.1 Périmètre des opérateurs concernés	4
1.2 Définition des termes utilisés	4
1.3 Périmètre des box internet concernées	5
1.4 Périmètre des répéteurs Wi-Fi mesurés	8
1.5 Périmètre des décodeurs TV mesurés	10
2 Matériel de mesure nécessaire	12
2.1 Compteur de la consommation électrique	12
2.2 Configuration matérielle des 3 PC de génération de trafic internet	13
2.3 Configuration logicielle des 3 PC de génération de trafic internet	14
2.4 Longueur des câbles Ethernet	15
2.5 Configuration matérielle de la TV	15
3 Méthodologie de mesure de la consommation électrique box internet + ONT	16
3.1 Box internet connectée à aucun PC	16
3.2 Box internet connectée à un/des PC, Wi-Fi désactivé, aucun trafic	17
3.3 Box internet connectée à un/des PC, Wi-Fi activé, aucun trafic	17
3.4 Box internet avec un trafic de 5 Mbit/s	18
3.5 Box internet avec un trafic de 50 Mbit/s	19
4 Méthodologie de mesure de la consommation du répéteur Wi-Fi	20
4.1 Répéteur Wi-Fi inutilisé (aucun client connecté)	20
4.2 Répéteur Wi-Fi avec un client connecté, aucun trafic	20
4.3 Répéteur Wi-Fi en utilisation	20
5 Méthodologie de mesure de la consommation électrique du décodeur TV	21
5.1 Décodeur TV en veille, 20 minutes après la mise en veille et arrêté	21
5.2 Décodeur TV, visualisation d'une chaîne en direct	21
5.3 Décodeur TV, lecture d'un replay	22
5.4 Décodeur TV, lecture sur un service OTT populaire	22

1 Périmètre des opérateurs et équipements concernés par la mesure

1.1 Périmètre des opérateurs concernés

Sont soumis à la présente décision les opérateurs au sens de l'article L. 32 (15°) du CPCE disposant, directement ou à travers des sociétés qu'ils contrôlent ou qui les contrôlent au sens de l'[article L. 233-3 du Code de commerce](#), d'un nombre d'abonnements actifs supérieur à 3 000 000 clients, sur les marchés de détail grand public fixe haut débit et très haut débit.

Est considéré comme un abonnement actif tout abonnement souscrit par un client sur une ligne activée, c'est-à-dire une ligne sur laquelle le client peut accéder au service.

1.2 Définition des termes utilisés

Cette partie décrit les équipements concernés par la mesure :

- **Box internet**, connus aussi sous la dénomination équipement « *Integrated Access Device* » (avec son module de transmission optique - ONT¹ - et son alimentation électrique). Cette box internet assure les fonctions de routeur-Wi-Fi-VoIP afin de permettre la connexion à internet des équipements qui lui sont connectés. Les box internet ont une partie WAN² pour la connexion à internet et une partie LAN³ constituée habituellement d'un point d'accès Wi-Fi et de ports Ethernet pour la connexion des équipements du client. Divers services associés sont proposés par les opérateurs, à l'image de la téléphonie IP.
- **Répéteur Wi-Fi** (avec son alimentation électrique). Un répéteur permet d'étendre la zone de couverture du Wi-Fi initial de la box internet, tout en conservant le même nom du réseau Wi-Fi (SSID⁴). Un répéteur est habituellement connecté en Wi-Fi ou via un câble Ethernet à la box internet.
- **Décodeur TV**, connu aussi sous la dénomination équipement « *set top box* » (avec son alimentation électrique). Ce décodeur TV a pour fonction de transformer un flux internet, DVB-T⁵ ou DVB-C⁶ en un contenu et l'afficher sur l'écran d'un téléviseur au moyen d'une sortie HDMI⁷. Ce décodeur TV a généralement des fonctions d'enregistrement, qui peut être effectuée de manière locale (sur un disque dur, une clé USB ou une carte SD) ou distante (enregistrement chez l'opérateur).

Les équipements du type « box tout-en-un », réalisant les fonctions de box internet et décodeur TV dans un seul et même équipement, sont également concernés.

¹ ONT, sigle de l'anglais « *Optical Network Termination* ».

² WAN, sigle de l'anglais « *Wide Area Network* », désigne les ports xDSL ou fibre d'une box.

³ LAN, sigle de l'anglais « *Local Area Network* », désigne le réseau informatique local situé derrière la box.

⁴ SSID, sigle de l'anglais « *service set identifier* », est le nom d'un réseau sans fil selon la norme IEEE 802.11.

⁵ DVB-T, sigle de l'anglais « *Digital Video Broadcasting – Terrestrial* » est une norme de diffusion de la TNT (télévision numérique terrestre).

⁶ DVB-C : Application de la norme DVB aux transmissions par câble.

⁷ HDMI, sigle de l'anglais « *High-Definition Multimedia Interface* » est le standard d'interface audio/vidéo pour connecter un décodeur TV à un téléviseur.

1.3 Périmètre des box internet concernées

Afin de circonscrire le périmètre de la mesure à un ensemble permettant de réaliser des mesures d'usages homogènes, ces mesures sont destinées à des box avec un débit descendant de 50 Mbit/s ou plus ; les technologies de réseau d'accès concernées sont :

- FttH ;
- Câble / terminaison coaxiale (FTTLa) – tests réalisés sur une zone proposant les débits les plus élevés possibles pour ce modèle de box ;
- VDSL ligne courte (entre 50 et 100 mètres et permettant un débit descendant minimum de 50 Mbit/s) ;
- 4G / 5G fixe (routeur 4G/5G) – tests réalisés sur un site où l'ensemble des bandes de fréquences supportées par la box et exploitées en production par l'opérateur sont allumées.

Les technologies ADSL et ADSL2+, ne permettant pas de réaliser le test avec un débit descendant de 50 Mbit/s ne sont pas retenues.

Les modèles de box retenus sont les 5 modèles des box qui sont les plus présents sur le parc de clients grand public (toutes technologies confondues), ainsi que le dernier modèle commercialisé auprès du grand public pour la technologie FttH, s'il ne fait pas partie des 5 modèles de box les plus présents sur le parc.

Pour chaque modèle de box retenu, les tests de mesure de la consommation seront réalisés sur un seul et unique exemplaire.

Les offres commerciales retenues sont des offres « *dual play* » ou « *triple play* », quand ces offres sont disponibles avec la box à mesurer. Si la box est disponible uniquement avec une offre Internet seule, les mesures s'effectuent avec cette offre. Si plusieurs offres commerciales sont disponibles pour un même modèle de box, c'est l'offre avec le débit le plus élevé qui est privilégiée.

