

# UIT-T

SECTEUR DE LA NORMALISATION  
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS  
DE L'UIT

# L.1310

(08/2014)

SÉRIE L: ENVIRONNEMENT ET TIC, CHANGEMENT CLIMATIQUE, DÉCHETS D'ÉQUIPEMENTS ÉLECTRIQUES ET ÉLECTRONIQUES, EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE; CONSTRUCTION, INSTALLATION ET PROTECTION DES CÂBLES ET AUTRES ÉLÉMENTS DES INSTALLATIONS EXTÉRIEURES

---

## **Métriques et méthodes de mesure de l'efficacité énergétique des équipements de télécommunication**

Recommandation UIT-T L.1310



# Recommandation UIT-T L.1310

## Métriques et méthodes de mesure de l'efficacité énergétique des équipements de télécommunication

### Résumé

La Recommandation UIT-T L.1310 définit les procédures d'évaluation des métriques d'efficacité énergétique ainsi que les méthodes et les profils de mesure nécessaires pour évaluer l'efficacité énergétique des équipements de télécommunication.

Les métriques d'efficacité énergétique et les méthodes de mesure sont définies pour les équipements de réseau de télécommunication et les petits équipements de réseau.

Ces métriques permettent de comparer des équipements de la même catégorie, par exemple des équipements utilisant les mêmes technologies.

La comparaison d'équipements de catégories différentes n'entre pas dans le cadre de cette Recommandation.

### Historique

Edition	Recommandation	Approbation	Commission d'études	ID unique*
1.0	ITU-T L.1310	2012-11-06	5	<a href="http://handle.itu.int/11.1002/1000/11639">11.1002/1000/11639</a>
2.0	ITU-T L.1310	2014-08-22	5	<a href="http://handle.itu.int/11.1002/1000/12205">11.1002/1000/12205</a>

### Mots clés

Efficacité énergétique, méthodologie, métriques.

---

\* Pour accéder à la Recommandation, reporter cet URL <http://handle.itu.int/> dans votre navigateur Web, suivi de l'identifiant unique, par exemple <http://handle.itu.int/11.1002/1000/11830-en>.

## AVANT-PROPOS

L'Union internationale des télécommunications (UIT) est une institution spécialisée des Nations Unies dans le domaine des télécommunications et des technologies de l'information et de la communication (ICT). Le Secteur de la normalisation des télécommunications (UIT-T) est un organe permanent de l'UIT. Il est chargé de l'étude des questions techniques, d'exploitation et de tarification, et émet à ce sujet des Recommandations en vue de la normalisation des télécommunications à l'échelle mondiale.

L'Assemblée mondiale de normalisation des télécommunications (AMNT), qui se réunit tous les quatre ans, détermine les thèmes d'étude à traiter par les Commissions d'études de l'UIT-T, lesquelles élaborent en retour des Recommandations sur ces thèmes.

L'approbation des Recommandations par les Membres de l'UIT-T s'effectue selon la procédure définie dans la Résolution 1 de l'AMNT.

Dans certains secteurs des technologies de l'information qui correspondent à la sphère de compétence de l'UIT-T, les normes nécessaires se préparent en collaboration avec l'ISO et la CEI.

## NOTE

Dans la présente Recommandation, l'expression "Administration" est utilisée pour désigner de façon abrégée aussi bien une administration de télécommunications qu'une exploitation reconnue.

Le respect de cette Recommandation se fait à titre volontaire. Cependant, il se peut que la Recommandation contienne certaines dispositions obligatoires (pour assurer, par exemple, l'interopérabilité et l'applicabilité) et considère que la Recommandation est respectée lorsque toutes ces dispositions sont observées. Le futur d'obligation et les autres moyens d'expression de l'obligation comme le verbe "devoir" ainsi que leurs formes négatives servent à énoncer des prescriptions. L'utilisation de ces formes ne signifie pas qu'il est obligatoire de respecter la Recommandation.

## DROITS DE PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

L'UIT attire l'attention sur la possibilité que l'application ou la mise en œuvre de la présente Recommandation puisse donner lieu à l'utilisation d'un droit de propriété intellectuelle. L'UIT ne prend pas position en ce qui concerne l'existence, la validité ou l'applicabilité des droits de propriété intellectuelle, qu'ils soient revendiqués par un membre de l'UIT ou par une tierce partie étrangère à la procédure d'élaboration des Recommandations.

A la date d'approbation de la présente Recommandation, l'UIT n'avait pas été avisée de l'existence d'une propriété intellectuelle protégée par des brevets à acquérir pour mettre en œuvre la présente Recommandation. Toutefois, comme il ne s'agit peut-être pas de renseignements les plus récents, il est vivement recommandé aux développeurs de consulter la base de données des brevets du TSB sous <http://www.itu.int/ITU-T/ipr/>.

© UIT 2017

Tous droits réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite, par quelque procédé que ce soit, sans l'accord écrit préalable de l'UIT.

## TABLE DES MATIÈRES

	<b>Page</b>
1	Domaine d'application ..... 1
2	Références..... 1
3	Définitions ..... 1
3.1	Termes définis ailleurs ..... 1
3.2	Termes définis dans la présente Recommandation ..... 2
4	Abréviations et acronymes ..... 2
5	Conventions ..... 4
6	Définitions des métriques ..... 4
6.1	Généralités ..... 4
6.2	Classification de l'efficacité énergétique ..... 4
6.3	Efficacité proportionnelle à la charge..... 5
6.4	Robustesse des métriques ..... 5
6.5	Métriques et modularité des équipements ..... 5
7	Méthode générale d'évaluation ..... 6
7.1	Conditions ambiantes ..... 6
7.2	Conditions électriques ..... 6
7.3	Exigences en matière de métrologie..... 6
8	Format des rapports ..... 7
9	Equipements DSLAM, MSAN, GPON et GEPON..... 7
9.1	Métrique applicable aux équipements DSLAM, MSAN, GPON et GEPON..... 7
9.2	Méthodes d'évaluation applicables aux équipements utilisant les technologies d'accès large bande ..... 8
10	Technologies d'accès hertzien..... 9
10.1	Métriques applicables aux technologies d'accès hertzien..... 10
10.2	Méthodes d'évaluation applicables aux technologies d'accès hertzien..... 10
11	Routeurs, commutateurs Ethernet..... 10
11.1	Métriques applicables aux routeurs et aux commutateurs Ethernet ..... 10
11.2	Méthodes d'évaluation applicables aux routeurs et aux commutateurs par paquets (Ethernet, MPLS, etc.)..... 11
12	Métrique d'efficacité énergétique applicable aux petits dispositifs de réseau ..... 11
12.1	Métriques applicables aux petits dispositifs de réseau ..... 11
12.2	Méthodes d'évaluation applicables aux petits dispositifs de réseau ..... 12
13	Multiplexeurs et commutateurs de transport WDM/MRT/OTN ..... 12
13.1	Métriques applicables aux multiplexeurs et commutateurs de transport WDM/MRT/OTN..... 12
13.2	Méthodes d'évaluation applicables aux multiplexeurs et commutateurs de transport WDM/MRT/OTN..... 13

	<b>Page</b>
14 Equipements optiques en mode paquet postconvergence.....	13
14.1 Métriques applicables aux équipements optiques en mode paquet postconvergence .....	13
14.2 Méthodes d'évaluation applicables aux équipements optiques en mode paquet postconvergence.....	13
Annexe A – Métriques et méthodes de mesure applicables aux équipements optiques en mode paquet postconvergence pourvus de fonctions de signaux en paquets et de signaux MRT .....	14
A.1 Définition de l'équipement .....	14
A.2 Métriques de l'efficacité énergétique.....	16
A.3 Méthode de mesure.....	17
Annexe B – Métriques et méthodes de mesure applicables aux équipements optiques en mode paquet postconvergence pourvus de fonctions de signaux en paquets, de signaux MRT et de signaux WDM.....	20
B.1 Définition de l'équipement .....	20
B.2 Métriques de l'efficacité énergétique.....	21
B.3 Méthode de mesure.....	24
Appendice I – Autres métriques applicables aux technologies d'accès filaire.....	26
I.1 Equipements de réseau DSLAM et MSAN.....	26
I.2 Equipements de réseaux OLT GPON.....	27
I.3 Equipements de réseau OLT GEAPON .....	27
Appendice II – Autres métriques applicables aux routeurs et aux commutateurs .....	28
II.1 Routeurs et commutateurs prenant en charge le mode veille (attente).....	28
II.2 Méthode de mesure.....	29
II.3 Routeurs et commutateurs prenant en charge des états de puissance explicités.....	29
Bibliographie.....	30

## **Introduction**

En général, l'efficacité énergétique est définie comme le rapport entre deux valeurs de consommation d'énergie différentes pour la même unité fonctionnelle (par exemple, le rapport entre le travail utile (énergie) et le travail total (énergie)). Il n'est pas facile d'appliquer cette définition aux systèmes de télécommunication, étant donné qu'elle ne tient pas compte des performances en matière de télécommunication de l'équipement faisant l'objet de la mesure.

Par conséquent, aux fins de la présente Recommandation, l'efficacité énergétique sera définie comme la relation entre l'unité fonctionnelle de l'équipement considéré (à savoir, le travail utile pour les télécommunications) et la consommation d'énergie de cet équipement. Par exemple, pour une durée de transmission et une bande passante égales, un système de télécommunication qui peut acheminer plus de données (en bits) avec moins d'énergie (en joules) est considéré comme ayant une meilleure efficacité énergétique.

Pour cette raison, il est nécessaire de définir des métriques qui permettent d'évaluer la performance d'un équipement par rapport à sa consommation d'énergie.

Afin de faciliter la mesure des métriques, on considère généralement la mesure de la puissance plutôt que celle de la consommation d'énergie, étant donné que l'on peut passer de la première à la seconde en multipliant par le temps.



# Recommandation UIT-T L.1310

## Métriques et méthodes de mesure de l'efficacité énergétique des équipements de télécommunication

### 1 Domaine d'application

La présente Recommandation spécifie les principes et les concepts relatifs aux métriques et aux méthodes de mesure de l'efficacité énergétique des équipements de réseau de télécommunication.

Elle spécifie également les principes et les concepts relatifs aux métriques et aux méthodes de mesure de l'efficacité énergétique des petits équipements de réseau utilisés dans les foyers et dans les locaux de petites entreprises.

### 2 Références

La présente Recommandation se réfère à certaines dispositions des Recommandations UIT-T et textes suivants qui, de ce fait, en sont partie intégrante. Les versions indiquées étaient en vigueur au moment de la publication de la présente Recommandation. Toute Recommandation ou tout texte étant sujet à révision, les utilisateurs de la présente Recommandation sont invités à se reporter, si possible, aux versions les plus récentes des références normatives suivantes. La liste des Recommandations de l'UIT-T en vigueur est régulièrement publiée. La référence à un document figurant dans la présente Recommandation ne donne pas à ce document, en tant que tel, le statut d'une Recommandation.

- [ATIS-0600015.02.2009] ATIS-0600015.02.2009, *Energy Efficiency for Telecommunication Equipment: Methodology for Measurement and Reporting – Transport Requirements.*
- [ATIS-0600015.03.2013] ATIS-0600015.03.2013, *Energy Efficiency for Telecommunications Equipment: Methodology for Measurement and Reporting for Router and Ethernet Switch Products.*
- [ETSI ES 203 215] ETSI ES 203 215 V1.2.1 (2011), *Environmental Engineering (EE) Measurement Methods and Limits for Power Consumption in Broadband Telecommunication Networks Equipment.*
- [ETSI TS 102 706] ETSI TS 102 706 V1.3.1 (2013-07), *Environmental Engineering (EE) Measurement method for energy efficiency of wireless access network equipment.*
- [ISO 14040] ISO 14040 (2006), *Management environnemental – Analyse du cycle de vie – Principes et cadre.*
- [ISO/CEI 17025] ISO/CEI 17025:2005, *Exigences générales concernant la compétence des laboratoires d'étalonnages et d'essais.*

### 3 Définitions

#### 3.1 Termes définis ailleurs

Néant.

