



autorité de régulation
des communications électroniques,
des postes et de la distribution de la presse

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

PROTOCOLE DE MESURE DE LA CONSOMMATION ELECTRIQUE DES BOX

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 vise à proposer 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 énergétique 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.

A notre connaissance, il n'y a pas de standard ou recommandation spécifique pour la mesure détaillée par usage de la consommation électrique des box internet, des répéteurs Wi-Fi ou des décodeurs TV (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 de la réglementation en matière de sécurité électrique des personnes.

Table des matière

Préambule	2
Table des matière.....	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.....	12
2.3 Configuration logicielle des 3 PC de génération de trafic internet	13
2.4 Câble Ethernet Cat5e de 15 mètres et câble Ethernet Cat5e de 2 mètres	14
2.5 Configuration matérielle de la TV	14
3 Méthodologie de mesure de la consommation électrique box internet + ONT	15
3.1 Box internet connectée à aucun PC	15
3.2 Box internet connectée à un/des PC, Wi-Fi désactivé, aucun trafic	16
3.3 Box internet connectée à un/des PC, Wi-Fi activé, aucun trafic.....	16
3.4 Box internet avec un trafic de 5 Mbit/s	17
3.5 Box internet avec un trafic de 50 Mbit/s	18
4 Méthodologie de mesure de la consommation électrique du répéteur Wi-Fi	19
4.1 Répéteur Wi-Fi inutilisé (aucun client connecté).....	19
4.2 Répéteur Wi-Fi avec un client connecté, aucun trafic	19
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, 10 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 - ONT - et son alimentation électrique). Cette box internet assure les fonctions de routeur-Wi-Fi afin de permettre la connexion à internet des équipements qui lui sont connectés. Les box internet ont une partie *WAN (Wide Area Network)* pour la connexion à internet et une partie *LAN (Local Area Network)* 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 (*SSID*). 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-T (TNT) ou DVB-C (câble) en un contenu et l'afficher sur l'écran d'un téléviseur au moyen d'une sortie HDMI (*High-Definition Multimedia Interface*). Ce décodeur TV a généralement des fonctions d'enregistrement qui peut être local (sur un disque dur, une clé USB ou une carte SD) ou distant (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.

1.3 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 le 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 ces 4 éléments (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

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.

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.

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.
- 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 / OLT 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 composants ces indicateurs) :

1. Box internet en veille ;
2. Box internet connecté à un/des PC, Wi-Fi désactivé, débit nul ;
3. Box internet connecté 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 calculés par 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.

Pour chacun des sous-indicateurs, la mesure de la consommation électrique est réalisée pendant 2 minutes. La donnée reportée dans le tableur synthétisant les résultats est la consommation de la box, de l'ONT et de leurs alimentations en watt-heure (Wh). On demande de reporter dans le tableur la donnée en Wh, avec un chiffre après la virgule.

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

Les mesures sont réalisées en Wi-Fi, le client étant situé proche de la box. 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.

La box et le répéteur Wi-Fi peuvent émettre sur plusieurs bandes de fréquences sur un même SSID. 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.

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'utilisé) qui sont désactivés, car ils introduisent un biais dans les mesures, n'étant pas disponibles partout. Aucune autre modification n'est réalisée.

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.
- 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 composants ces indicateurs)

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 0,5 Mbit/s, 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 500 kbit/s, 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.

Pour chacun des sous-indicateurs, la mesure de la consommation électrique est réalisée pendant 2 minutes. La donnée reportée dans le tableur synthétisant les résultats est la consommation du répéteur Wi-Fi et son alimentation en watt-heure (Wh). On demande de reporter dans le tableur la donnée en Wh, avec un chiffre après la virgule.

1.4.3 Connexion du répéteur Wi-Fi à la box internet

Le répéteur Wi-Fi est connecté à la box internet en Wi-Fi pour tous les tests sauf le premier (Mesure N°1A). Un seul test est réalisé avec le répéteur Wi-Fi connecté via un câble Ethernet à la box, car ce type de connexion est minoritaire.