Dans le cas où l'ONT est externe à la box, la mesure de consommation électrique est réalisée en jumelant l'alimentation de la box et l'alimentation de l'ONT sur le compteur de consommation électrique via une prise multiple. La mesure de la consommation inclut donc les 4 éléments suivants (dans le cadre d'un ONT externe) :

- Consommation de la box
- Consommation de l'alimentation électrique de la box
- Consommation de l'ONT
- Consommation de l'alimentation électrique de l'ONT

1.3.1 Représentativité

- L'ONT utilisé est celui qui est le plus représentatif des ONT installés pour le modèle de box analysé. L'ONT peut-être interne ou externe à la box. Si les deux sont possibles, la box est évaluée dans le cas le plus représentatif dans le parc client.
- Le logiciel interne (*firmware*) de la box et de l'ONT mesuré doit être un logiciel de production, représentatif de la majorité des box du parc installé du modèle de box analysé.
- Aucun équipement n'est connecté à cette box, que ce soit en Wi-Fi, Ethernet ou USB hors ceux mentionnés dans les exigences du présent protocole. Les mesures sont réalisées sur une ligne fonctionnelle, avec un numéro de téléphone VoIP provisionné, toutefois aucun téléphone n'est connecté à la box lors des mesures. Afin d'être indépendant du décodeur TV, les mesures de la box internet sont réalisées sans utiliser le décodeur TV de l'opérateur. Pour les box du type « box tout-en-un », la partie décodeur TV est en veille.
- Si la box propose un mode d'économie d'énergie, celui-ci est laissé dans la valeur par défaut, conformément à l'usage d'un client qui souscrirait à cette box et ne modifierait aucune option.

Note : Il est possible de mesurer la consommation des box internet connectées à un DSLAM / OLT⁸ interne au réseau de l'opérateur (sur une maquette du réseau), du moment que la configuration des différents équipements et logiciels sont représentatifs du parc en production.

1.3.2 Indicateurs relevés

Un total de 5 indicateurs est relevé (voir partie 3 pour les détails des sous-indicateurs qui les composent) :

1. Box internet en veille ;
2. Box internet connectée à un/des PC, Wi-Fi désactivé, débit nul ;
3. Box internet connectée à un/des PC, Wi-Fi activé, débit nul ;
4. Box internet en utilisation, débit descendant de 5 Mbit/s (625 000 octets/seconde) ;
5. Box internet en utilisation, débit descendant de 50 Mbit/s (6 250 000 octets/seconde).

Ces indicateurs sont obtenus en effectuant une moyenne de plusieurs sous-indicateurs, représentant différents cas d'usages : utilisation de PC connectés à la box en Wi-Fi, avec un port Ethernet 1 Gbit/s ou 2,5 Gbit/s via différentes longueurs de câble Ethernet, avec un trafic qui est généré à 50% en IPv4 et 50% en IPv6. L'objectif de cette multiplicité de sous-indicateurs est d'être plus représentatif des usages réels que ne l'aurait été un nombre plus restreint de mesures.

Le script à utiliser pour générer le trafic descendant « gen-traffic.sh » est disponible sur une [page sur le site web de l'Arcep](#). Le logiciel « Wget » est utilisé pour générer ce trafic. Le débit moyen généré est fixe (sur une période de quelques secondes) de façon similaire à l'utilisation d'un service OTT sur internet.

⁸ DSLAM / OLT : équipements de terminaison, côté réseau.

1.3.3 Choix du port Ethernet pour les mesures

Si tous les ports de la box proposent le même débit, les deux PC Ethernet sont connectés à n'importe quel port LAN de la box.

Si la box possède des ports Ethernet (RJ45) à des débits différents :

- Le port Ethernet dit N°1 ci-dessous est le port offrant le plus de débit ;
- Le port Ethernet dit N°2 ci-dessous est le port offrant les débits les plus faibles.

Exemple de choix des ports : si une box propose 1 port 10 Gbit/s, 2 ports 2,5 Gbit/s et 2 ports 1 Gbit/s, le port N°1 est le port 10 Gbit/s et le port N°2 est un des deux ports 1 Gbit/s.

Cas des box proposant un module SFP+ intégrant un port RJ-45 10 Gbit/s : ce module est utilisé et il devient le port N°1 si le module est proposé sans supplément de prix avec l'offre.

1.3.4 Affaiblissement du signal et bande de fréquence Wi-Fi

La configuration du Wi-Fi est celle proposée par défaut, sauf les canaux DFS de la bande 5 GHz (si la box propose cette fonctionnalité) qui sont désactivés, car ils introduisent un biais dans les mesures, n'étant pas disponibles partout. Aucune autre modification n'est réalisée.

Les mesures peuvent être effectuées en mode « conduit » en connectant directement les connecteurs d'antenne de la box aux connecteurs d'antenne des cartes Wi-Fi de deux PC, via des atténuateurs pour obtenir un niveau de signal (RSSI) suffisamment affaibli.

Important : Le RSSI (*Received Signal Strength Indication*) relevé au niveau du client (commande « *iwconfig* » en ligne de commande sous Ubuntu, le RSSI apparaît au niveau du « *Signal level* ») doit être compris entre -45 dBm et -55 dBm, correspondant à un signal de bonne qualité. Cet intervalle du RSSI utilisé pour les deux PC de tests connectés en Wi-Fi. Les deux clients Wi-Fi doivent être dans cet intervalle de RSSI, que la connexion à la box soit réalisée en mode « conduit » ou sans fil, via les antennes.

La box peut émettre sur plusieurs bandes de fréquences sur un même SSID (le nom d'un réseau Wi-Fi). Il est demandé de vérifier sur le PC que la connexion se fait bien sur la bande de fréquence la plus élevée supportée par la box et le client. Cette vérification se fait également via la commande « *iwconfig* ».

1.3.5 Disque dur interne

Si l'offre associée à la box inclut un disque dur, celui-ci est connecté, activé si nécessaire et une première utilisation du disque dur est réalisée en amont de la mesure, afin de le rendre opérationnel.

1.4 Périmètre des répéteurs Wi-Fi mesurés

Les modèles de répéteurs Wi-Fi retenus sont les 3 modèles de répéteurs Wi-Fi qui sont les plus présents sur le parc de clients grand public, ainsi que le dernier modèle commercialisé auprès des clients grand public, s'il ne fait pas partie des 3 modèles de répéteurs Wi-Fi les plus présents sur le parc.

Le modèle de box utilisé pour la connexion du répéteur Wi-Fi est le modèle le plus récent compatible avec le répéteur testé ou le modèle de box compatible dont le parc en exploitation est le plus important sur le marché.

1.4.1 Représentativité

- Le logiciel interne (*firmware*) du répéteur Wi-Fi mesuré choisi par l'opérateur doit être un logiciel de production, représentatif de la majorité des box du parc installé du modèle de répéteur Wi-Fi analysé.
- Le répéteur reste dans sa configuration par défaut, avec un SSID⁹ identique à celle de la box.
- Aucun équipement n'est connecté à ce répéteur, que ce soit en Wi-Fi ou Ethernet, hors ceux mentionnés dans les exigences du présent protocole.
- La consommation relevée inclut la consommation électrique du répéteur et son alimentation électrique.
- Si le répéteur Wi-Fi propose un mode d'économie d'énergie, celui-ci est laissé dans la valeur par défaut, conformément à l'usage d'un client qui souscrirait à cette box et ne modifierait aucune option.

1.4.2 Indicateurs relevés

Un total de 3 indicateurs est relevé : (voir partie 4 pour les détails des sous-indicateurs qui les composent)

1. Répéteur Wi-Fi inutilisé (aucun client connecté) ;
2. Répéteur Wi-Fi avec un client connecté, aucun trafic ;
3. Répéteur Wi-Fi en utilisation (débit descendant de 5 Mbit/s et 50 Mbit/s).