## 3.2 Termes définis dans la présente Recommandation

La présente Recommandation définit les termes suivants:

**3.2.1 mode actif:** Pour les petits équipements de réseau, mode de fonctionnement pour lequel tous les ports (WAN et LAN) sont connectés, avec au moins une connexion WiFi si cette fonction est disponible.

**3.2.2 énergie:** "Capacité à fournir un travail". Dans le cas des systèmes de télécommunication, dont la source d'énergie primaire est l'électricité, l'énergie est mesurée en joules.

**3.2.3 unité fonctionnelle** (inspirée de [ISO 14040]): Représentation des performances du système analysé. Par exemple, pour un équipement de transport, l'unité fonctionnelle correspond à la quantité d'informations transmises, à la distance sur laquelle elles sont acheminées et au débit en Gbit/s. Ce terme est quelquefois utilisé pour désigner les résultats utiles ou le travail utile.

**3.2.4 mode repos:** Pour les petits équipements de réseau, mode identique au mode actif, mais sans trafic de données d'utilisateur (ce qui ne correspond pas à un trafic nul, puisque l'on retrouve tout de même le trafic assurant le fonctionnement des services et des protocoles), bien qu'il soit prêt à être utilisé (U1 dans la partie sur les routeurs).

**3.2.5 mode faible puissance (veille):** Pour les petits équipements de réseau, état entraînant une baisse de la consommation d'énergie dans lequel se place le dispositif lorsqu'aucune activité de l'utilisateur n'est détectée pendant un certain temps. Dans cet état, aucun port LAN faisant face à l'utilisateur n'est connecté; le WiFi est actif, mais aucun client n'est connecté. Le port WAN peut être inactif. Le dispositif se réactive lorsqu'il détecte une connexion au niveau d'un dispositif ou d'un port d'utilisateur.

**3.2.6 petit dispositif de réseau:** Dispositif de réseau dont la configuration matérielle est fixe, prévu pour être utilisé par des particuliers ou des petites entreprises et disposant de moins de 12 ports. Ce type de dispositif peut être pourvu d'une fonctionnalité hertzienne. Cette dernière n'est alors pas considérée comme un port.

## 4 Abréviations et acronymes

La présente Recommandation utilise les abréviations et acronymes suivants:

AC	courant alternatif ( <i>alternating current</i> )
ADSL2+	émetteur-récepteur de ligne d'abonné numérique asymétrique 2 à largeur de bande étendue ( <i>asymmetric digital subscriber line 2 transceiver extended bandwidth</i> )
BSC	contrôleur de station de base ( <i>base station controller</i> )
BTS	station d'émission-réception de base ( <i>base transceiver station</i> )
CDMA	accès multiple par répartition en code ( <i>code division multiple access</i> )
DC	courant continu ( <i>direct current</i> )
DSLAM	multiplexeur d'accès de ligne d'abonné numérique ( <i>digital subscriber line access multiplexer</i> )
EDGE	débits de données améliorés pour l'évolution du système GSM ( <i>enhanced data for GSM evolution</i> )
EER	indice d'efficacité énergétique ( <i>energy efficiency rating</i> )
GEPON	réseau optique passif Ethernet gigabinaire ( <i>gigabit Ethernet passive optical network</i> )
GPON	réseau optique passif gigabinaire ( <i>gigabit passive optical network</i> )

GSM	système mondial de communications mobiles ( <i>global system for mobile communications</i> )
HSPA	accès haut débit en mode paquet ( <i>high speed packet access</i> )
IF	interface
IMIX	profil de trafic Internet ( <i>Internet MIX traffic</i> )
LAN	réseau local ( <i>local area network</i> )
LTE	évolution à long terme ( <i>long term evolution</i> )
MAC	commande d'accès au support ( <i>media access control</i> )
MPLS	commutation multiprotocole par étiquette ( <i>multiprotocol label switching</i> )
MSAN	nœud d'accès multiservice ( <i>multiservice access node</i> )
NNI	interface réseau-réseau ( <i>network-network interface</i> )
OADM	multiplexeur optique d'insertion-extraction ( <i>optical add-drop multiplexer</i> )
OC	porteuse optique ( <i>optical carrier</i> )
OLT	terminaison de ligne optique ( <i>optical line termination</i> )
ONT	terminaison de réseau optique ( <i>optical network termination</i> )
OTN	réseau de transport optique ( <i>optical transport network</i> )
OTU	unité de transport optique ( <i>optical transport unit</i> )
OXC	brasseur optique ( <i>optical cross connect</i> )
P2P	point à point ( <i>point-to-point</i> )
PF	facteur de puissance ( <i>power factor</i> )
PON	réseau optique passif ( <i>passive optical network</i> )
PONIF	interface de réseau optique passif ( <i>passive optical network interface</i> )
POTS	service téléphonique classique ( <i>plain old telephone service</i> )
PSU	unité d'alimentation électrique ( <i>power supply unit</i> )
ROADM	multiplexeur optique d'insertion-extraction reconfigurable ( <i>reconfigurable optical add-drop multiplexer</i> )
RBS	station de base radioélectrique ( <i>radio base station</i> )
RNC	contrôleur de réseau radioélectrique ( <i>radio network controller</i> )
SDH	hiérarchie numérique synchrone ( <i>synchronous digital hierarchy</i> )
SONET	réseau optique synchrone ( <i>synchronous optical network</i> )
STM	module de transport synchrone ( <i>synchronous transport module</i> )
SW	commutateur ( <i>switch</i> )
MRT	multiplexage par répartition dans le temps
TEER	indice d'efficacité énergétique des télécommunications ( <i>telecommunications energy efficiency ratio</i> )
UNI	interface utilisateur-réseau ( <i>user network interface</i> )
VDSL2	ligne d'abonné numérique à très haut débit ( <i>very high bit rate digital subscriber line</i> )

WAN	réseau étendu ( <i>wide area network</i> )
WCDMA	accès multiple par répartition en code à bande étendue ( <i>wideband code division multiple access</i> )
WDM	multiplexage par répartition en longueur d'onde ( <i>wavelength division multiplexing</i> )
WiMAX	interopérabilité mondiale pour l'accès hyperfréquences ( <i>worldwide interoperability for microwave access</i> )

## 5 Conventions

Dans la présente Recommandation, le terme "consommation d'énergie" désigne la transformation de l'énergie de départ en unité fonctionnelle ainsi que l'énergie gaspillée au sein des systèmes de télécommunication.

Pour des raisons pratiques, il sera considéré que les dispositifs des systèmes de télécommunication agissent comme des entités isolées et que les métriques évaluent l'efficacité globale de l'énergie de départ pour l'ensemble du dispositif de télécommunication.

Dans la présente Recommandation, le terme "efficacité énergétique" désigne la capacité d'un système de télécommunication à réduire autant que possible le gaspillage énergétique. Le terme "rendement énergétique" aurait également pu convenir.

## 6 Définitions des métriques

### 6.1 Généralités

La métrique utilisée pour évaluer l'efficacité énergétique est généralement définie comme le rapport entre l'unité fonctionnelle et l'énergie nécessaire à sa réalisation. Plus la valeur est élevée, plus l'équipement est efficace.

La métrique inverse – l'énergie divisée par l'unité fonctionnelle – pourrait également être utilisée.

On trouvera dans les paragraphes suivants les définitions détaillées de métriques ainsi que des méthodes d'évaluation applicables à différents équipements de télécommunication.

L'indice d'efficacité énergétique (EER) est une métrique généralement définie comme le rapport entre l'unité fonctionnelle et l'énergie utilisée. Des indices EER spécifiques sont définis pour plusieurs types d'équipements.

### 6.2 Classification de l'efficacité énergétique

Une métrique d'efficacité énergétique peut être définie à l'échelle du réseau, à l'échelle de l'équipement ou du système ainsi qu'à l'échelle du composant. Dans la présente Recommandation, seules les métriques à l'échelle de l'équipement ou du système sont considérées comme obligatoires; les métriques à l'échelle du composant sont uniquement présentées en tant que suggestions et ne sont pas obligatoires.

Les métriques à l'échelle du réseau sont à l'étude.

#### 6.2.1 Efficacité énergétique à l'échelle du réseau

Les métriques à l'échelle du réseau sont utilisées pour évaluer l'efficacité énergétique de la totalité d'un réseau ou d'une partie de celui-ci (par exemple, le réseau d'accès d'un opérateur). Elles sont généralement utilisées pour évaluer le réseau d'un opérateur pour un usage interne ou dans le cadre d'une évaluation environnementale. Dans la présente Recommandation, on considère qu'une métrique est à l'échelle du réseau lorsqu'elle ne couvre pas uniquement un produit pris isolément, mais également un réseau de télécommunication composé de différents équipements en interfonctionnement.

### **6.2.2 Efficacité énergétique à l'échelle de l'équipement ou du système**

Les métriques à l'échelle de l'équipement ou du système servent principalement à comparer des équipements de télécommunication utilisant la même technologie. Elles évaluent les performances globales en matière d'efficacité énergétique à l'échelle de l'équipement ou du système, ce dernier étant alors considéré comme une "boîte isolée" ou une "entité isolée" dans le cadre de l'évaluation.

### **6.2.3 Efficacité énergétique à l'échelle du composant**

Les métriques à l'échelle du composant peuvent être utilisées lors de la conception, du développement et de la fabrication d'équipements efficaces sur le plan énergétique. Les équipements sont alors considérés comme des "boîtes ouvertes" et les performances en matière d'efficacité énergétique sont évaluées pour chaque composant pris individuellement. L'évaluation et la compréhension de l'efficacité énergétique ou de la consommation d'énergie de chaque composant de l'équipement facilitent l'identification des points noirs et des composants du système déterminants pour ce qui est des économies d'énergie. Il convient de tenir compte du fait que cette catégorie de métriques peut conduire à des sous-optimisations, sauf si ces métriques sont considérées dans le contexte de l'efficacité énergétique globale de l'équipement.

### **6.3 Efficacité proportionnelle à la charge**

Dans le cas de certaines catégories d'équipements de télécommunication (par exemple, les commutateurs à multiplexage par répartition dans le temps (MRT)), l'unité fonctionnelle est constante et ne varie pas au cours de la phase d'utilisation active.

Toutefois, un grand nombre de dispositifs de télécommunication fonctionnent dans des conditions de charge variables, auquel cas la valeur mesurée de l'unité fonctionnelle peut varier en fonction de la demande des utilisateurs.

Dans l'idéal, les dispositifs de télécommunication devraient pouvoir réduire leur consommation d'énergie proportionnellement à l'unité fonctionnelle qu'ils produisent. Cependant, cet objectif met en évidence diverses difficultés et possibilités en ce qui concerne la détection des périodes de faible utilisation et les comportements envisageables.

Afin de tenir compte de cette fonctionnalité lorsqu'elle est disponible, la présente Recommandation définit l'indice EER comme une métrique pondérée, proportionnelle à la charge.

### **6.4 Robustesse des métriques**

Afin de pouvoir effectuer des comparaisons fiables des équipements sur la base des métriques, ces dernières doivent être obtenues de façon strictement conforme à la documentation de l'UIT-T et aux documents normatifs cités dans les références.

Dès lors qu'il n'est pas possible d'appliquer pleinement la présente Recommandation pour des raisons technologiques (par exemple, de nouvelles technologies peuvent ne pas être couvertes ou peuvent rendre la mise en œuvre de la mesure difficile), les fabricants peuvent indiquer une autre métrique. Les mesures correspondantes doivent être clairement identifiées et différenciées de celles obtenues au moyen des méthodes de mesures normalisées.