Répéteur Wi-Fi connecté en Ethernet à la box internet :

Le répéteur est connecté via un câble Cat5e de 15 mètres.

Ce type de connexion est utilisé uniquement pour le premier test (N° 1A).

Répéteur Wi-Fi connecté en Wi-Fi à la box internet :

Le répéteur reste dans sa configuration par défaut, avec un SSID (*Service Set Identifier*) identique à celle de la box.

Afin de forcer les clients à passer par le répéteur Wi-Fi et non la box, le BSSID (*Basic Service Set Identifier*) du répéteur Wi-Fi est spécifié dans les paramètres Wi-Fi des deux PC de tests, 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 « [WiFi Analyser](#) » disponible sur Android.

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 chaque technologie, 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. Si plusieurs types de box ou technologies d'accès sont proposés avec un décodeur TV, c'est la technologie / offre proposant le débit le plus élevé qui est utilisé.

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.

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.
- 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 composants ces indicateurs) :

1. Décodeur TV en mode veille (10 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 25 images/sec, YouTube en 720p 24 images/sec et YouTube en 2060p 60 images/sec).

Pour chacun des sous-indicateurs, la mesure de la consommation électrique est réalisée pendant 5 minutes. La donnée reportée dans le tableur synthétisant les résultats est la consommation du décodeur TV et son alimentation en watt-heure (Wh). On demande de reporter dans le tableur la donnée en Wh, avec un chiffre après la virgule.

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 *Chroma 66202 Digital Power Meter 20A/10KW* ou un équipement offrant une précision de mesure identique ou supérieure est nécessaire. Si l'ONT externe a son propre transformateur électrique, une prise multiple sera nécessaire pour brancher la box et l'ONT sur le compteur de consommation électrique.

Le *power meters Chroma 66202* est fait pour les mesures de consommation normatives CE. Un équipement équivalent au niveau de la mesure de précision peut être utilisé.

La durée de la mesure de la consommation électrique qui est paramétrée dans l'équipement :

- Box internet et répéteur Wi-Fi : la durée de mesure est de 2 minutes ;
- Décodeurs TV : la durée de mesure est de 5 minutes, car il peut y avoir des fluctuations, excepté pour la mesure de la consommation en veille ;
- Test de mise en veille du décodeur TV : la durée de mesure est de 15 minutes.

La donnée reportée dans le tableur synthétisant les résultats est la consommation du décodeur TV et son alimentation en watt-heure (Wh). On demande de reporter dans le tableur la donnée en Wh, avec un chiffre après la virgule.

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 : soit un PC fixe soit un PC portable
 - Microprocesseur respectant les deux prérequis suivants :
 - Date de lancement (donnée indiquée sur [le site d'Intel / AMD](#)) postérieur 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).
- Exemple de microprocesseur conforme : [Intel Core i3-4150](#).
- 8 Go de mémoire vive minimum

- Clé USB de 4 Go minimum pour le système d'exploitation (utilisation en mode « Live USB » sans installation). Le disque dur du PC de génération de trafic internet ne sera pas utilisé.
- 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.

Chacun des 3 PC a des périphériques réseaux utilisés différents :

- **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 - environ 30 à 60€ TTC). 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 « Filaire ».
- **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 - environ 20 à 40€ TTC). 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 :

- Clé USB bootable du système d'exploitation Linux Ubuntu 22.04 ou plus récent. Il est préférable de ne pas installer le système sur le disque dur, les vérifications de mise à jour pouvant générer un trafic non souhaité. 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](#) » (nécessite une clé USB de 4 Go minimum pour chaque PC).
- 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.
- 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>
Il faut afficher cette page depuis Firefox qui est sur la clé USB bootable pour enregistrer le script puis faire un copier / coller de la ligne de commande dans un terminal du script à utiliser.

- 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 Câble Ethernet Cat5e de 15 mètres et câble Ethernet Cat5e de 2 mètres

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 répéteur Wi-Fi et 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, mais aussi le répéteur Wi-Fi et le décodeur TV.