L'indicateur du répéteur Wi-Fi en utilisation est calculé par une moyenne de l'utilisation avec un PC simulant différents cas d'usages, avec un trafic de 5 Mbit/s et 50 Mbit/s généré à 50% en IPv4 et 50% en IPv6. L'objectif de cette multiplicité de sous-indicateurs est d'être plus représentatif des usages réels que ne l'aurait été un nombre plus restreint de mesures.

⁹ SSID, sigle de l'anglais : *service set identifier*, est le nom d'un réseau sans fil selon la norme IEEE 802.11.

1.4.3 Affaiblissement du signal et bande de fréquence Wi-Fi

Le répéteur Wi-Fi est connecté à la box via un lien Wi-Fi (le *backhaul* Ethernet n'est pas testé).

La configuration du Wi-Fi est celle proposée par défaut, sauf les canaux DFS de la bande 5 GHz (si le répéteur propose aux clients qui sont connectés sur le répéteur de l'utiliser) qui sont désactivés, car ils introduisent un biais dans les mesures, n'étant pas disponibles partout. Aucune autre modification n'est réalisée.

- Distance entre la box et le répéteur Wi-Fi : Le répéteur est placé suffisamment proche de la box, de façon à pouvoir garantir au client un débit de 50 Mb/s IP.
- Distance entre le répéteur et le client : Le RSSI (*Received Signal Strength Indication*) relevé au niveau du client (commande « *iwconfig* » en ligne de commande sous Ubuntu, le RSSI apparaît au niveau du « *Signal level* ») doit être compris entre -45 dBm et -55 dBm, correspondant à un signal de bonne qualité. Cet intervalle du RSSI utilisé pour les deux PC de tests connectés en Wi-Fi.

Il est demandé de vérifier sur le PC que la connexion se fait bien sur la bande de fréquence la plus élevée supportée par le répéteur Wi-Fi et le client. Cette vérification se fait également via la commande « *iwconfig* ».

1.4.4 Forcer les clients à utiliser le Wi-Fi du répéteur et non celui de la box

Afin de forcer les clients à passer par le répéteur Wi-Fi et non le Wi-Fi de la box, le BSSID¹⁰ du répéteur Wi-Fi est spécifié dans les paramètres Wi-Fi des deux PC de test, afin de forcer les PC à utiliser le répéteur et non le Wi-Fi rattaché directement à la box.

L'adresse MAC du répéteur Wi-Fi peut être récupérée par exemple via l'application open-source « [WiFi Analyzer \(open-source\)](#) » disponible sur Android et publié par « VREM Software Development ».

Attention : même en spécifiant le BSSID lors de la connexion Wi-Fi, certaines box compatibles avec les protocoles Wi-Fi 802.11r et 802.11v (*band / client steering*, fonctionnalités qui peuvent être appelées « Wi-Fi intelligent ») peuvent faire basculer le client sur le Wi-Fi de la box (le répéteur Wi-Fi n'est alors plus utilisé).

La parade est d'utiliser la commande « *iwconfig* » en ligne de commande sous Ubuntu afin de s'assurer que le client est toujours accroché à la bonne MAC (MAC du répéteur Wi-Fi + bande de fréquence la plus élevée supportée) en début et en fin de test. Si ce n'est pas le cas, il faut, par essais, repositionner les éléments. Dans le cas où le PC de test bascule du répéteur vers la box, cela signifie que l'algorithme de « *client steering* » a jugé qu'il était plus intéressant du point de vue signal / performance de passer en direct. Il faut dans ce cas en effet modifier les positions. Il est préférable de faire une sorte de « labyrinthe » radio de telle manière à ce que le répéteur puisse voir la box directement mais que le PC de test n'ait qu'une vue directe sur le répéteur. Par exemple, mettre un écran qui bloque les ondes sur la vue directe : un gros mur, une plaque de métal, une vitre double vitrage.... Ou positionner les éléments dans deux pièces : la box au centre de la première, le répéteur à l'entre porte et le PC client dans un angle bien caché (isolé radio) de la box. Bien sûr d'autres configurations sont possibles.

¹⁰ BSSID (*Basic Service Set Identifier*) : Dans le mode infrastructure, le BSSID correspond à l'adresse MAC du point d'accès.

1.5 Périmètre des décodeurs TV mesurés

Les modèles de décodeurs TV retenus sont les 5 modèles des décodeurs TV qui sont les plus présents sur le parc de clients grand public (toutes technologies confondues), ainsi que le dernier modèle commercialisé auprès du grand public pour la technologie FttH, s'il ne fait pas partie des 5 modèles de décodeurs TV les plus présents sur le parc.

Le décodeur TV est systématiquement connecté à la box internet via un câble Ethernet Cat5e de 15 mètres. La connexion via un lien Wi-Fi n'est pas testée (exception d'un décodeur TV qui ne propose pas de connexion via un câble Ethernet).

Cas des décodeurs TV intégrant une enceinte ou barre de son : cette fonctionnalité est désactivée, afin que l'amplificateur audio ne vienne pas augmenter la consommation de la box.

Cas de décodeurs TV intégrant un lecteur de disque Blu-ray : aucun disque Blu-ray n'est inséré dans le lecteur.

Pour les équipements du type « box tout-en-un » réalisant les fonctions de box internet et décodeur TV, les mesures sont réalisées avec la partie box internet inutilisée (aucun équipement connecté en Ethernet) et avec le Wi-Fi désactivé.

Un décodeur TV qui est proposé avec une offre FttH et VDSL est testé :

- Avec une offre FttH uniquement si la consommation n'a pas de raison d'être différente en FttH et VDSL ;
- Avec une offre FttH, puis avec une offre VDSL, si des différences au niveau réseau (comme l'absence des flux 4k pour les box VDSL) peuvent avoir un impact sur les mesures.

Le modèle de box utilisé dans la technologie concernée pour la connexion du répéteur Wi-Fi est le modèle le plus récent compatible avec le répéteur testé ou le modèle de box compatible dont le parc en exploitation est le plus important sur le marché.

1.5.1 Représentativité

- Le logiciel interne (*firmware*) du décodeur TV mesuré choisi par l'opérateur doit être un logiciel de production, représentatif de la majorité des décodeurs TV du modèle mesuré. Aucune optimisation n'est réalisée (exception pour la désactivation de l'enceinte intégrée pour les modèles concernés), que ce soit pour diminuer la consommation ou modifier les performances de l'équipement.
- Si le décodeur TV permet le téléchargement d'applications supplémentaires ou la connexion à un compte (exemple : compte Google) : ces fonctionnalités optionnelles ne sont pas utilisées, les mesures sont faites sur un décodeur avec les applications proposées par défaut par l'opérateur.
- La configuration du mode veille est la configuration par défaut via un court appui sur le bouton permettant la mise en veille ;
- La consommation relevée inclut la consommation électrique du décodeur TV et son alimentation électrique.

Note : Il est possible de faire ces mesures avec une box internet connectée à un DSLAM / OLT interne au réseau de l'opérateur (sur une maquette du réseau), à condition que la configuration des différents équipements et logiciels soit représentative du parc en production.