### **6.5 Métriques et modularité des équipements**

Les équipements de télécommunication sont généralement disponibles sous deux formats: fixe et modulaire. Dans le second cas, ils peuvent être configurés de diverses façons, ce qui peut avoir une incidence sur leur indice d'efficacité. Dans le cadre de la présente Recommandation, pour ce qui est de la modularité, il est recommandé d'adopter l'approche suivante:

- 1) Pour les systèmes de télécommunication modulaires, les métriques doivent être obtenues avec la configuration et les réglages les plus courants. Lorsque ces métriques sont décrites,

elles doivent être accompagnées de la configuration de l'équipement de télécommunication utilisée.

- 2) Les métriques pour les autres configurations des équipements de télécommunication peuvent être déduites à partir de celles obtenues avec des configurations partielles. Cette méthode est décrite dans les procédures de mesure pertinentes. (Par exemple, elle est appelée "méthode modulaire" dans [ATIS-0600015.02.2009] et "méthode alternative" dans [ETSI ES 203 215].)

## **7 Méthode générale d'évaluation**

### **7.1 Conditions ambiantes**

#### **7.1.1 Température**

Lors de l'évaluation de l'équipement, la température ambiante doit être de  $25 \pm 3^\circ\text{C}$ . L'équipement doit fonctionner ou être en ligne à cette température de l'air pendant au moins trois heures avant l'évaluation. Aucun changement de la température ambiante n'est autorisé avant la fin de l'évaluation.

Pour certains types d'équipements, des mesures complémentaires sont nécessaires en vue d'évaluer l'efficacité énergétique à des températures plus hautes ou plus basses, tel qu'indiqué dans les exigences détaillées propres à l'équipement considéré.

#### **7.1.2 Humidité**

Lors de l'évaluation de l'équipement, l'humidité relative doit être comprise entre 30% et 75%.

#### **7.1.3 Pression atmosphérique**

Lors de l'évaluation de l'équipement, la pression doit être comprise entre 860 et 1 060 hPa. Aucun flux d'air orienté n'est autorisé, hormis pour le refroidissement ordinaire de la salle, du centre de données ou de la baie.

### **7.2 Conditions électriques**

#### **7.2.1 Tension DC**

La tension en courant continu (DC) qui alimente l'équipement doit être choisie entre  $-55,5$  et  $-52,5$  V ( $-54 \pm 1,5$  V).

#### **7.2.2 Tension et fréquence AC**

L'alimentation de l'équipement (toutes les sources actives) doit correspondre à la tension nominale spécifiée  $\pm 5\%$  et à la fréquence nominale spécifiée  $\pm 1\%$ . Si l'équipement peut fonctionner sous plusieurs tensions nominales, les mesures doivent être effectuées sous l'une de ces tensions spécifiées.

Un adaptateur courant alternatif/courant continu externe est considéré comme partie intégrante de l'équipement.

NOTE – L'UIT-T élabore actuellement des Recommandations relatives aux adaptateurs AC/DC; le cas échéant, l'adaptateur AC/DC devrait être conforme à ces Recommandations.

### **7.3 Exigences en matière de métrologie**

La ligne électrique de chaque source d'alimentation active devrait être munie d'un dispositif de mesure de puissance (courant) d'une précision souhaitée meilleure que  $\pm 1\%$  du niveau de puissance effectif. Le dispositif de mesure de puissance devrait inclure la correction du facteur de puissance (PF) sur les alimentations en courant alternatif. Dans le cas contraire, il sera nécessaire de relever aussi le facteur de puissance et de le consigner dans le rapport de mesure. Tous les calculs liés à la consommation d'énergie sont effectués à partir de la moyenne des multiples relevés effectués au cours de la mesure.

Les dispositifs de mesure de puissance devraient pouvoir fournir au moins 100 relevés régulièrement espacés au cours de chaque cycle complet d'évaluation.

Tous les instruments de mesure utilisés devraient être étalonnés par un institut de métrologie national homologué; leur étalonnage devrait être à jour et ils doivent fournir des mesures avec une tolérance meilleure que  $\pm 1\%$ .

- 1) Les sources d'énergie utilisées pour alimenter l'équipement évalué doivent pouvoir fournir au minimum 1,5 fois la puissance nominale de l'équipement considéré.
- 2) Les instruments de mesure de puissance (tels que les voltmètres, les ampèremètres ou les analyseurs de puissance) doivent avoir une résolution égale à 0,5% ou meilleure. Les instruments de mesure pour le courant alternatif doivent avoir les caractéristiques minimales suivantes:
  - i) la fréquence d'échantillonnage de la numérisation doit être supérieure ou égale à 40 kHz;
  - ii) la largeur de bande du circuit d'entrée doit être supérieure ou égale à 80 kHz;
  - iii) il doit être possible d'effectuer des relevés précis sur des signaux présentant un facteur de crête pouvant aller au minimum jusqu'à 5;
  - iv) le facteur de puissance doit être corrigé et relevé.

## **8 Format des rapports**

La présente Recommandation ne privilégie pas de format particulier pour les rapports. Les exigences générales applicables aux rapports d'évaluation figurent dans la norme [ISO/CEI 17025].

Cependant, il convient de noter que les résultats obtenus par cette méthode sont censés être reproductibles. C'est pourquoi, outre les mesures effectuées, le rapport doit contenir au minimum les informations suivantes:

- Les versions des logiciels, les révisions des cartes électroniques et les configurations des dispositifs de tous les équipements utilisés au cours de l'évaluation. Toute instruction envoyée à l'équipement en vue d'une reconfiguration statique ainsi que toute exécution de requêtes devraient être indiquées dans le rapport;
- les générateurs de trafic et les dispositifs de mesure associés, la tension réelle des sources d'alimentation et les conditions ambiantes du lieu où se déroule l'évaluation;
- les réglages utilisés pour l'évaluation doivent être décrits en détail, notamment la topologie, le choix de la structure de la charge appliquée et les tests effectués parmi un éventail de possibilités.

## **9 Equipements DSLAM, MSAN, GPON et GEPON**

### **9.1 Métrique applicable aux équipements DSLAM, MSAN, GPON et GEPON**

On trouvera dans le présent paragraphe la définition des métriques à l'échelle de l'équipement applicables aux multiplexeurs d'accès de ligne d'abonné numérique (DSLAM), aux nœuds d'accès multiservices (MSAN), aux équipements des réseaux optiques passifs gigabitaires (GPON) et aux équipements des réseaux optiques passifs Ethernet gigabitaires (GEPON). Ce paragraphe couvre en particulier:

- les équipements DSLAM;
- les équipements MSAN; et
- les équipements de terminaison de ligne optique (OLT) des réseaux GPON et GEPON.

Pour ces types d'équipements, la métrique la plus couramment utilisée est la grandeur  $P_{port}$ . L'unité fonctionnelle correspond alors au nombre de ports pour une charge donnée.

On suppose que cette métrique s'applique à une configuration entièrement équipée, en tenant compte des cartes de ligne utilisant la même technologie (par exemple, toutes les cartes ADSL2+ (émetteur-récepteur de ligne d'abonné numérique asymétrique 2 à largeur de bande étendue), toutes les cartes VDSL2 (ligne d'abonné numérique à très haut débit), toutes les cartes GPON, toutes les cartes POTS (service téléphonique classique)). De plus, ces cartes de ligne doivent correspondre à un même profil/état.

Les équipements munis de cartes de ligne fonctionnant dans des profils/états différents doivent être caractérisés par une valeur de métrique différente pour chaque profil/état.

$$P_{\text{port}} = P_{\text{EQ}} / N_{\text{ports}} \text{ [W/port]} \quad (9-1)$$

où:

$P_{\text{EQ}}$  est la puissance (en watts) d'un équipement de réseau filaire entièrement équipé dont toutes les cartes de ligne fonctionnent dans un même profil/état (par exemple, toutes les lignes d'abonné VDSL2 dans l'état L0, toutes les lignes d'abonné ADSL2+ dans l'état L2)

$N_{\text{ports}}$  est le nombre maximal de ports desservis par l'équipement de réseau large bande évalué.

## **9.2 Méthodes d'évaluation applicables aux équipements utilisant les technologies d'accès large bande**

On trouvera dans le présent paragraphe les procédures de mesure applicables aux technologies d'accès large bande fixe.

### **9.2.1 Equipements de réseau DSLAM et MSAN**

En ce qui concerne les méthodes d'évaluation, la configuration et les réglages de l'équipement, il convient d'appliquer la méthode figurant au paragraphe 5.2 de [ETSI ES 203 215], en tenant compte des modifications des conditions générales de mesure présentées au paragraphe 7 de la présente Recommandation.

### **9.2.2 Equipements de réseaux OLT GPON**

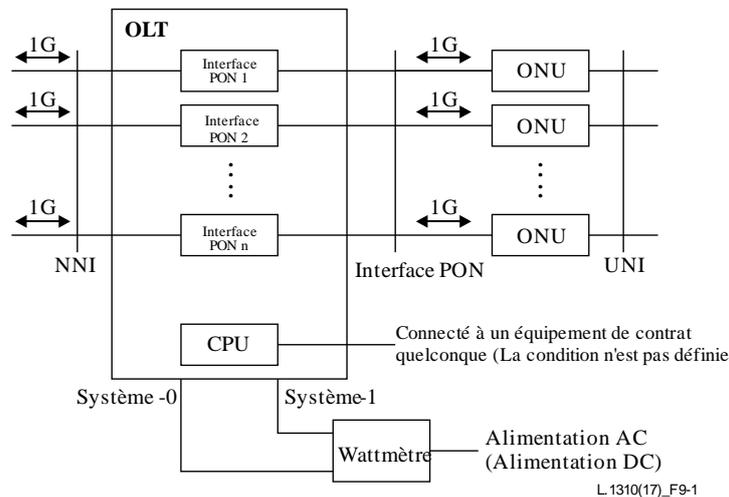
En ce qui concerne les méthodes d'évaluation, la configuration et les réglages de l'équipement, il convient d'appliquer la méthode figurant au paragraphe 5.2 de [ETSI ES 203 215], en tenant compte des modifications des conditions générales de mesure présentées au paragraphe 7 de la présente Recommandation.

### **9.2.3 Equipements de réseau OLT GEAPON**

Pour les terminaisons OLT, les débits du côté de l'interface réseau-réseau (NNI) et du côté du réseau optique passif (PON) sont tous les deux égaux à 1 Gbit/s. En ce qui concerne le facteur de charge, on utilisera les trois réglages suivants:

- 1) facteur de charge de 100%: un flux continu (ininterrompu) de trames de 64 octets
- 2) facteur de charge de 50%: un flux de trames de 512 octets, pendant 50% du temps
- 3) facteur de charge de 0%: aucun flux de trames.

En outre, lorsque l'on définit le facteur de charge, on se réfère à celui qui est spécifié du côté de l'entrée des données (interface NNI ou interface utilisateur-réseau (UNI)). Voir la Figure 9-1.



**Figure 9-1 – Description d'un équipement OLT GEPON**

$$P_{EQ} = (\text{puissance pour une charge de 100\%} + \text{puissance pour une charge de 50\%} + \text{puissance pour une charge de 0\%})/3 \quad (9-2)$$

## 10 Technologies d'accès hertzien

Les technologies d'accès hertzien couvrent les technologies d'accès radioélectrique suivantes: le système mondial de communications mobiles (GSM)/les débits de données améliorés pour l'évolution du système GSM (EDGE), l'accès multiple par répartition en code (CDMA), l'accès CDMA à bande étendue (WCDMA), l'interopérabilité mondiale pour l'accès hyperfréquences (WiMAX) et l'évolution à long terme (LTE).

Un réseau d'accès hertzien est constitué de plus d'un élément: une station de base radioélectrique (RBS), un contrôleur, etc.

Une station RBS est un élément de réseau desservant un ou plusieurs secteurs et possédant des interfaces radioélectriques avec des stations mobiles ainsi que des interfaces métalliques ou optiques avec une infrastructure de réseau hertzien (contrôleur de station de base (BSC), contrôleur de réseau radioélectrique (RNC) ou entité de gestion de la mobilité). Dans le cadre de la présente Recommandation, une station RBS peut désigner une station d'émission-réception de base (BTS) (pour les technologies GSM/EDGE et cdma2000), un nœud B (pour les technologies WCDMA et HSPA (accès haut débit en mode paquet)), un nœud B évolué (pour la technologie LTE) ou une station de base (pour la technologie WiMAX). La fonction de commande d'une station RBS comprend des interfaces avec le réseau central ou le simulateur de réseau central.

