

Union internationale des télécommunications

# UIT-T

SECTEUR DE LA NORMALISATION  
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS  
DE L'UIT

# G.666

(07/2005)

SÉRIE G: SYSTÈMES ET SUPPORTS DE  
TRANSMISSION, SYSTÈMES ET RÉSEAUX  
NUMÉRIQUES

Caractéristiques des supports de transmission –  
Caractéristiques des composants et sous-systèmes  
optiques

---

**Caractéristiques des compensateurs et  
récepteurs-compensateurs de dispersion  
modale de polarisation**

Recommandation UIT-T G.666

RECOMMANDATIONS UIT-T DE LA SÉRIE G  
**SYSTÈMES ET SUPPORTS DE TRANSMISSION, SYSTÈMES ET RÉSEAUX NUMÉRIQUES**

|   |                    |
|---|--------------------|
| CONNEXIONS ET CIRCUITS TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX   | G.100–G.199        |
| CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES COMMUNES À TOUS LES SYSTÈMES ANALOGIQUES À COURANTS PORTEURS   | G.200–G.299        |
| CARACTÉRISTIQUES INDIVIDUELLES DES SYSTÈMES TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX À COURANTS PORTEURS SUR LIGNES MÉTALLIQUES                                       | G.300–G.399        |
| CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DES SYSTÈMES TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX HERTZIENS OU À SATELLITES ET INTERCONNEXION AVEC LES SYSTÈMES SUR LIGNES MÉTALLIQUES | G.400–G.449        |
| COORDINATION DE LA RADIOTÉLÉPHONIE ET DE LA TÉLÉPHONIE SUR LIGNES   | G.450–G.499        |
| CARACTÉRISTIQUES DES SUPPORTS DE TRANSMISSION   | G.600–G.699        |
| Généralités   | G.600–G.609        |
| Paires symétriques en câble   | G.610–G.619        |
| Câbles terrestres à paires coaxiales  | G.620–G.629        |
| Câbles sous-marins  | G.630–G.649        |
| Câbles à fibres optiques  | G.650–G.659        |
| <b>Caractéristiques des composants et sous-systèmes optiques</b>  | <b>G.660–G.699</b> |
| EQUIPEMENTS TERMINAUX NUMÉRIQUES  | G.700–G.799        |
| RÉSEAUX NUMÉRIQUES  | G.800–G.899        |
| SECTIONS NUMÉRIQUES ET SYSTÈMES DE LIGNES NUMÉRIQUES  | G.900–G.999        |
| QUALITÉ DE SERVICE ET DE TRANSMISSION – ASPECTS GÉNÉRIQUES ET ASPECTS LIÉS À L'UTILISATEUR  | G.1000–G.1999      |
| CARACTÉRISTIQUES DES SUPPORTS DE TRANSMISSION   | G.6000–G.6999      |
| DONNÉES SUR COUCHE TRANSPORT – ASPECTS GÉNÉRIQUES   | G.7000–G.7999      |
| ASPECTS RELATIFS AU PROTOCOLE ETHERNET SUR COUCHE TRANSPORT   | G.8000–G.8999      |
| RÉSEAUX D'ACCÈS   | G.9000–G.9999      |

*Pour plus de détails, voir la Liste des Recommandations de l'UIT-T.*

## **Recommandation UIT-T G.666**

### **Caractéristiques des compensateurs et récepteurs-compensateurs de dispersion modale de polarisation**

#### **Résumé**

La présente Recommandation contient les paramètres et les définitions se rapportant aux dispositifs de compensation de la dispersion modale de polarisation (PMD, *polarization mode dispersion*) nécessaires pour la transmission et la détection des signaux optiques dans un système produisant des niveaux élevés de dispersion PMD, qui causeraient autrement des niveaux inacceptables de défaillances du système. Sont décrits dans la présente Recommandation les compensateurs de dispersion PMD de ligne mono et multicanal ainsi que les récepteurs-compensateurs de dispersion PMD monocanal et multicanal. On trouvera dans les appendices informatifs des informations sur les configurations d'essai et les options d'implémentation.

#### **Source**

La Recommandation UIT-T G.666 a été approuvée le 14 juillet 2005 par la Commission d'études 15 (2005-2008) de l'UIT-T selon la procédure définie dans la Recommandation UIT-T A.8.

## AVANT-PROPOS

L'UIT (Union internationale des télécommunications) est une institution spécialisée des Nations Unies dans le domaine des télécommunications. L'UIT-T (Secteur de la normalisation des télécommunications) 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 responsables de la mise en œuvre de consulter la base de données des brevets du TSB.

© UIT 2006

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   |
| 2.1  | Références normatives..... 1  |
| 2.2  | Références informatives ..... 2   |
| 3  | Définitions ..... 2   |
| 4  | Abréviations..... 3   |
| 5  | Configurations de référence..... 4  |
| 5.1  | Compensateurs PMDC de ligne ..... 4                                       |
| 5.2  | Récepteurs-compensateurs PMDC..... 5                                      |
| 6  | Paramètres des compensateurs PMDC ..... 5                                 |
| Appendice I – Mesure des paramètres applicables aux compensateurs de dispersion<br>modale de polarisation..... 9 |   |
| I.1  | Mesure des paramètres applicables aux récepteurs-compensateurs PMDC... 9  |
| I.2  | Mesure des paramètres applicables aux compensateurs PMDC de ligne..... 11 |
| Appendice II – Implémentation de récepteurs-compensateurs PMDC monocanal et<br>multicanal ..... 12               |   |
| II.1   | Implémentation de récepteurs-compensateurs PMDC monocanal..... 12         |
| II.2   | Implémentation d'un récepteur-compensateur PMDC multicanal ..... 13       |