1.5.2 Indicateurs relevés

Un total de 5 indicateurs est relevé (voir partie 5 pour les détails des sous-indicateurs qui les composent) :

1. Décodeur TV en mode veille (20 minutes après la mise en veille) ;
2. Décodeur TV avec la visualisation d'une chaîne en direct (France2 et Franceinfo) ;
3. Décodeur TV avec une lecture du *replay* (*replay* du journal télévisé 20h de France2) ;
4. Décodeur TV avec une lecture sur un service OTT populaire (Netflix en 1080p 24 images/sec, YouTube en 720p 24 images/sec et YouTube en 2060p 60 images/sec). Les contenus proposés sont encodés avec les codecs vidéo H.264, VP9 et AV1 : on laisse la résolution et le codec vidéo sélectionné par défaut par la box.

1.5.3 Connexion du décodeur TV à la box internet

Le décodeur TV est connecté à la box internet via un câble Cat5e de 15 mètres. Le décodeur TV est connecté au port indiqué dans la documentation, et à défaut sur le port N°2 tel qu'identifié dans les mesures de box Internet, à la place du PC 2.

1.5.4 Disque dur interne

Si le décodeur TV inclut dans son offre un périphérique de stockage local (disque dur, clé USB, carte SD, ...), celui-ci est connecté, activé si nécessaire et une première utilisation du disque dur (enregistrement d'un flux TV) est réalisée en amont de l'exécution de la mesure, afin de le rendre opérationnel, si cela était nécessaire.

Si le décodeur TV inclut deux périphériques de stockage local, ceux-ci sont tous les deux connectés, activés et une première utilisation est réalisée.

2 Matériel de mesure nécessaire

Cette partie décrit le matériel nécessaire pour réaliser les mesures :

- Compteur de consommation ;
- Trois PC générant du trafic ;
- Une TV pour y connecter le décodeur TV.

2.1 Compteur de la consommation électrique

Un compteur de consommation respectant, au choix, l'une des normes suivantes :

- NF EN 50564 (Appareils électriques et électroniques pour application domestique et équipement de bureau – Mesure de la consommation faible puissance) ;
- IEC 62301:2011 (*Household electrical appliances - Measurement of standby power*).

Par exemple le *Digital Power Meter GPM-8213* de *GW Instek*, disponible à environ 850 € HT chez plusieurs revendeurs fait partie des équipements respectant les performances de mesure de l'IEC 62301. Il s'agit d'un équipement disposant d'une connexion à un PC par 3 moyens : port réseau Ethernet, port USB et port RS-232.

De nombreux fabricants proposent des équipements conforme à l'IEC 62301 : *Chroma*, *Rohde et Schwarz*, *Tektronix*, *Yokogawa*, *Newton*, *Hioki*, etc. ils ressortent avec la recherche suivant sur un moteur de recherche : « *IEC62301/EN50564 wattmetre* » ou « *IEC62301/EN50564 powermeter* ».

La durée de la mesure de la consommation électrique :

- Box internet et répéteur Wi-Fi : la durée de mesure est de 2 minutes ;
- Décodeurs TV (excepté pour la mesure de la consommation en veille) : la durée de mesure est de 5 minutes, car il peut y avoir des fluctuations ;
- Test de mise en veille du décodeur TV : la durée de mesure est de 40 minutes, afin de prendre en compte les réveils réguliers réalisés par certains décodeurs TV.

La donnée reportée est la moyenne de la consommation pendant la durée de mesure, exprimée en watts, qui est reportée avec un chiffre après la virgule, dans le tableau en annexe C.2.

2.2 Configuration matérielle des 3 PC de génération de trafic internet

Trois PC sont nécessaires pour générer le trafic internet du présent protocole :

- Le PC N°1 est le PC qui a la connectivité haut de gamme. Il est connecté à la box en Ethernet via une carte 2,5 Gbit/s ou en Wi-Fi en via une carte Wi-Fi 6E Intel AX210 en fonction du test ;
- Le PC N°2 est un PC connecté à la box toujours en Ethernet 1 Gbit/s ;
- Le PC N°3 est un PC connecté à la box via sa carte Wi-Fi 5 Intel Wireless-AC 9260.

Voici les caractéristiques communes de ces 3 PC qui peuvent être hétérogènes, du moment que la configuration minimale est respectée, permettant de générer le trafic souhaité (les caractéristiques demandées visent à s'assurer que le trafic qui est généré sera bien conforme au présent protocole) :

- Format : PC fixe ou PC portable ;
- Microprocesseur respectant les deux prérequis suivants :
 - Date de lancement (donnée indiquée sur [le site d'Intel](#) / [AMD](#)) postérieure au 1^{er} janvier 2014 ;
 - Fréquence de base de 3,2 GHz minimum (cas d'un processeur 2 cœurs) ou de 1,6 GHz minimum (cas d'un processeur 4 cœurs ou possédant plus de 4 cœurs).
- 8 Go de mémoire vive minimum ;
- Le chipset Wi-Fi est imposé, afin de ne pas avoir de biais lié au TPC (*Transmit Power Control*) ou d'autres fonctionnalités pouvant impacter la consommation du Wi-Fi. Les box pouvant consommer plus d'énergie quand un périphérique Wi-Fi 6E est connecté, les tests sont réalisés avec du Wi-Fi 5 et du Wi-Fi 6E.

Clé USB de 4 Go minimum pour le système d'exploitation : 3 clés USB sont nécessaire (une par PC) pour l'utilisation en mode « Live USB » sans installation d'Ubuntu sur le disque dur du PC ou une seule clé USB, si Ubuntu est installé sur le disque dur des PC.

On utilise des périphériques réseaux différents sur chacun des 3 PC :

- **Le PC N°1 (en mode connexion Ethernet)** est connecté à la box au port Ethernet N°1 (port offrant le plus de débit si la box propose des ports LAN à différentes vitesses) via un câble Cat5e de 15 mètres. Le port Ethernet sur le PC doit offrir un débit de 2,5 Gbit/s (carte interne ou via une carte d'extension PCI express ou adaptateur Ethernet 2,5 Gbit/s externe connecté à un port USB 3). Il est demandé de vérifier sur le PC que la connexion se fait bien au débit le plus élevé supporté par le couple formé par la box et la carte Ethernet du PC. Cette information est disponible dans le menu « Paramètres » ⇒ « Réseau » puis « Filare ».
- **Le PC N°1 (en mode connexion Wi-Fi)** est connecté à la box en Wi-Fi à une distance d'un mètre de la box. La carte Wi-Fi utilise le chipset Intel Wi-Fi 6E AX210 (Flux TX/X en 2x2, compatible avec les bandes de fréquences 2,4 GHz, 5 GHz et 6 GHz et supportant des canaux de 160 Mhz pour un débit théorique maximum de 2,4 Gbit/s).
- **Le PC N°2 connecté à la box au port Ethernet N°2** via un câble Cat5e de 2 mètres. Le port Ethernet sur le PC doit offrir un débit de 1 Gbit/s (carte interne ou via adaptateur Ethernet USB 3). Il est demandé de vérifier sur le PC que la connexion se fait bien au débit le plus élevé supporté par le couple formé par la carte Ethernet du PC.
- **Le PC N°3 connecté à la box en Wi-Fi** à une distance d'un mètre de la box. La carte Wi-Fi utilise le chipset Intel Wireless-AC 9260 (Flux TX/X en 2x2, compatible avec les bandes de fréquences 2,4 GHz et 5 GHz et supportant des canaux de 160 Mhz pour un débit théorique maximum de 1,73 Gbit/s).