Etant donné que la station RBS est la principale source de consommation d'énergie dans un réseau d'accès hertzien, la présente Recommandation porte sur le calcul de l'efficacité énergétique d'une station RBS en ne tenant compte que de la consommation d'énergie de la station RBS lors de la définition de la puissance totale d'un réseau d'accès hertzien.

Dans la présente Recommandation, seule la métrique relative à la station RBS est examinée.

Toutefois, il sera aussi tenu compte des fonctionnalités situées à l'extérieur de la station RBS, dans le réseau central, étant donné qu'elles peuvent avoir une influence sur la puissance de la station RBS et sur son "unité utile".

Les profils d'utilisation des stations RBS correspondant aux charges faibles, moyennes et élevées ont été définis. Les cas correspondant au mode repos et à une charge maximale ont volontairement été omis pour les raisons suivantes:

- Le mode repos est un état rarement utilisé dans les réseaux radioélectriques concrets. Une station RBS émet au minimum sur un canal pilote et sur un canal de radiodiffusion.

- Lors de la conception d'un réseau, les cas de charge maximale sont généralement évités. Cela peut arriver quelques fois par an dans des circonstances exceptionnelles. Si la charge maximale est atteinte de manière régulière, l'opérateur procédera à une augmentation de capacité.
- La prise en compte d'autres modes augmenterait la complexité de l'évaluation et le temps nécessaire à sa réalisation, sans apporter d'informations supplémentaires importantes et sans avoir une grande incidence sur la consommation d'énergie moyenne.

### 10.1 Métriques applicables aux technologies d'accès hertzien

Les métriques pour les stations RBS sont définies en termes de couverture ou de trafic dans [ETSI TS 102 706].

On trouvera dans [ETSI TS 102 706] la définition de métriques qui ne dépendent pas du trafic et d'autres qui en dépendent, appelées respectivement méthodes de mesure statiques et dynamiques.

### 10.2 Méthodes d'évaluation applicables aux technologies d'accès hertzien

En ce qui concerne les méthodes d'évaluation, la configuration et les réglages de l'équipement, il convient d'appliquer la méthode figurant dans [ETSI TS 102 706], en tenant compte des modifications des conditions générales de mesure présentées au § 7.

## 11 Routeurs, commutateurs Ethernet

### 11.1 Métriques applicables aux routeurs et aux commutateurs Ethernet

Les métriques appliquées aux routeurs et aux commutateurs dépendent du débit total de l'équipement. Pour une explication concernant le débit total, les topologies et les configurations de trafic utilisées pour l'évaluation, se reporter à [ATIS-0600015.03.2013].

Le présent paragraphe traite des équipements appartenant aux catégories des routeurs d'entreprise, de fournisseur de services et de succursale ainsi que des équipements de commutation Ethernet.

La métrique proposée est:

$$EER = D_i/P_w \quad [\text{Mbit/s/W}] \quad (11-1)$$

où:

$D_i$  est le débit pondéré

$P_w$  est la puissance pondérée (niveau de consommation d'énergie)

$$D_i = a \times D_{u1} + b \times D_{u2} + c \times D_{u3} \quad (11-2)$$

$$P_w = a \times P_{u1} + b \times P_{u2} + c \times P_{u3} \quad (11-3)$$

où:

(a, b, c) = coefficients de pondération des niveaux d'utilisation, avec  $a + b + c = 1$ ; voir les Tableaux 11.1 et 11.2

( $P_{u1}$ ,  $P_{u2}$ ,  $P_{u3}$ ) = puissances mesurées pour les niveaux d'utilisation respectifs

( $D_{u1}$ ,  $D_{u2}$ ,  $D_{u3}$ ) = débits mesurés pour les niveaux d'utilisation respectifs; voir les Tableaux 11.1 et 11.2

**Tableau 11.1 – Définitions des classes, paramètres pour le calcul de l'indice EER et profils de charge applicables aux équipements de routage**

Classe	Utilisation représentative	Taux d'utilisation pour les mesures de la consommation d'énergie u1, u2, u3	Coefficients de pondération a, b, c	Profil de trafic IMIX simple
Routeur d'accès	1-3%	0, 10, 100	a=0,1, b=0,8, c=0,1	(IPv4)
Routeur périphérique	3-6%	0, 10, 100	a=0,1, b=0,8, c=0,1	IPv4/6/MPLS
Routeur principal	20-30%	0, 30, 100	a=0,1, b=0,8, c=0,1	IPv4/6/MPLS

**Tableau 11.2 – Définitions des classes, paramètres pour le calcul de l'indice EER et profils de charge applicables aux équipements de commutation Ethernet**

Classe	Utilisation représentative	Taux d'utilisation pour les mesures de la consommation d'énergie u1, u2, u3	Coefficients de pondération a, b, c	Profil de trafic IMIX simple, monodiffusion
Accès	1-3%	0, 10, 100	a=0,1, b=0,8, c=0,1	Ethernet
Accès à haut débit	5-8%	0, 10, 100	a=0,1, b=0,8, c=0,1	Ethernet
Distribution/ Concentration	10-15%	0, 10, 100	a=0,1, b=0,8, c=0,1	Ethernet
Central	15-20%	0, 30, 100	a=0,1, b=0,8, c=0,1	Ethernet
Centre de données	12-18%	0, 30, 100	a=0,1, b=0,8, c=0,1	Ethernet

On trouvera une méthode d'évaluation complète dans [ATIS-0600015.03.2013]. Les coefficients de pondération a, b et c sont déterminés par [ATIS-0600015.03.2013] sur la base de la répartition moyenne du trafic au cours d'une journée.

## 11.2 Méthodes d'évaluation applicables aux routeurs et aux commutateurs par paquets (Ethernet, MPLS, etc.)

En ce qui concerne les méthodes d'évaluation, la configuration et les réglages de l'équipement, il convient d'appliquer la méthode figurant dans [ATIS-0600015.03.2013], en tenant compte des modifications des conditions générales de mesure présentées au § 7.

## 12 Métrique d'efficacité énergétique applicable aux petits dispositifs de réseau

### 12.1 Métriques applicables aux petits dispositifs de réseau

La métrique utilisée dans le cas des petits dispositifs de réseau destinés à être utilisés par des particuliers ou des petites entreprises est:

$$EER = \frac{0,35D_{repos} + 0,5D_{faiblepuissance} + 0,15D_{Maximum}}{0,35P_{repos} + 0,5P_{faiblepuissance} + 0,15P_{Maximum}} \quad (\text{Mbit/s/W}) \quad (12-1)$$

Pour les interfaces dont le débit (D) dépend de la distance, on le définit comme suit:

$$D = 0,5(D_{20\% \text{ de la distance maximale}} + D_{80\% \text{ de la distance maximale}}) \quad (12-2)$$

**Débit:** Pour les petits équipements de réseau, débit de données maximal sans coupure entre les ports de réseau étendu (WAN) et ceux de réseau local (LAN) dans le sens de l'entrée.

**Vitesse/débit de ligne:** Pour les petits équipements de réseau, nombre maximal possible de bits émis/reçus.

Il convient de faire la moyenne de la puissance sur des périodes de cinq minutes, en effectuant une mesure toutes les 30 secondes. Lorsque le mode repos est actif, le ping IP doit être envoyé au moyen de l'interface utilisateur.

## **12.2 Méthodes d'évaluation applicables aux petits dispositifs de réseau**

La méthode de référence qu'il convient d'utiliser afin de mesurer le débit maximal figure au paragraphe 6.4.1 de [ATIS-0600015.03.2013] pour les configurations des types "réseau/liaison montante" et "accès/liaison descendante".

Conformément au paragraphe 6.5 de [ATIS-0600015.03.2013], la méthode d'évaluation est la suivante:

### **Etape 1: Homologation**

Les petits équipements de réseau doivent être évalués conformément à la méthode décrite au paragraphe 6.5.1 de [ATIS-0600015.03.2013].

### **Etape 2: Pleine charge**

Les petits équipements de réseau doivent être évalués conformément à la méthode décrite au paragraphe 6.5.2 de [ATIS-0600015.03.2013].

### **Etape 3: Utilisation**

Cette étape, décrite dans [ATIS-0600015.03.2013], ne s'applique pas aux petits équipements de réseau.

### **Etape 4: Charge en mode repos**

Les petits équipements de réseau doivent être évalués conformément à la méthode décrite au paragraphe 6.5.3 de [ATIS-0600015.03.2009].

### **Etape 5: Faible puissance (veille)**

Suivant la mise en œuvre, le mode de faible puissance (veille) doit être activé. La puissance sera mesurée et relevée pendant 15 minutes suite à l'activation de ce mode, puis on calculera la puissance moyenne et on la reportera dans l'Equation 12-1.

Le fabricant doit spécifier les modalités d'activation du mode faible puissance (veille), par exemple, la déconnexion du port LAN.

La modalité d'activation utilisée sera indiquée dans le rapport d'évaluation.

## **13 Multiplexeurs et commutateurs de transport WDM/MRT/OTN**

### **13.1 Métriques applicables aux multiplexeurs et commutateurs de transport WDM/MRT/OTN**

Les métriques applicables aux équipements de transport, à l'exception des équipements hyperfréquences, sont définies dans [ATIS-0600015.02.2009].

### **13.2 Méthodes d'évaluation applicables aux multiplexeurs et commutateurs de transport WDM/MRT/OTN**

En ce qui concerne les méthodes d'évaluation, la configuration et les réglages de l'équipement, il convient d'appliquer la méthode figurant dans [ATIS-0600015.02.2009], en tenant compte des modifications des conditions générales de mesure présentées au paragraphe 7 de la présente Recommandation.

## **14 Equipements optiques en mode paquet postconvergence**

### **14.1 Métriques applicables aux équipements optiques en mode paquet postconvergence**

Les métriques applicables aux équipements optiques en mode paquet postconvergence pourvus de fonctions de signaux en paquets et de signaux MRT sont définies dans l'Annexe A.

Les métriques applicables aux équipements optiques en mode paquet postconvergence pourvus de fonctions de signaux en paquets, de signaux MRT et de signaux à multiplexage par répartition en longueur d'onde (WDM) sont définies dans l'Annexe B.

### **14.2 Méthodes d'évaluation applicables aux équipements optiques en mode paquet postconvergence**

#### **14.2.1 Méthodes d'évaluation applicables aux équipements optiques en mode paquet postconvergence pourvus de fonctions de signaux en paquets et de signaux MRT**

En ce qui concerne les méthodes d'évaluation, la configuration et les réglages de l'équipement, il convient d'appliquer la méthode décrite dans l'Annexe A, en tenant compte des modifications des conditions générales de mesure présentées au § 7.

#### **14.2.2 Méthodes d'évaluation applicables aux équipements optiques en mode paquet postconvergence pourvus de fonctions de signaux en paquets, de signaux MRT et de signaux WDM**

En ce qui concerne les méthodes d'évaluation, la configuration et les réglages de l'équipement, il convient d'appliquer la méthode décrite dans l'Annexe B, en tenant compte des modifications des conditions générales de mesure présentées au § 7.

## Annexe A

### Métriques et méthodes de mesure applicables aux équipements optiques en mode paquet postconvergence pourvus de fonctions de signaux en paquets et de signaux MRT

(Cette annexe fait partie intégrante de la présente Recommandation.)

#### A.1 Définition de l'équipement

Les équipements optiques en mode paquet postconvergence du type I désignent une catégorie d'équipements de transport qui acheminent (commutent) des types de signaux variés tels que des signaux en paquets et des signaux MRT.