2.5 Configuration matérielle de la TV

Téléviseur 4K (UHD) avec les spécifications suivantes :

- Résolution 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 de mesure des mesures de consommation électrique de la box internet. L'ensemble des scénarios représente des usages variés recherchant à être représentatif 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, la mesure de la consommation électrique est réalisée pendant 2 minutes.

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 en façade ou/et désactive certains services. Les ports Ethernet peuvent être limités à 100 Mbit/s).
Mesure N°1D	Mode d'économie d'énergie activé + 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°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 : Le mode « 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 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 autonegociation 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 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](#). Commande 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](#). Commande 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		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 électrique 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, recherchant à être représentatif des usages de véritables clients.

Pour chacun des sous-indicateurs, la mesure de la consommation électrique est réalisée pendant 2 minutes.

4.1 Répéteur Wi-Fi inutilisé (aucun client connecté)

Les deux modes de connexion du répéteur Wi-Fi proposés par l'opérateur sont mesurés :

- Répéteur connecté à la box sans fil ;
- Répéteur connecté à la box via un câble Ethernet.

Aucun équipement n'est connecté au répéteur Wi-Fi.

Mesure	Type de connexion à la box
Mesure N°1A	Connexion du répéteur à la box via un câble Ethernet via un câble Cat5e de 15 mètres.
Mesure N°1B	Connexion du répéteur à la box en Wi-Fi.

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

Cette mesure est réalisée avec le répéteur connecté en Ethernet à la box via un câble Cat5e de 15 mètres, alors que le Wi-Fi de la box est désactivé. Si le Wi-Fi de la box internet ne peut être désactivé, la box est éloignée derrière un mur de façon à être sûr que la connexion passe par le répéteur Wi-Fi. Si le répéteur Wi-Fi est situé trop près de la box, il y a un risque que le PC se connecte au Wi-Fi de la box et non à celui du répéteur comme le demande le protocole.

Le PC 3 est connecté au répéteur, mais ne génère pas de 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

Ces mesures sont réalisées avec le répéteur connecté en Ethernet à la box via un câble Cat5e de 15 mètres, alors que le Wi-Fi de la box est désactivé. Si le Wi-Fi de la box ne peut être désactivé, la box est éloignée derrière un mur de façon à être sûr que la connexion passe par le répéteur Wi-Fi. La génération de trafic descendant à 250 kbit/s est obtenue avec l'option **-limit-rate 31250** de Wget, celle à 2,5 Mbit/s avec **-limit-rate 312500** et celle à 25 Mbit/s avec **-limit-rate 3125000**.

Le PC 3 est utilisé pour générer du trafic en Wi-Fi sur le répéteur.

En cas d'impossibilité d'avoir de l'IPv6 sur la box, les connexions IPv6 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](#). Commande 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 recherchant 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 qui est paramétrée dans l'équipement :

- Décodeurs TV : la durée de mesure est de 5 minutes, car il peut y avoir des fluctuations, excepté pour la mesure de la consommation en veille ;
- Test de mise en veille du décodeur TV : la durée de mesure est de 15 minutes.

5.1 Décodeur TV en veille, 10 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 power de la télécommande. La mesure de la consommation s'effectue une fois ces 10 minutes écoulées et pendant une durée de 15 minutes.
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 (d'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 (d'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 replay : le dernier journal télévisé de 20 heures de France 2 est sélectionné. Se positionner au début du journal télévisé. La mesure de consommation (d'une durée de 5 minutes) démarre après être restée 30 secondes sur le flux de replay (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 Lecture de « Lupin » Chapitre 6 (https://www.netflix.com/watch/81031849). Le flux permet d'aller à la résolution maximum de l'abonnement, soit 1080p. La vidéo est encodée à 25 images par secondes. Se positionner au début de l'épisode. La mesure de consommation (d'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=NNGDj9leAul). Cette vidéo est proposée dans 3 codecs vidéo : H.264, VP9 et AV1. Se positionner au début du film. La mesure de consommation (d'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 (d'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)