2.3 Configuration logicielle des 3 PC de génération de trafic internet

Les trois PC de génération de trafic internet ont une configuration logicielle identique : système d'exploitation Linux Ubuntu 22.04 ou plus récent.

Deux solutions, au choix du testeur, sont proposées pour le système d'exploitation :

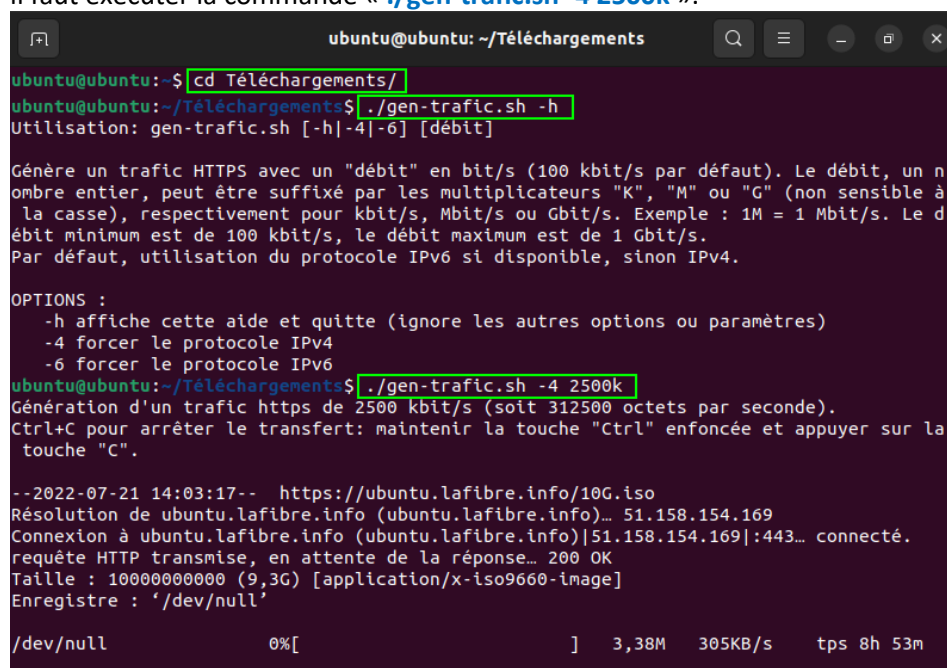
- Utilisation via une clé USB bootable sans installation sur le disque dur du PC. Cela nécessite une clé USB de 4 Go minimum pour chaque PC. Le tutoriel Arcep pour créer la clé USB est sur la page « [Création d'une clef USB bootable pour réaliser un test de débit fiable](https://www.arcep.fr/demarches-et-services/professionnels/generer-traffic.html) ». La configuration système et réseau est laissée dans sa configuration par défaut. Il est nécessaire de désactiver la vérification de connectivité qui génère du trafic réseau et qui est activée par défaut (Paramètres ⇒ Confidentialité ⇒ Vérification de la connectivité : décocher la case).
- Utilisation via une installation sur disque dur. Attention, plusieurs services pouvant générer un trafic internet en tâche de fond sont activés par défaut (exemple : vérification de la présence de mises à jour de sécurité). Il est donc nécessaire de désactiver ces services, afin de ne pas générer de trafic non sollicité. L'Arcep tient à jour la liste des services à désactiver sur la page <https://www.arcep.fr/demarches-et-services/professionnels/generer-traffic.html>

Script de génération du trafic :

- Le script « gen-traffic.sh » pour générer le trafic est disponible sur le site de l'Arcep : <https://www.arcep.fr/demarches-et-services/professionnels/generer-traffic.html>
Le tutoriel de la page web décrit les étapes pour le téléchargement puis l'installation du script bash de génération du trafic. L'utilisation nécessite ensuite de copier / coller la ligne de commande indiquée dans ce protocole dans une terminal, afin de générer le trafic souhaité.

La commande « `./gen-traffic.sh -h` » permet d'afficher l'aide.

Exemple : pour générer un trafic de 2500 kbit/s en IPv4,
il faut exécuter la commande « `./gen-traffic.sh -4 2500k` ».



```
ubuntu@ubuntu: ~/Téléchargements
ubuntu@ubuntu:~$ cd Téléchargements/
ubuntu@ubuntu:~/Téléchargements$ ./gen-traffic.sh -h
Utilisation: gen-traffic.sh [-h|-4|-6] [débit]

Génère un trafic HTTPS avec un "débit" en bit/s (100 kbit/s par défaut). Le débit, un nombre entier, peut être suffixé par les multiplicateurs "K", "M" ou "G" (non sensible à la casse), respectivement pour kbit/s, Mbit/s ou Gbit/s. Exemple : 1M = 1 Mbit/s. Le débit minimum est de 100 kbit/s, le débit maximum est de 1 Gbit/s. Par défaut, utilisation du protocole IPv6 si disponible, sinon IPv4.

OPTIONS :
-h affiche cette aide et quitte (ignore les autres options ou paramètres)
-4 forcer le protocole IPv4
-6 forcer le protocole IPv6
ubuntu@ubuntu:~/Téléchargements$ ./gen-traffic.sh -4 2500k
Génération d'un trafic https de 2500 kbit/s (soit 312500 octets par seconde).
Ctrl+C pour arrêter le transfert: maintenir la touche "Ctrl" enfoncée et appuyer sur la touche "C".

--2022-07-21 14:03:17-- https://ubuntu.lafibre.info/10G.iso
Résolution de ubuntu.lafibre.info (ubuntu.lafibre.info)... 51.158.154.169
Connexion à ubuntu.lafibre.info (ubuntu.lafibre.info)[51.158.154.169]:443... connecté.
requête HTTP transmise, en attente de la réponse... 200 OK
Taille : 10000000000 (9,3G) [application/x-iso9660-image]
Enregistre : '/dev/null'

/dev/null          0%[                  ] 3,38M  305KB/s  tps 8h 53m
```

- Le script « gen-traffic.sh » utilise Wget et génère du trafic représentatif d'un usage client depuis un serveur. Il est possible de modifier l'URL pour pointer sur un serveur interne à l'opérateur, toutefois le serveur en question doit se conformer à ces exigences :
 - Latence < 20 ms entre le client et le serveur ;
 - Serveur non limitant en termes de bande passante ;
 - Configuration double pile (protocole IPv4 + protocole IPv6) de bout en bout ;
 - Protocole de congestion Cubic, aujourd'hui majoritaire sur internet ;
 - HTTP/2 proposé par le serveur ;
 - HTTPS sur le port 443, aujourd'hui majoritaire sur internet avec un certificat TLS valide ;
 - TLS 1.3, aujourd'hui majoritaire sur internet.