Ces types de signaux sont définis comme suit:

**Signaux en paquets:** Signaux contenant une adresse MAC (commande d'accès au support) relayée par la couche 2 du modèle OSI de l'ISO (couche de liaison de données), une adresse IP relayée par la couche 3 du modèle OSI de l'ISO (couche réseau) ou une étiquette accompagnée d'informations de routage.

**Signaux MRT:** Signaux MRT tels que les signaux STM-n (module de transport synchrone de niveau n), les signaux OC-n (porteuse optique de niveau n) et les signaux OTU-n (unité de transport optique de niveau n), définis dans un réseau SDH (hiérarchie numérique synchrone), SONET (réseau optique synchrone) ou OTN (réseau de transport optique), ainsi que les signaux analogiques acheminant de l'image ou de la voix sur des lignes téléphoniques.

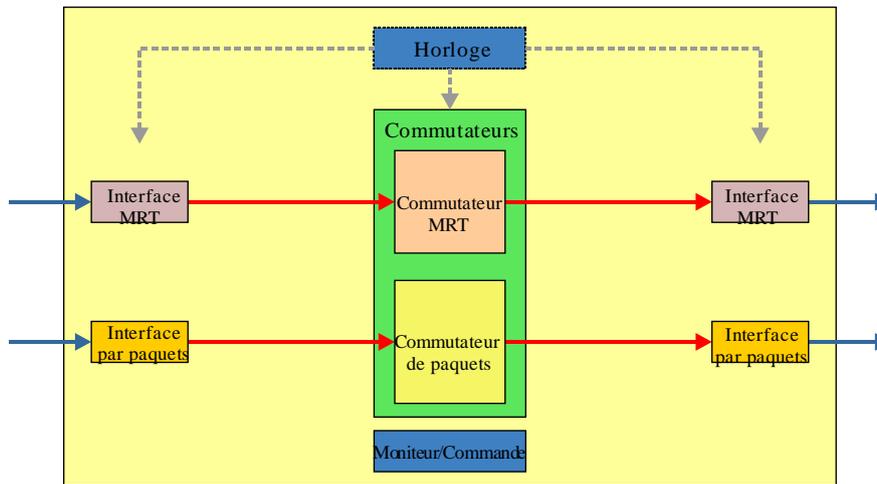
La présente Recommandation couvre les quatre modèles de configuration suivants.

**Modèle I:** configuration dans laquelle les signaux MRT et les signaux en paquets sont commutés de façon indépendante dans les deux sens.

**Modèle II:** configuration dans laquelle certains signaux MRT sont convertis en paquets et commutés par le commutateur de paquets, et certains signaux en paquets sont dépaquetés et commutés par le commutateur MRT.

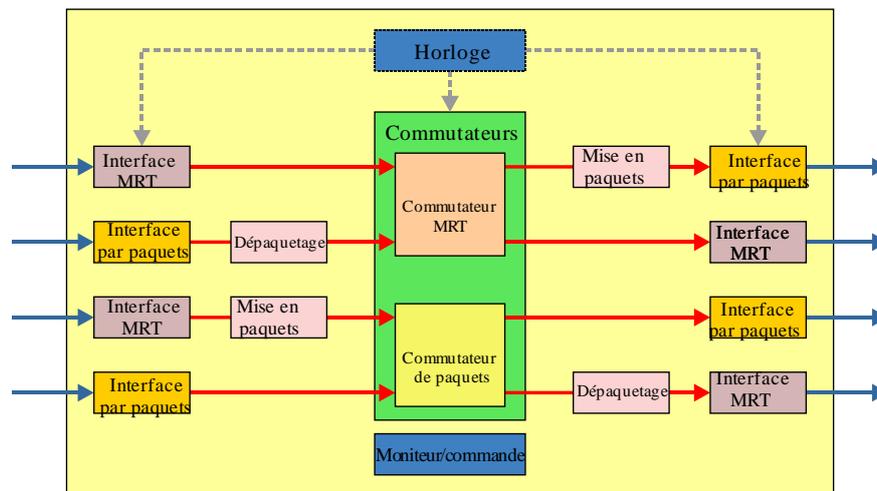
**Modèle III:** configuration dans laquelle tous les signaux MRT sont convertis en paquets et commutés par le commutateur de paquets.

**Modèle IV:** configuration dans laquelle tous les signaux en paquets sont dépaquetés et commutés par le commutateur MRT.



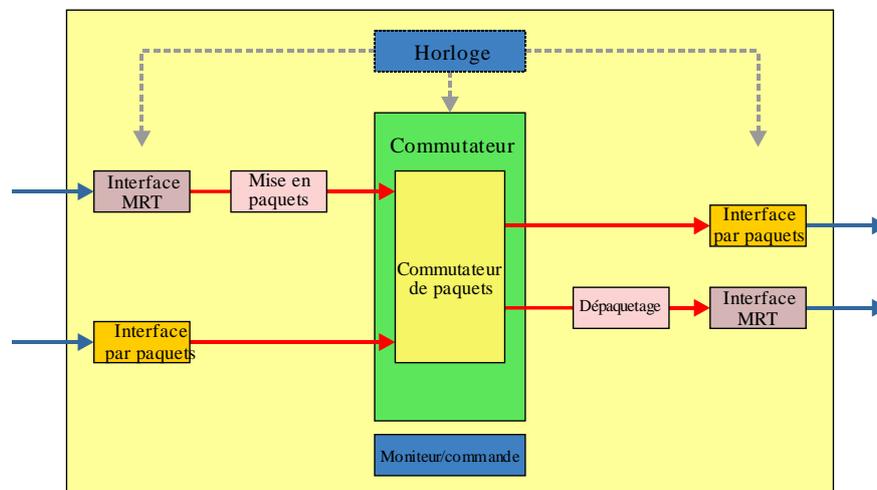
L.1310(14)\_FA.1

**Figure A.1 – Configuration d'équipements optiques en mode paquet postconvergence du type I (Modèle I)**



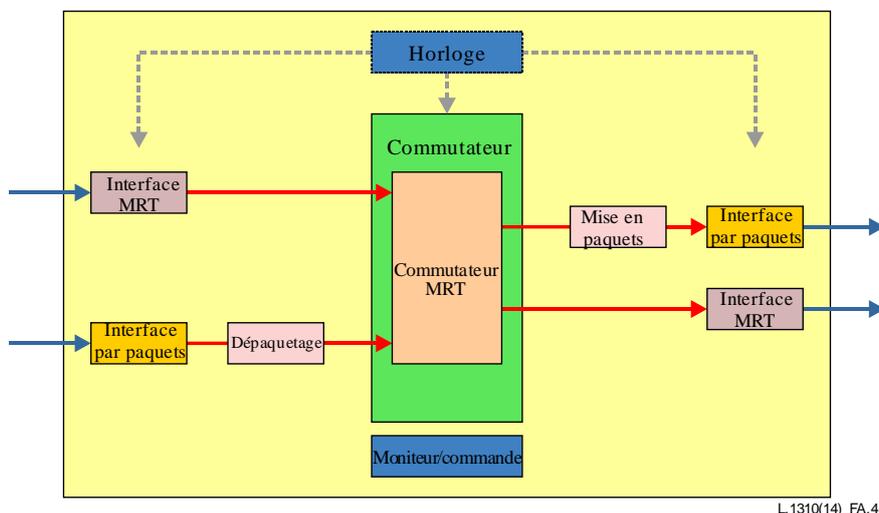
L.1310(14)\_FA.2

**Figure A.2 – Configuration d'équipements optiques en mode paquet postconvergence du type I (Modèle II)**



L.1310(14)\_FA.3

**Figure A.3 – Configuration d'équipements optiques en mode paquet postconvergence du type I (Modèle III)**



L.1310(14)\_FA.4

**Figure A.4 – Configuration d'équipements optiques en mode paquet postconvergence du type I (Modèle IV)**

## A.2 Métriques de l'efficacité énergétique

Les métriques utilisées pour les équipements en mode paquet postconvergence doivent correspondre au rapport entre le débit maximal et la consommation d'énergie moyenne.

La métrique (indice d'efficacité énergétique des télécommunications (TEER)) choisie par l'ATIS (Alliance for Telecommunications Industry Solutions) pour les équipements de transport est la suivante:

$$\begin{aligned} \text{TEER}_{\text{CERT}} &= D_{\text{TEER}} / P_{\text{TEER-CERT}} \\ &= \Sigma D_i / \{(P_{\text{CERT-0}} + P_{\text{CERT-50}} + P_{\text{CERT-100}})/3\} \end{aligned} \quad (\text{A-1})$$

où:

$\text{TEER}_{\text{CERT}}$ : indice TEER certifié, mesuré pour une configuration déterminée

$D_{\text{TEER}}$ : débit de données total (bit/s)

$P_{\text{TEER-CERT}}$ : consommation d'énergie mesurée (W)

$D_i$ : débit de données (bit/s) à l'interface  $i$

$P_{\text{CERT-0}}$ : consommation d'énergie mesurée (W) pour une utilisation du trafic de données de 0%

$P_{\text{CERT-50}}$ : consommation d'énergie mesurée (W) pour une utilisation du trafic de données de 50%

$P_{\text{CERT-100}}$ : consommation d'énergie mesurée (W) pour une utilisation du trafic de données de 100%

Pour les équipements optiques en mode paquet postconvergence pourvus de fonctions par paquets et de fonctions MRT, des cartes d'interface sont ajoutées selon le volume de données utilisées. Ainsi, en général:

$$(P_{\text{CERT-0}} + P_{\text{CERT-50}} + P_{\text{CERT-100}})/3 \doteq (P_{\text{CERT-0}} + P_{\text{CERT-100}})/2 \quad (\text{A-2})$$

Par conséquent, en pratique, l'indice  $\text{TEER}_{\text{CERT}}$  des équipements optiques en mode paquet postconvergence doit être le suivant:

$$\begin{aligned} \text{TEER}_{\text{CERT}} &= \Sigma D_i / \{(P_{\text{CERT-0}} + P_{\text{CERT-100}})/2\} \\ &= \text{Débit maximal/consommation d'énergie moyenne} \end{aligned} \quad (\text{A-3})$$

- a) Débit maximal d'un équipement optique en mode paquet postconvergence du type I

$$= \sqrt{(A^2 + B^2)/2} \quad (\text{A-4})$$

où:

A: débit maximal (Gbit/s) des fonctions par paquets  
(vitesse d'un port (Gbit/s) × nombre de ports × nombre d'intervalles)

B: débit maximal (Gbit/s) des fonctions MRT  
(vitesse d'un port (Gbit/s) × nombre de ports × nombre d'intervalles)

- b) Consommation d'énergie moyenne d'un équipement optique en mode paquet postconvergence du type I

$$= (P_{\text{repos}} + P_{\text{max}}) / 2 \quad (\text{A-5})$$

où:

$P_{\text{repos}}$ : consommation d'énergie (W) de l'équipement complet en l'absence de débit de données dans le cas d'une configuration avec le nombre minimal de composants et de trajets

$P_{\text{max}}$ : consommation d'énergie (W) de l'équipement complet pendant la transmission d'un signal principal dans le cas d'une configuration avec le nombre maximal de composants

La métrique pour les équipements optiques en mode paquet postconvergence du type I est:

$$\text{EER} = \sqrt{(A^2 + B^2)/2} / \{(P_{\text{repos}} + P_{\text{max}}) / 2\} \quad (\text{A-6})$$

### A.3 Méthode de mesure

Le présent paragraphe définit les procédures de mesure applicables aux équipements optiques postconvergence du type I.

- a) Interface

- i) Choix de l'interface

Choisir l'interface pour laquelle la capacité de transmission, calculée à l'aide de la formule ci-après, est maximale pour les signaux en paquets ou pour les signaux MRT.