2.4 Longueur des câbles Ethernet

La longueur des câbles Ethernet a un impact sur la puissance utilisée par le port pour émettre les données, si l'opérateur utilise un chipset capable de diagnostiquer la longueur des câbles Ethernet utilisés. Cela permet de ne pas émettre au maximum permis par la norme (100 mètres de câble).

Deux câbles d'une longueur précise sont nécessaires pour les mesures :

- Un câble Ethernet Cat5e d'une longueur de 15 mètres, utilisé pour connecter le PC 1 sur le port N°1 de la box internet, mais aussi le décodeur TV ;
- Un câble Ethernet Cat5e d'une longueur de 2 mètres, utilisé pour connecter le PC 2 sur le port N°2 de la box internet.

2.5 Configuration matérielle de la TV

Téléviseur 4K (UHD) avec les spécifications suivantes :

- Définition native de 3840x2160 ;
- Gestion du HDR (*High Dynamic Range*) ;
- Gestion HDCP (*High-Bandwidth Digital Content Protection*).

La connexion du décodeur TV à la télévision se fait via un port HDMI, compatible HDMI 2.0 ou supérieur.

3 Méthodologie de mesure de la consommation électrique box internet + ONT

Cette partie décrit la méthodologie à suivre pour les mesures de consommation électrique de la box internet. L'ensemble des scénarios représente des usages variés visant à être représentatifs des usages de véritables clients.

Pour les équipements du type « box tout-en-un » réalisant les fonctions de box internet et décodeur TV, les mesures sont réalisées avec la partie décodeur TV en veille.

Pour chacun des sous-indicateurs :

- après la mise en place du test, un délai de 30 secondes est laissé pour que la consommation électrique soit en régime établi ;
- la mesure de la consommation électrique est réalisée pendant 2 minutes. C'est la moyenne de la consommation pendant les 2 minutes, exprimée en watts, qui est reportée avec un chiffre après la virgule, dans le tableau en annexe C.2.

3.1 Box internet connectée à aucun PC

Dans ces mesures, la box n'est connectée à aucun équipement Wi-Fi et aucun équipement Ethernet. La mesure n'est réalisée que si la box propose le mode de mise en veille / économie d'énergie indiqué. Le test est marqué « n/a » pour une box qui ne propose pas le mode décrit.

Mesure	Mode
Mesure N°1A	Mode d'économie dans son paramétrage par défaut + Wi-Fi de la box activé
Mesure N°1B	Mode d'économie dans son paramétrage par défaut + Wi-Fi de la box désactivé. Le Wi-Fi est désactivé via le bouton proposé sur la box. La désactivation via une autre interface n'est réalisée qu'en cas d'absence de bouton permettant de désactiver le Wi-Fi sur la box.
Mesure N°1C	Mode d'économie d'énergie activé + Wi-Fi de la box activé (Le mode d'économie d'énergie, proposé sur certaines box, diminue la luminosité des voyants / écran en façade ou/et désactive certains services annexes. Les ports Ethernet peuvent être limités à 100 Mbit/s dans ce mode).
Mesure N°1D	Mode d'économie d'énergie activé + Wi-Fi de la box désactivé. Le mode d'économie d'énergie est le même que pour la mesure précédente. Le Wi-Fi est désactivé via le bouton proposé sur la box. La désactivation via une autre interface n'est réalisée qu'en cas d'absence de bouton permettant de désactiver le Wi-Fi sur la box.
Mesure N°1E	Mode « veille légère » : le mode « veille légère », proposé sur certaines box, arrête tous les services Wi-Fi, internet filaire et TV. Seul le téléphone fixe reste opérationnel.
Mesure N°1F	Mode « veille profonde » : la mode « veille profonde », proposé sur certaines box, arrête tous les services proposés : Wi-Fi, internet filaire, TV et téléphone fixe. Contrairement au bouton on/off, le mode « veille profonde » doit pouvoir être programmé sur des plages horaires (typiquement la nuit).
Mesure N°1G	Box arrêtée via le bouton on/off ou en absence de ce bouton, le câble du bloc d'alimentation électrique est débranché coté box (le bloc d'alimentation est toujours connecté au réseau électrique). On mesure ici que la consommation du bloc d'alimentation électrique sans charge.

Note : Les modes « économie d'énergie », « veille légère » et « veille profonde » ne sont pas encore standardisés. Le scope des fonctionnalités qu'elles permettent et de celles qu'elles excluent peuvent être amenées à être modifiés une fois standardisés.

3.2 Box internet connectée à un/des PC, Wi-Fi désactivé, aucun trafic

Dans ces mesures, le mode d'économie est dans son paramétrage par défaut et aucun trafic internet n'est généré. Toutefois quelques paquets peuvent être échangés pour vérifier que la connexion est bien active (les PC sont allumés avec le système d'exploitation lancé).

Le Wi-Fi est désactivé via le bouton proposé sur la box. La désactivation via une autre interface n'est réalisée qu'en cas d'absence de bouton permettant de désactiver le Wi-Fi sur la box.

Le débit Ethernet est le débit du PC connecté sur le port, en autonégociation du débit. Si la box ne gère pas les débits Ethernet au-delà de 1 Gbit/s, le débit sera négocié à 1 Gbit/s sur les deux PC. Si la box se limite à des ports LAN en 100 Mbit/s, le débit des deux PC.

Pour les mesures avec « aucune connexion » le câble Ethernet est physiquement débranché.

Mesure	Port Ethernet N°1	Port Ethernet N°2	Wi-Fi de la box
Mesure N°2A	Aucune connexion	PC 2 - Ethernet 1 Gbit/s	Wi-Fi de la box désactivé
Mesure N°2B	PC 1 - Ethernet 2,5 Gbit/s	PC 2 - Ethernet 1 Gbit/s	Wi-Fi de la box désactivé

3.3 Box internet connectée à un/des PC, Wi-Fi activé, aucun trafic

Dans ces mesures, le mode d'économie est dans son paramétrage par défaut et aucun trafic internet n'est généré. Toutefois quelques paquets peuvent être échangés pour vérifier que la connexion est bien active. Le Wi-Fi est systématiquement activé. Dans le mode « Wi-Fi activé sans connexion » le PC 1 et le PC 3 ont le Wi-Fi éteint.

La gestion des fréquences et canaux du Wi-Fi utilisé est laissée en configuration par défaut, aussi bien sur le client que sur la box.

Mesure	Port Ethernet N°1	Port Ethernet N°2	Wi-Fi de la box
Mesure N°3A	Aucune connexion	PC 2 - Ethernet 1 Gbit/s	Wi-Fi de la box activé sans aucun équipement connecté
Mesure N°3B	Aucune connexion	PC 2 - Ethernet 1 Gbit/s	PC 1 – Wi-Fi 6E connecté
Mesure N°3C	Aucune connexion	Aucune connexion	PC 1 – Wi-Fi 6E connecté PC 3 – Wi-Fi 5 connecté
Mesure N°3D	Aucune connexion	Aucune connexion	PC 3 – Wi-Fi 5 connecté
Mesure N°3E	Aucune connexion	PC 2 - Ethernet 1 Gbit/s	PC 3 – Wi-Fi 5 connecté
Mesure N°3F	PC 1 - Ethernet 2,5 Gbit/s	PC 2 - Ethernet 1 Gbit/s	PC 3 – Wi-Fi 5 connecté

3.4 Box internet avec un trafic de 5 Mbit/s

Les configurations mesurées sont exactement les mêmes que précédemment, mais avec un trafic descendant qui est généré par deux connexions TCP (une en IPv4 de 2,5 Mbit/s et une en IPv6 de 2,5 Mbit/s) ou quatre connexions de 1,25 Mbit/s. La génération de trafic à 2,5 Mbit/s est obtenue avec l'option **-limit-rate 312500** de Wget et celle à 1,25 Mbit/s avec **-limit-rate 156250**.

En cas d'impossibilité d'avoir de l'IPv6 sur la box, deux connexions TCP en IPv4 sont utilisées.

Le script « gen-traffic.sh » à utiliser pour générer le trafic descendant est disponible sur [une page sur le site web de l'Arcep](#). Commandes à utiliser :

- Trafic de 2,5 Mbit/s IPv4 : **./gen-traffic.sh -4 2500k**
- Trafic de 2,5 Mbit/s IPv6 : **./gen-traffic.sh -6 2500k**
- Trafic de 1,25 Mbit/s IPv4 : **./gen-traffic.sh -4 1250k**
- Trafic de 1,25 Mbit/s IPv6 : **./gen-traffic.sh -6 1250k**

Mesure	Port Ethernet N°1	Port Ethernet N°2	Wi-Fi de la box
Mesure N°4A	Aucune connexion	PC 2 - Ethernet 1 Gbit/s Trafic de 2,5 Mbit/s IPv4 Trafic de 2,5 Mbit/s IPv6	Wi-Fi de la box activé sans aucun équipement connecté
Mesure N°4B	Aucune connexion	PC 2 - Ethernet 1 Gbit/s Trafic de 2,5 Mbit/s IPv4	PC 1 – Wi-Fi 6E connecté Trafic de 2,5 Mbit/s IPv6
Mesure N°4C	Aucune connexion	Aucune connexion	PC 1 – Wi-Fi 6E connecté Trafic de 2,5 Mbit/s IPv6 PC 3 – Wi-Fi 5 connecté Trafic de 2,5 Mbit/s IPv4
Mesure N°4D	Aucune connexion	Aucune connexion	PC 3 – Wi-Fi 5 connecté Trafic de 2,5 Mbit/s IPv4 Trafic de 2,5 Mbit/s IPv6
Mesure N°4E	Aucune connexion	PC 2 - Ethernet 1 Gbit/s Trafic de 2,5 Mbit/s IPv4	PC 3 – Wi-Fi 5 connecté Trafic de 2,5 Mbit/s IPv6
Mesure N°4F	PC 1 - Ethernet 2,5 Gbit/s Trafic de 1,25 Mbit/s IPv6	PC 2 - Ethernet 1 Gbit/s Trafic de 1,25 Mbit/s IPv4	PC 3 – Wi-Fi 5 connecté Trafic de 1,25 Mbit/s IPv4 Trafic de 1,25 Mbit/s IPv6

3.5 Box internet avec un trafic de 50 Mbit/s

Les configurations mesurées sont exactement les mêmes que précédemment, mais avec un trafic descendant qui est généré par deux connexions TCP (une en IPv4 de 25 Mbit/s et une en IPv6 de 25 Mbit/s) ou quatre connexions de 12,5 Mbit/s. La génération de trafic à 25 Mbit/s est obtenue avec l'option **-limit-rate 3125000** de Wget et celle à 12,5 Mbit/s avec **-limit-rate 1562500**.

En cas d'impossibilité d'avoir de l'IPv6 sur la box, deux connexions TCP en IPv4 sont utilisées.

Le script « gen-traffic.sh » à utiliser pour générer le trafic descendant est disponible sur [une page sur le site web de l'Arcep](#). Commandes à utiliser :

- Trafic de 25 Mbit/s IPv4 : **./gen-traffic.sh -4 25m**
- Trafic de 25 Mbit/s IPv6 : **./gen-traffic.sh -6 25m**
- Trafic de 12,5 Mbit/s IPv4 : **./gen-traffic.sh -4 12500k**
- Trafic de 12,5 Mbit/s IPv6 : **./gen-traffic.sh -6 12500k**

Mesure	Port Ethernet N°1	Port Ethernet N°2	Wi-Fi de la box
Mesure N°5A	Aucune connexion	PC 2 - Ethernet 1 Gbit/s Trafic de 25 Mbit/s IPv4 Trafic de 25 Mbit/s IPv6	Wi-Fi de la box activé sans aucun équipement connecté
Mesure N°5B	Aucune connexion	PC 2 - Ethernet 1 Gbit/s Trafic de 25 Mbit/s IPv4	PC 1 – Wi-Fi 6E connecté Trafic de 25 Mbit/s IPv6
Mesure N°5C	Aucune connexion	Aucune connexion	PC 1 – Wi-Fi 6E connecté Trafic de 25 Mbit/s IPv6 PC 3 – Wi-Fi 5 connecté Trafic de 25 Mbit/s IPv4
Mesure N°5D	Aucune connexion	Aucune connexion	PC 3 – Wi-Fi 5 connecté Trafic de 25 Mbit/s IPv4 Trafic de 25 Mbit/s IPv6
Mesure N°5E	Aucune connexion	PC 2 - Ethernet 1 Gbit/s Trafic de 25 Mbit/s IPv4	PC 3 – Wi-Fi 5 connecté Trafic de 25 Mbit/s IPv6
Mesure N°5F	PC 1 - Ethernet 2,5 Gbit/s Trafic de 12,5 Mbit/s IPv6	PC 2 - Ethernet 1 Gbit/s Trafic de 12,5 Mbit/s IPv4	PC 3 – Wi-Fi 5 connecté Trafic de 12,5 Mbit/s IPv4 Trafic de 12,5 Mbit/s IPv6

4 Méthodologie de mesure de la consommation du répéteur Wi-Fi

Cette partie décrit la méthodologie de mesure de consommation électrique du répéteur Wi-Fi. L'ensemble des scénarios représentent des usages variés, visant à être représentatifs des usages de véritables clients.

Pour chacun des sous-indicateurs :

- après la mise en place du test, un délai de 30 secondes est laissé pour que la consommation électrique soit en régime établi ;
- la mesure de la consommation électrique est réalisée pendant 2 minutes. C'est la moyenne de la consommation pendant les 2 minutes, exprimée en watts, qui est reportée avec un chiffre après la virgule, dans le tableau en annexe C.2.

Le répéteur est connecté à la box (*backhaul*) en Wi-Fi et non via un câble Ethernet.

4.1 Répéteur Wi-Fi inutilisé (aucun client connecté)

Mesure	Type de connexion à la box
Mesure N°1	Aucun équipement n'est connecté au répéteur Wi-Fi.

4.2 Répéteur Wi-Fi avec un client connecté, aucun trafic

Mesure	Trafic généré
Mesure N°2A	PC 1 – Wi-Fi 6E connecté - Pas de trafic généré
Mesure N°2B	PC 3 – Wi-Fi 5 connecté - Pas de trafic généré

4.3 Répéteur Wi-Fi en utilisation

En cas d'impossibilité d'avoir de l'IPv6, les connexions sont montées en IPv4.