Capacité de transmission: vitesse d'un port (Gbit/s) × nombre de ports × nombre d'intervalles

- ii) Combinaisons des fonctions

Pour l'interface MRT et l'interface par paquets, il convient d'effectuer les mesures en choisissant l'une des combinaisons configurables suivantes pour l'interface NNI et l'interface utilisateur-réseau (UNI):

- MRT (NNI), MRT (UNI)
- MRT (NNI), paquets (UNI)
- paquets (NNI), MRT (UNI)
- paquets (NNI), paquets (UNI)

Choisir la combinaison pour laquelle le débit maximal sera atteint, respectivement pour la fonction MRT et pour la fonction par paquets.

- iii) Configuration de l'interface lors de la mesure de  $P_{\text{max}}$

Utiliser l'interface choisie au point i) et la configurer de sorte que le nombre d'intervalles ou de ports utilisés soit maximal.

iv) Configuration de l'interface lors de la mesure de  $P_{\text{repos}}$

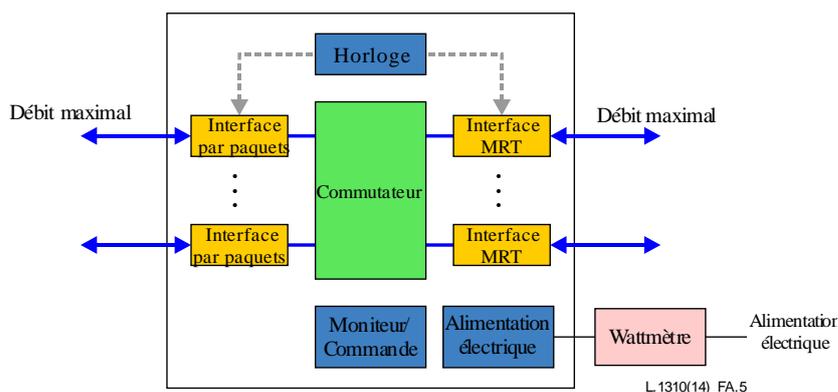
Utiliser l'interface choisie au point i) et la configurer de sorte qu'un seul intervalle et un seul port d'entrée/sortie soient utilisés.

Dans le cas des modèles en anneau, il convient d'adopter un réglage avec un seul trajet ou de convertir le résultat en une configuration utilisant un seul intervalle et un seul port.

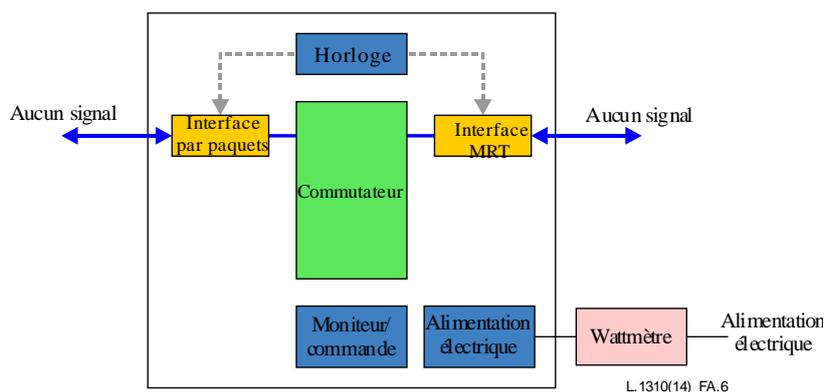
v) Configuration pour la redondance

L'interface ne fait l'objet d'aucune spécification. Lors de l'utilisation d'une interface, il convient de calculer la capacité de transmission en considérant l'interface redondante comme faisant partie de l'unité principale.

Les composants communs ne font l'objet d'aucune spécification (il est possible qu'il n'y ait pas de composants communs).



**Figure A.5 – Exemple d'une configuration avec le nombre maximal de composants pour la mesure de  $P_{\text{max}}$**



**Figure A.6 – Exemple d'une configuration avec le nombre minimal de composants et de trajets pour la mesure de  $P_{\text{repos}}$**

b) Charge de transmission

i) Charge de transmission lors de la mesure de  $P_{\text{max}}$

Débit maximal lorsque la configuration correspond à la capacité maximale

ii) Charge de transmission lors de la mesure de  $P_{\text{repos}}$

Etat de non-transmission lorsque la configuration correspond au nombre de trajets minimal et à la capacité minimale

- c) Conditions ambiantes  
Les conditions ambiantes sont définies au § 7.
- d) Tension au cours de l'évaluation  
La tension au cours de l'évaluation est définie au § 7.
- e) Nombre d'équipements évalués  
Le nombre d'équipements évalués n'est pas spécifié. Toutefois, si l'évaluation porte sur plusieurs équipements, il conviendra d'indiquer la valeur moyenne.
- f) Nombre de mesures  
Le nombre de mesures n'est pas spécifié. Toutefois, si plusieurs relevés sont effectués, il conviendra d'indiquer la valeur moyenne.
- g) Précision des mesures  
Non spécifié.

## Annexe B

### Métriques et méthodes de mesure applicables aux équipements optiques en mode paquet postconvergence pourvus de fonctions de signaux en paquets, de signaux MRT et de signaux WDM

(Cette annexe fait partie intégrante de la présente Recommandation.)

#### B.1 Définition de l'équipement

Les équipements optiques en mode paquet postconvergence du type II désignent une catégorie d'équipements de transport qui acheminent (commutent) des types de signaux variés tels que des signaux en paquets, des signaux MRT et des signaux WDM.

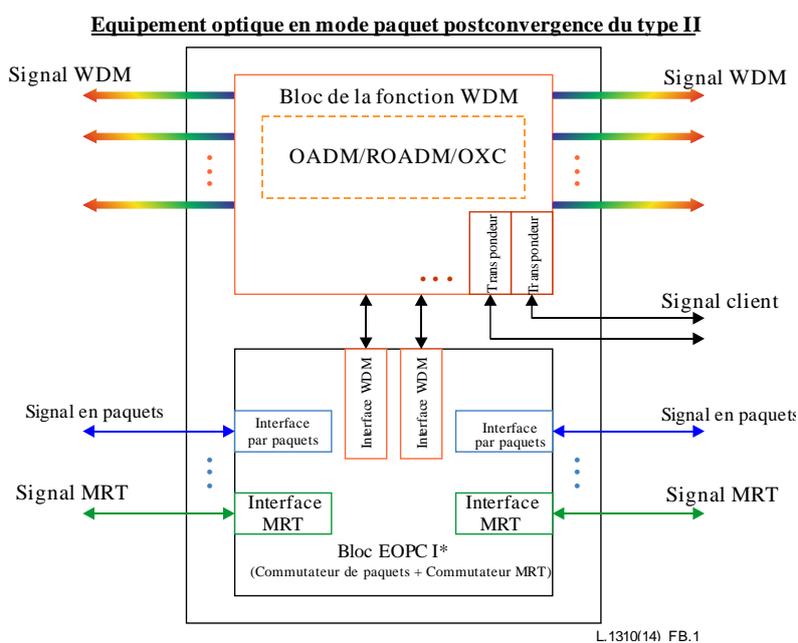
Ces types de signaux sont définis comme suit:

**Signaux en paquets:** Signaux contenant une adresse MAC relayée par la couche 2 du modèle OSI de l'ISO (couche de liaison de données), une adresse IP relayée par la couche 3 du modèle OSI de l'ISO (couche réseau) ou une étiquette accompagnée d'informations de routage.

**Signaux MRT:** Signaux MRT tels que les signaux STM-n, les signaux OC-n et les signaux OTU-n, définis dans un réseau SDH, SONET ou OTN, ainsi que les signaux analogiques acheminant de l'image ou de la voix sur des lignes téléphoniques.

**Signaux WDM:** Signaux WDM formés à partir du multiplexage de plusieurs signaux optiques ayant différentes longueurs d'onde.

La présente Annexe couvre le modèle de configuration suivant:



EOPC I\*: Equipement optique en mode paquet postconvergence du type I

**Figure B.1 – Configuration des équipements optiques en mode paquet postconvergence du type II**

Les équipements optiques en mode paquet postconvergence du type II peuvent être formés de plusieurs équipements optiques en mode paquet postconvergence du type I.

## B.2 Métriques de l'efficacité énergétique

Les métriques utilisées pour les équipements optiques en mode paquet postconvergence doivent correspondre au rapport entre le débit maximal et la consommation d'énergie moyenne.

La métrique (TEER) choisie par l'ATIS pour les équipements de transport est la suivante:

$$\begin{aligned} \text{TEER}_{\text{CERT}} &= D_{\text{TEER}} / P_{\text{TEER-CERT}} \\ &= \sum D_i / \{(P_{\text{CERT-0}} + P_{\text{CERT-50}} + P_{\text{CERT-100}})/3\} \end{aligned} \quad (\text{B-1})$$

où:

$\text{TEER}_{\text{CERT}}$ : indice TEER certifié, mesuré pour une configuration déterminée

$D_{\text{TEER}}$ : débit de données total (bit/s)

$P_{\text{TEER-CERT}}$ : consommation d'énergie mesurée (W)

$D_i$ : débit de données (bit/s) à l'interface  $i$

$P_{\text{CERT-0}}$ : consommation d'énergie mesurée (W) pour une utilisation du trafic de données de 0%

$P_{\text{CERT-50}}$ : consommation d'énergie mesurée (W) pour une utilisation du trafic de données de 50%

$P_{\text{CERT-100}}$ : consommation d'énergie mesurée (W) pour une utilisation du trafic de données de 100%

Pour les équipements optiques en mode paquet postconvergence pourvus de fonctions par paquets, de fonctions MRT et de fonctions WDM, des cartes d'interface sont ajoutées selon le volume de données utilisées. Ainsi, en général:

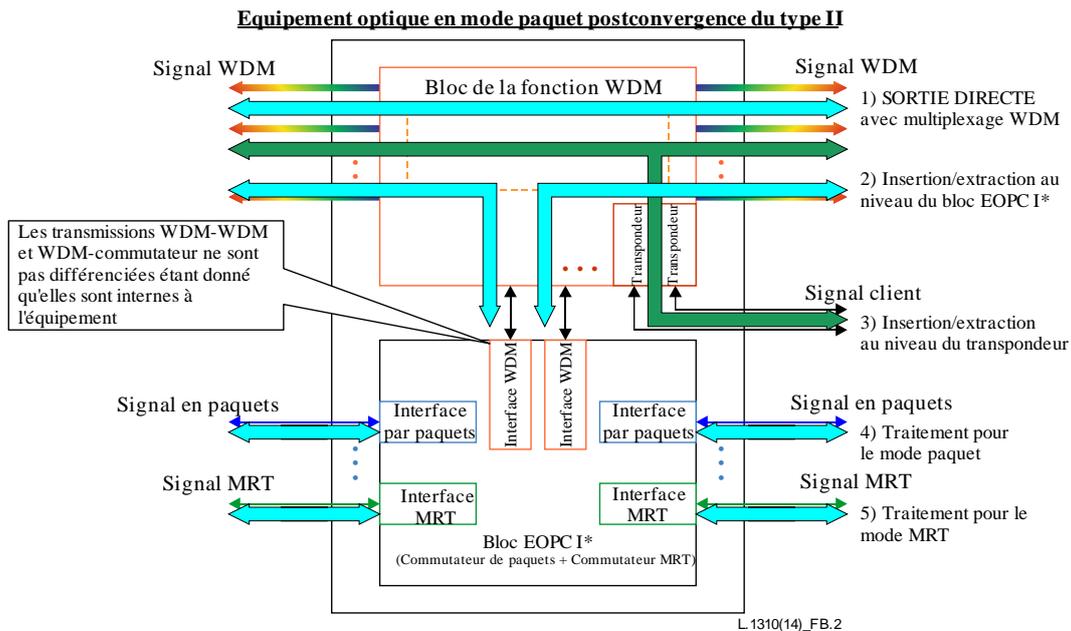
$$(P_{\text{CERT-0}} + P_{\text{CERT-50}} + P_{\text{CERT-100}})/3 \doteq (P_{\text{CERT-0}} + P_{\text{CERT-100}})/2 \quad (\text{B-2})$$