Le script « gen-traffic.sh » à utiliser pour générer le trafic descendant est disponible sur une [page sur le site web de l'Arcep](#). Commandes à utiliser :

- Trafic de 2,5 Mbit/s IPv4 : `./gen-traffic.sh -4 2500k`
- Trafic de 2,5 Mbit/s IPv6 : `./gen-traffic.sh -6 2500k`
- Trafic de 25 Mbit/s IPv4 : `./gen-traffic.sh -4 25m`
- Trafic de 25 Mbit/s IPv6 : `./gen-traffic.sh -6 25m`

Mesure	Trafic généré
Mesure N°3A	PC 1 – Wi-Fi 6E connecté au Wi-Fi du répéteur Trafic de 2,5 Mbit/s IPv4 + Trafic de 2,5 Mbit/s IPv6
Mesure N°3B	PC 1 – Wi-Fi 6E connecté au Wi-Fi du répéteur Trafic de 25 Mbit/s IPv4 + Trafic de 25 Mbit/s IPv6
Mesure N°3C	PC 3 – Wi-Fi 5 connecté au Wi-Fi du répéteur Trafic de 2,5 Mbit/s IPv4 + Trafic de 2,5 Mbit/s IPv6
Mesure N°3D	PC 3 – Wi-Fi 5 connecté au Wi-Fi du répéteur Trafic de 25 Mbit/s IPv4 + Trafic de 25 Mbit/s IPv6

5 Méthodologie de mesure de la consommation électrique du décodeur TV

Cette partie décrit la méthodologie de mesure de consommation électrique du décodeur TV. L'ensemble de scénarios représente des usages variés visant à être représentatifs des usages de véritables clients.

Le décodeur TV est connecté via un câble Ethernet Cat5e de 15 mètres directement à la box internet. Pour les équipements de type « box tout-en-un » réalisant les fonctions de box internet et décodeur TV, les mesures sont réalisées avec la partie box internet inutilisée (aucun équipement connecté en Ethernet ou en Wi-Fi).

Durée de la mesure de la consommation électrique :

- Test de mise en veille du décodeur TV : la durée de mesure est de 40 minutes. La durée de ce test est exceptionnellement longue afin de prendre en compte les réveils réguliers réalisés par certains décodeurs TV.
- Les autres mesures sur le décodeur TV : la durée de mesure est de 5 minutes.

C'est la moyenne de la consommation pendant les 5 ou 40 minutes, exprimée en watts, qui est reportée avec un chiffre après la virgule, dans le tableau en annexe C.2.

5.1 Décodeur TV en veille, 20 minutes après la mise en veille et arrêté

Mesure	Type de mesure
Mesure N°1A	Le décodeur TV est utilisé sur la chaîne TF1 (appui sur la touche n°1) avant la mise en veille. La mise en veille réalisée avec un appui court sur le bouton <i>power</i> de la télécommande. La mesure de la consommation s'effectue une fois ces 20 minutes écoulées (afin d'être certain que la box est en veille) et la mesure est une moyenne de la consommation pendant une durée de 40 minutes. La durée totale du test est donc d'une heure.
Mesure N°1B	Décodeur TV arrêté via le bouton on/off ou en absence de ce bouton, le câble du bloc d'alimentation électrique est débranché coté décodeur TV (le bloc d'alimentation est toujours connecté au réseau électrique). On mesure ici que la consommation du bloc d'alimentation électrique sans charge. La mesure de la consommation s'effectue pendant une durée de 5 minutes.

5.2 Décodeur TV, visualisation d'une chaîne en direct

Le décodeur TV n'est pas connecté à une antenne TNT. La qualité du flux est celle proposée par défaut.

Mesure	Type de mesure
Mesure N°2A	Visualisation de la chaîne « France2 », via un appui sur la touche n°2 de la télécommande. La mesure de consommation (sur une durée de 5 minutes) démarre après être restée 30 secondes sur la chaîne de façon à être en régime établi.
Mesure N°2B	Visualisation de la chaîne « France Info », via une sélection dans la liste des chaînes. La mesure de consommation (sur une durée de 5 minutes) démarre après être restée 30 secondes sur la chaîne de façon à être en régime établi.

5.3 Décodeur TV, lecture d'un replay

La qualité du flux est celle proposée par défaut.

Mesure	Type de mesure
Mesure N°3	Lecture d'un <i>replay</i> : le dernier journal télévisé de 20 heures de France 2 est sélectionné. Se positionner au début du journal télévisé. La mesure de consommation (sur une durée de 5 minutes) démarre après être restée 30 secondes sur le flux de <i>replay</i> (le décompte des 30 secondes ne démarre qu'une fois que le temps de publicité est terminé de façon à être en régime établi).

5.4 Décodeur TV, lecture sur un service OTT populaire

Ces mesures ne sont réalisées que si le matériel est compatible avec Netflix (mesure 4A) et YouTube (mesure 4B et 4C). La qualité du flux est celle proposée par défaut, sans forcer une résolution ou un codec spécifique.

Mesure	Type de mesure
Mesure N°4A	Abonnement Netflix « Standard » proposant une résolution de 1080p sans publicité. Lecture de « Les octonauts et la ceinture de feu ¹¹ » (https://www.netflix.com/watch/81012130). Le flux permet d'aller à la résolution maximum de l'abonnement, soit 1080p. La vidéo, de 1h et 12 minutes est encodée à 24 images par secondes et est encodée dans 4 codecs vidéo : H.264, HEVC, VP9 et AV1. Se positionner au début du dessin animé. La mesure de consommation (sur une durée de 5 minutes) démarre après être restée 30 secondes sur le flux Netflix, de façon à être en régime établi.
Mesure N°4B	YouTube – vidéo proposant une résolution maximale de 720p à 24 images par secondes : « HOME (FR) » postée par « homeprojectFR » (https://www.youtube.com/watch?v=NNGDj9IeAul). Cette vidéo est proposée dans 3 codecs vidéo : H.264, VP9 et AV1. Se positionner au début du film. La mesure de consommation (sur une durée de 5 minutes) démarre après être restée 30 secondes sur le flux YouTube (le décompte des 30 secondes ne démarre qu'une fois que le temps de publicité est terminé de façon à être en régime établi).
Mesure N°4C	YouTube – vidéo proposant une résolution maximale de 2160p à 60 images par secondes : « Big Buck Bunny 60fps 4K - Official Blender Foundation Short Film » postée par « Blender » (https://www.youtube.com/watch?v=aqz-KE-bpKQ). Cette vidéo est proposée dans 3 codecs vidéo : H.264, VP9 et AV1. Se positionner au début de la vidéo. La mesure de consommation (sur une durée de 5 minutes) démarre après être restée 30 secondes sur le flux YouTube (le décompte des 30 secondes ne démarre qu'une fois que le temps de publicité est terminé de façon à être en régime établi).

¹¹ Le choix de la vidéo de test a été guidé par un contenu pérenne (production Netflix), populaire, récent et encodé dans les 4 codecs vidéo supporté par Netflix : H.264, HEVC, VP9 et AV1.