Par conséquent, en pratique, l'indice  $\text{TEER}_{\text{CERT}}$  des équipements optiques en mode paquet postconvergence pourvus d'une fonction de signaux WDM doit être le suivant:

$$\begin{aligned} \text{TEER}_{\text{CERT}} &= \sum D_i / \{(P_{\text{CERT-0}} + P_{\text{CERT-100}})/2\} \\ &= \text{Débit maximal/consommation d'énergie moyenne} \end{aligned} \quad (\text{B-3})$$

a) Débit maximal d'un équipement optique en mode paquet postconvergence du type II

La structure du trafic d'un équipement optique en mode paquet postconvergence est la suivante:



EOPC I\*: Equipement optique en mode paquet postconvergence du type I

**Figure B.2 – Définition du débit des équipements optiques en mode paquet postconvergence du type II**

**Tableau B.1 – Caractéristiques du trafic pour les équipements optiques en mode paquet postconvergence utilisées dans le calcul des débits**

Trajet	Débit utilisé pour le calcul du facteur de qualité	Remarques
1) Transmis en mode WDM (inchangé)	–	Non pris en compte puisque la consommation d'énergie des sous-systèmes OADM/ROADM/OXC est faible
2) Insertion/extraction d'un signal WDM au niveau du commutateur de paquets ou du commutateur MRT	Débit du signal WDM (C) × Débit d'insertion/extraction ( $\alpha$ )	
3) Insertion/extraction d'un signal WDM au niveau du transpondeur	–	Non pris en compte puisqu'il ne s'agit pas d'une fonction principale des équipements optiques en mode paquet postconvergence du type II
4) Traitement en mode paquet	Débit du signal en paquets (A)	
5) Traitement en mode MRT	Débit du signal MRT (B)	

où:

A: débit maximal (Gbit/s) des fonctions par paquets  
(vitesse d'un port (Gbit/s) × nombre de ports × nombre d'intervalles)

B: débit maximal de la fonction MRT (Gbit/s)  
(vitesse d'un port (Gbit/s) × nombre de ports × nombre d'intervalles)

- C: débit maximal de la fonction WDM (Gbit/s)  
(vitesse d'un port (Gbit/s) × nombre de ports × nombre d'intervalles)
- $\alpha$ : débit d'insertion/extraction de la fonction WDM

Le débit d'insertion/extraction sera amené à changer en fonction de l'état de fonctionnement. Il est souhaité que la capacité maximale de l'équipement soit atteinte pour  $\alpha = 1$ .

Afin d'utiliser au mieux les fonctionnalités d'un équipement optique en mode paquet postconvergence du type II, il convient d'utiliser une configuration dans laquelle le trafic des signaux WDM passant dans l'équipement optique en mode paquet postconvergence du type I est maximal et pour laquelle A, B, C et  $\alpha$  vérifient l'équation  $C \times \alpha = A + B$ .

NOTE – Pour davantage de détails concernant les formules, voir [b-Ecology Guideline].

- Débit maximal pour un équipement optique en mode paquet postconvergence pourvu de fonctions par paquets, de fonctions MRT et de fonctions WDM.

$$\text{Débit maximal} = \sqrt{[A^2 + B^2 + (C \times \alpha)^2]/3} \quad (\text{B-4})$$

Par ailleurs, si les fonctions par paquets ou les fonctions MRT ne sont pas prises en charge, il convient d'appliquer les formules suivantes:

- Débit maximal pour un équipement optique en mode paquet postconvergence pourvu de fonctions par paquets et de fonctions WDM.

$$\text{Débit maximal} = \sqrt{[A^2 + (C \times \alpha)^2]/2} \quad (\text{B-5})$$

- Débit maximal pour un équipement optique en mode paquet postconvergence pourvu de fonctions de signaux MRT et de signaux WDM.

$$\text{Débit maximal} = \sqrt{[B^2 + (C \times \alpha)^2]/2} \quad (\text{B-6})$$

- b) Consommation d'énergie moyenne pour un équipement optique en mode paquet postconvergence du type II

$$= (P_{\text{repos}} + P_{\text{max}}) / 2 \quad (\text{B-7})$$

où:

$P_{\text{repos}}$ : consommation d'énergie (W) de l'équipement complet en l'absence de débit de données dans le cas d'une configuration avec le nombre minimal de composants et de trajets (sous-système WDM: une seule longueur d'onde, fréquence maximale (par exemple: 1 onde × 100 Gbit/s))

$P_{\text{max}}$ : consommation d'énergie (W) de l'équipement complet pendant la transmission d'un signal principal dans le cas d'une configuration avec le nombre maximal de composants (sous-système WDM: toutes les longueurs d'onde, fréquence maximale (par exemple: 80 ondes × 100 Gbit/s))

La mesure de la consommation d'énergie moyenne doit être effectuée à partir de la consommation d'énergie dans le cas d'une configuration correspondant à la capacité de transmission maximale.

La métrique pour les équipements optiques en mode paquet postconvergence du type II est:

$$\text{EER} = \sqrt{[A^2 + B^2 + (C \times \alpha)^2]/3} / \{(P_{\text{repos}} + P_{\text{max}})/2\} \quad (\text{B-8})$$

### B.3 Méthode de mesure

Le présent paragraphe définit les procédures de mesure applicables aux équipements optiques postconvergence du type II.

a) Interface

i) Choix de l'interface

Choisir l'interface pour laquelle le débit du sous-système WDM ( $C \times \alpha$ ) est équivalent à la somme des débits des sous-systèmes paquets et MRT ( $A+B$ ) et, dans la mesure du possible, au niveau de laquelle des signaux WDM sont insérés/extraits.

ii) Combinaisons des fonctions

Pour l'interface MRT, l'interface par paquets et l'interface WDM, il convient d'effectuer les mesures en choisissant l'une des combinaisons configurables suivantes pour les interfaces NNI et UNI:

- WDM (NNI), MRT et paquets (UNI)
- WDM (NNI), MRT (UNI)
- WDM (NNI), paquets (UNI)

iii) Configuration de l'interface lors de la mesure de  $P_{\max}$

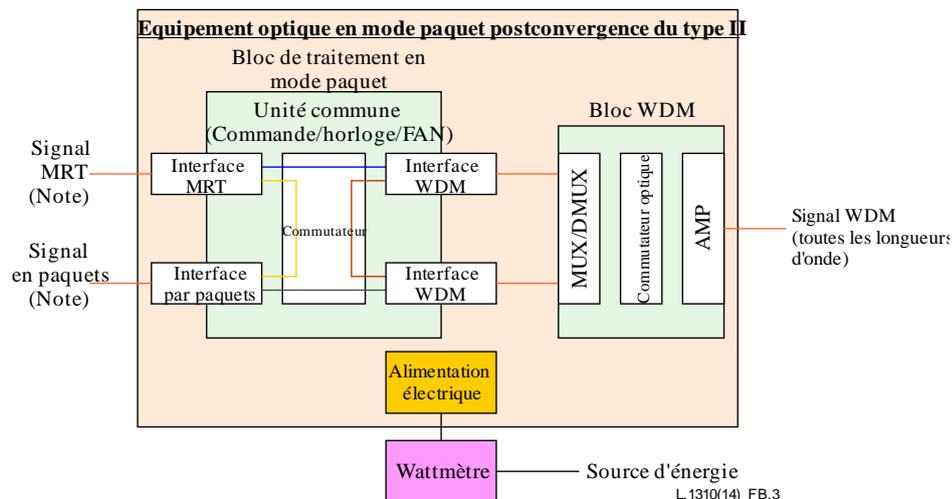
Utiliser l'interface choisie au point i) et la configurer de sorte que le débit soit maximal.

iv) Configuration de l'interface lors de la mesure de  $P_{\text{repos}}$

Utiliser l'interface choisie au point i) et la configurer afin d'utiliser un seul trajet avec le sous-système WDM.

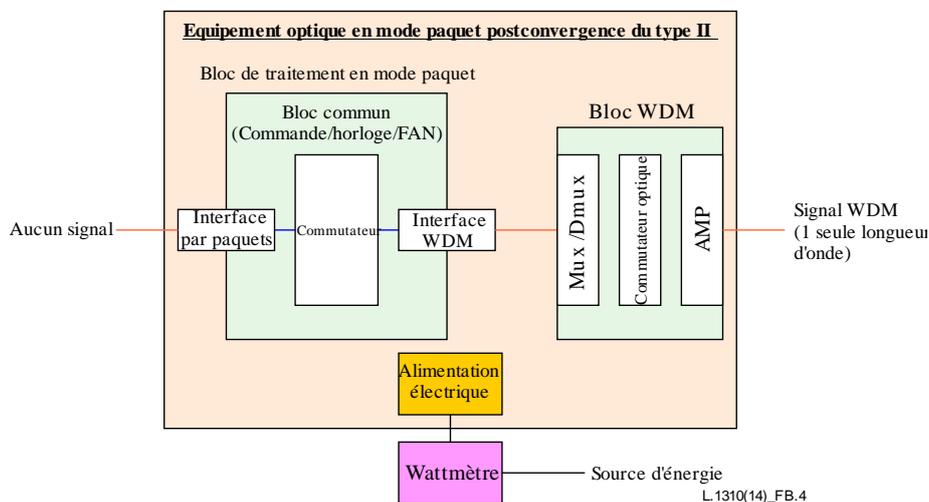
v) Configuration pour la redondance

L'interface ne fait l'objet d'aucune spécification lorsqu'elle est configurée pour la redondance. Dans ce cas, il convient de calculer le facteur de qualité en considérant l'interface redondante comme faisant partie de l'unité principale.



NOTE – Les débits des fonctions MRT et des fonctions par paquets sont à leur maximum et tous les signaux WDM peuvent être insérés/extraits.

**Figure B.3 – Exemple d'une configuration avec le nombre maximal de composants pour la mesure de  $P_{\max}$**



**Figure B.4 – Exemple d'une configuration avec le nombre minimal de composants et de trajets pour la mesure de  $P_{\text{repos}}$**

- b) Charge de transmission
  - i) Charge de transmission lors de la mesure de  $P_{\text{max}}$   
Débit maximal lorsque la configuration correspond à la capacité maximale
  - ii) Charge de transmission lors de la mesure de  $P_{\text{repos}}$   
Etat de non-transmission lorsque la configuration correspond au nombre de trajets minimal et à la capacité minimale
- c) Conditions ambiantes  
Les conditions ambiantes sont définies au § 7.
- d) Tension au cours de l'évaluation  
La tension au cours de l'évaluation est définie au § 7.
- e) Nombre d'équipements évalués  
Le nombre d'équipements évalués n'est pas spécifié. Toutefois, si l'évaluation porte sur plusieurs équipements, il conviendra d'indiquer la valeur moyenne.
- f) Nombre de mesures  
Le nombre de mesures n'est pas spécifié. Toutefois, si plusieurs relevés sont effectués, il conviendra d'indiquer la valeur moyenne.
- g) Précision des mesures  
Non spécifié.

## Appendice I

### Autres métriques applicables aux technologies d'accès filaire

(Cet appendice ne fait pas partie intégrante de la présente Recommandation.)

Le présent Appendice porte sur une autre métrique applicable aux technologies d'accès filaire (notamment les technologies MSAN, DSLAM, OLT GPON et OLT GEAPON).

Indice EER: L'unité fonctionnelle considérée dans le cadre de cette métrique est le débit binaire maximal en sortie par ligne pour différents états du trafic (charge variable → métrique relative au trafic).

$$EER_{\text{moy}} = D_{\text{SA moy}} / P_{\text{moy}} [\text{Mbit/s/W}] \quad (\text{I-1})$$

où:

$D_{\text{SA moy}}$  débit binaire en sortie par ligne d'abonné, correspondant au débit binaire en sortie pondéré pour l'abonné (en Mbit/s) de l'équipement de réseau large bande en fonction des différents états de fonctionnement possibles (L0, L2, L3), s'ils sont mis en œuvre

$$D_{\text{SA moy}} = aD_{\text{SA1}} + bD_{\text{SA2}} + cD_{\text{SA3}} \quad (\text{I-2})$$

$P_{\text{moy}}$  consommation d'énergie pondérée (en watts) par ligne de l'équipement de réseau large bande en fonction des différents états de fonctionnement possibles, s'ils sont mis en œuvre

$$P_{\text{moy}} = aP_1 + bP_2 + cP_3 [\text{W}] \quad (\text{I-3})$$

avec:

(a, b, c) coefficients de pondération choisis tels que  $(a + b + c) = 1$

$P_1, P_2, P_3$  puissances mesurées (en watts) de l'équipement de réseau large bande entièrement équipé, fonctionnant dans différentes conditions de trafic telles que définies ci-après.

#### I.1 Equipements de réseau DSLAM et MSAN

Pour ce type d'équipements, la puissance est mesurée pour une longueur de boucle fixée, définie pour toutes les technologies.

Les valeurs des paramètres a, b et c reflètent la répartition du trafic au cours d'une journée.

Ces valeurs sont déterminées sur la base de la répartition du trafic décrite dans [ETSI ES 203 215].

$P_1, P_2$  et  $P_3$  sont les mesures de puissance (en watts) de l'équipement de réseau large bande entièrement équipé fonctionnant dans les états L0, L2 et L3 (respectivement), relevées conformément au § 9.2.1.

Les valeurs sont reproduites dans le Tableau I.1. Elles dépendent des modes d'énergie disponibles pour l'équipement.

**Tableau I.1 – Définition des coefficients de pondération pour les technologies DSLAM et MSAN**

Modes de puissance disponibles	Coefficients de pondération a, b, c
L0, L2, L3	a=0,15, b=0,06, c=0,79
L0, L2	a=0,2, b=0,8, c=0
L0	a=1, b=0, c=0

Les coefficients de pondération a, b et c découlent du Tableau B.1 de l'Annexe B de [ETSI ES 203 215] en tenant compte de la répartition moyenne du trafic au cours d'une journée.

### **I.2 Equipements de réseaux OLT GPON**

Pour les équipements OLT GPON, l'indice EER fournit une indication de la quantité de trafic acheminé pour chaque watt consommé dans le cas d'une configuration entièrement équipée.

Etant donné que la puissance d'un dispositif OLT ne dépend pas directement de la longueur de fibre optique, il n'est pas nécessaire de définir une longueur de fibre optique de référence.

$$EER = (\text{Débit binaire par port})/P_{\text{port}} [\text{Gbit/s/W}] \quad (\text{I-4})$$

où:

"Débit binaire par port" est le débit binaire actif vers l'aval, exprimé en Gbit/s

$P_{\text{port}}$  est la consommation d'énergie unitaire (en watts) de l'équipement

### **I.3 Equipements de réseau OLT GEPON**

Pour les équipements OLT GEPON, l'indice EER fournit une indication du nombre de ports disponibles pour chaque watt consommé dans le cas d'une configuration entièrement équipée.

Pour les terminaisons OLT, il convient d'utiliser le rapport entre le nombre total de lignes (nombre total de ports d'interface × nombre de branches PON) et la consommation d'énergie moyenne de la terminaison OLT (en configuration entièrement équipée), mesurée en utilisant une entrée en courant continu si la source d'énergie de l'équipement est en courant continu et une entrée en courant alternatif si la source d'énergie est en courant alternatif.

$$EER = \text{nombre total de ports d'interface} / \text{puissance moyenne} \quad [\text{lignes/W}] \quad (\text{I-5})$$

où:

Puissance moyenne = (puissance pour une charge de 100% + puissance pour une charge de 50% + puissance pour une charge de 0%)/3.

NOTE – Il est possible d'obtenir une métrique pour le nombre de lignes d'abonné en multipliant l'indice EER défini ci-dessus par le nombre de branches (par exemple, 32).

## Appendice II

### Autres métriques applicables aux routeurs et aux commutateurs

(Cet appendice ne fait pas partie intégrante de la présente Recommandation.)

Le présent Appendice porte sur d'autres métriques applicables aux routeurs et aux commutateurs.

#### II.1 Routeurs et commutateurs prenant en charge le mode veille (attente)

Cette métrique s'applique uniquement aux routeurs et aux commutateurs pouvant basculer en mode veille.

La métrique proposée est la suivante:

$$EER = D_i/P_i \quad [\text{Mbit/s/W}] \quad (\text{II-1})$$

où:

$$P_i = c \times P_{\text{max}} + b \times P_{\text{ordinaire}} + a \times P_{\text{repos}} + d \times P_{\text{veille}} \quad [\text{W}] \quad (\text{II-2})$$

$D_i$  est le débit pondéré

$$D_i = c \times D_{\text{max}} + b \times D_{\text{ordinaire}} + a \times D_{\text{repos}} \quad (\text{II-3})$$

( $D_{\text{max}}$ ,  $D_{\text{ordinaire}}$ ,  $D_{\text{repos}}$ ) = débits mesurés pour les niveaux d'utilisation respectifs

avec:

- $P_{\text{max}}$  puissance pour une charge de trafic maximale en temps réel; ici, la charge de trafic maximale est définie comme le débit maximal sans coupure, équivalent à une charge de 100% ( $u_3$  dans [ATIS-0600015.03.2013])
  - $P_{\text{ordinaire}}$  puissance pour une charge de trafic ordinaire en temps réel; ici, la charge de trafic ordinaire est définie comme une charge de 30% ou de 10%, suivant le type d'équipements considéré ( $u_2$  dans [ATIS-0600015.02.2009])
  - $P_{\text{repos}}$  puissance pour l'état de repos en temps réel; ici, l'état de repos est défini comme correspondant à une charge de 0% ( $u_1$  dans [ATIS-0600015.02.2009])
  - $P_{\text{veille}}$  puissance pour le mode veille en temps différé, applicable uniquement pour les équipements pourvus d'un mode veille
  - c coefficient de pondération pour l'état maximal en temps réel
  - b coefficient de pondération pour la charge de trafic ordinaire en temps réel
  - a coefficient de pondération pour la charge de trafic en mode repos en temps réel
  - d coefficient de pondération pour le mode veille en temps différé
- $$a + b + c + d = 1$$

Les valeurs des paramètres a, b, c et d sont définies dans le Tableau II.1 pour les routeurs et dans le Tableau II.2 pour les commutateurs. Ces paramètres découlent du contenu de [ATIS-0600015.03.2013] en ajoutant le "nouvel" état correspondant au mode veille (lié au coefficient d) et en tenant compte de la répartition moyenne du trafic au cours d'une journée.

Le choix des valeurs pour a, b, c et d doit être appuyé par des données; le mode veille/attente peut être utilisé pour un nombre limité de dispositifs de réseau, mais seulement dans le cas où rien n'est relié à la connexion de réseau du dispositif. Pour ce groupe de routeurs/commutateurs, le trafic escompté est proche de celui correspondant au mode repos.

**Tableau II.1 – Définition des coefficients de pondération pour les routeurs**

Classe	Utilisation représentative	Taux d'utilisation pour les mesures de la consommation d'énergie u1, u2, u3	Coefficients de pondération a, b, c, d
Routeur d'accès prenant en charge le mode veille	1-3%	0, 10, 100	a=0,15, b=0,25, c=0,15, d=0,45

**Tableau II.2 – Définition des coefficients de pondération pour les commutateurs**

Classe	Utilisation représentative	Taux d'utilisation pour les mesures de la consommation d'énergie u1, u2, u3	Coefficients de pondération a, b, c, d
Commutateur d'accès prenant en charge le mode veille	1-3%	0, 10, 100	a=0,15, b=0,25, c=0,15, d=0,45

## II.2 Méthode de mesure

La méthode de mesure doit être conforme à [ATIS-0600015.02.2009], excepté en ce qui concerne les dispositions du § 7 ainsi que la spécification ci-dessous portant sur le mode veille.

### Mesure de la puissance pour le mode veille

Chacun des ports de l'équipement fonctionnant en mode veille depuis 20 minutes, relever la puissance d'entrée moyenne sur un intervalle de 15 minutes.

## II.3 Routeurs et commutateurs prenant en charge des états de puissance explicites

### Définitions

**Etat de puissance:** Mode de fonctionnement présentant des performances et une consommation d'énergie réduites. L'état de puissance est un mode de fonctionnement statique, indépendant du trafic. La transition entre les états de puissance n'est pas instantanée et peut nécessiter un délai durant lequel le trafic excédentaire risque d'être perdu.

**Facteur d'utilisation:** Rapport entre la durée d'utilisation de chaque mode de puissance et un intervalle de temps défini (par exemple, un jour, une semaine, etc.).

**EE<sub>TD</sub>:** Efficacité énergétique pour un équipement avec un ajustement du trafic en temps différé (états de puissance explicites).

Afin d'évaluer EE<sub>TD</sub>, on définit trois points de mesure pouvant correspondre à différents états de puissance de l'équipement soumis à l'évaluation (UUT):

- 1) S0 – performances maximales
- 2) S1 – 30% des performances
- 3) S2 – 10% des performances

Le facteur d'utilisation est défini par les fractions de temps au cours desquelles les niveaux de trafic prévus s'appliquent, par exemple, le niveau 0 sera utilisé pendant 55% du temps d'utilisation, le niveau 2 pendant 25% et le niveau 3 pendant 20%.

$$EE_{TD} = (0,55D_{S0} + 0,25D_{S1} + 0,2D_{S2}) / (0,55P_{S0} + 0,25P_{S1} + 0,2P_{S2}) \text{ [Gbit/s/W]} \quad (\text{II-3})$$

où:

D<sub>S0</sub>, D<sub>S1</sub>, D<sub>S2</sub>: débits au niveau des trois points de mesure

P<sub>S0</sub>, P<sub>S1</sub>, P<sub>S2</sub>: puissances au niveau des trois points de mesure.

## Bibliographie

[b-Ecology Guideline]

Ecology Guideline For the ICT Industry (Version 5).  
[http://www.tca.or.jp/information/pdf/eco guideline/guideline\\_eng\\_5.pdf](http://www.tca.or.jp/information/pdf/eco guideline/guideline_eng_5.pdf)



## SÉRIES DES RECOMMANDATIONS UIT-T

Série A	Organisation du travail de l'UIT-T
Série D	Principes de tarification et de comptabilité et questions de politique générale et d'économie relatives aux télécommunications internationales/TIC
Série E	Exploitation générale du réseau, service téléphonique, exploitation des services et facteurs humains
Série F	Services de télécommunication non téléphoniques
Série G	Systèmes et supports de transmission, systèmes et réseaux numériques
Série H	Systèmes audiovisuels et multimédias
Série I	Réseau numérique à intégration de services
Série J	Réseaux câblés et transmission des signaux radiophoniques, télévisuels et autres signaux multimédias
Série K	Protection contre les perturbations
<b>Série L</b>	<b>Environnement et TIC, changement climatique, déchets d'équipements électriques et électroniques, efficacité énergétique; construction, installation et protection des câbles et autres éléments des installations extérieures</b>
Série M	Gestion des télécommunications y compris le RGT et maintenance des réseaux
Série N	Maintenance: circuits internationaux de transmission radiophonique et télévisuelle
Série O	Spécifications des appareils de mesure
Série P	Qualité de transmission téléphonique, installations téléphoniques et réseaux locaux
Série Q	Commutation et signalisation et mesures et tests associés
Série R	Transmission télégraphique
Série S	Equipements terminaux de télégraphie
Série T	Terminaux des services télématiques
Série U	Commutation télégraphique
Série V	Communications de données sur le réseau téléphonique
Série X	Réseaux de données, communication entre systèmes ouverts et sécurité
Série Y	Infrastructure mondiale de l'information, protocole Internet, réseaux de prochaine génération, Internet des objets et villes intelligentes
Série Z	Langages et aspects généraux logiciels des systèmes de télécommunication