# Recommandation UIT-T G.666

## Caractéristiques des compensateurs et récepteurs-compensateurs de dispersion modale de polarisation

### 1 Domaine d'application

La présente Recommandation contient les paramètres et les définitions se rapportant aux dispositifs de compensation de la dispersion modale de polarisation (PMD, *polarization mode dispersion*) nécessaires pour la transmission et la détection des signaux optiques dans un système produisant des niveaux élevés de dispersion PMD. Les dispositifs compensateurs de dispersion PMD décrits concernent aussi bien les applications monocanal que les applications multicanal. La présente Recommandation définit les spécifications ainsi que les paramètres fondamentaux des compensateurs de dispersion PMD (PMDC, *polarisation modale de polarization – mode dispersion compensators*) de premier ordre et d'ordre supérieur et décrit les caractéristiques dynamiques de la dispersion modale de polarisation. La présente Recommandation établit la distinction entre les compensateurs PMDC de ligne et les récepteurs-compensateurs PMDC pouvant intégrer aussi bien des formes de compensation électrique que des formes de compensation optique de la dispersion modale de polarisation.

### 2 Références

#### 2.1 Références normatives

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.

- Recommandation UIT-T G.650.2 (2005), *Définitions et méthodes de test applicables aux attributs se rapportant aux caractéristiques statistiques et non linéaires des fibres et câbles optiques monomodes.*
- Recommandation UIT-T G.652 (2005), *Caractéristiques des câbles et fibres optiques monomodes.*
- Recommandation UIT-T G.653 (2003), *Caractéristiques des fibres et câbles optiques monomodes à dispersion décalée.*
- Recommandation UIT-T G.654 (2004), *Caractéristiques des câbles et fibres optiques monomodes à longueur d'onde de coupure décalée.*
- Recommandation UIT-T G.655 (2003), *Caractéristiques des fibres et câbles optiques monomodes à dispersion décalée non nulle.*
- Recommandation UIT-T G.656 (2004), *Caractéristiques des fibres et câbles optiques à dispersion non nulle destinés au transport à large bande.*
- Recommandation UIT-T G.661 (1998), *Définition et méthodes de mesure des paramètres génériques relatifs aux dispositifs et sous-systèmes amplificateurs optiques.*
- Recommandation UIT-T G.662 (2005), *Caractéristiques génériques des dispositifs et sous-systèmes amplificateurs optiques.*

- Recommandation UIT-T G.665 (2005), *Caractéristiques génériques des amplificateurs Raman et des sous-systèmes à amplification Raman.*
- Recommandation UIT-T G.671 (2005), *Caractéristiques de transmission des composants et sous-systèmes optiques.*
- Recommandation UIT-T G.694.1 (2002), *Grilles spectrales pour les applications de multiplexage par répartition en longueurs d'onde: grille dense DWDM.*

## 2.2 Références informatives

- Recommandation UIT-T de la série G – Supplément 39 (2003), *Considérations relatives à la conception et à l'ingénierie des systèmes optiques.*

## 3 Définitions

La présente Recommandation définit les termes suivants:

**3.1 vecteur de temps de propagation de groupe différentiel de premier ordre:** vecteur  $\vec{\Omega}(\omega)$  défini par  $\vec{\Omega}(\omega) = \tau \vec{q}$ , où  $\tau$  est le temps de propagation de groupe différentiel (DGD, *differential group delay*) et  $\vec{q}$  le vecteur d'état principal de polarisation dans l'espace de Stokes, qui est un vecteur unitaire.

**3.2 vitesse de variation du temps de propagation de groupe différentiel:** dérivée par rapport au temps du temps de propagation de groupe différentiel, c'est-à-dire  $\left| \frac{\partial \tau}{\partial t} \right|$ ; mesuré en ps/ms.

**3.3 vitesse de rotation de polarisation:** valeur absolue de la variation temporelle du vecteur de Stokes  $\vec{S}$ , c'est-à-dire  $PRS = \left| \frac{\partial \vec{S}}{\partial t} \right|$ ; mesurée en rad/ms.

**3.4 dispersion modale de polarisation de deuxième ordre (SOPMD, *second-order PMD*):** dispersion modale de polarisation définie par l'équation:  $SOPMD = \vec{\Omega}_\omega = \tau_\omega \vec{q} + \tau \vec{q}_\omega$ . Il s'agit de la dérivée du vecteur du temps DGD de premier ordre par rapport à la fréquence optique  $\omega$ . Elle est composée de deux termes,  $\tau_\omega \vec{q}$  et  $\tau \vec{q}_\omega$ . Le premier terme,  $\tau_\omega \vec{q}$ , représente la dispersion chromatique fonction de la polarisation (PCD, *polarization-dependent chromatic dispersion*), alors que le terme  $\tau \vec{q}_\omega$  représente la "dépolariation" qui décrit la rotation du vecteur unitaire de l'état principal de polarisation en fonction de la fréquence (à la fréquence centrale du signal). Les modules correspondants sont donnés par les formules suivantes: module de la dispersion SOPMD =  $|\vec{\Omega}_\omega|$ , module de la dépolariation =  $|\tau \vec{q}_\omega|$ , module de la dispersion PCD =  $|\tau_\omega|$ .

**3.5 pénalité OSNR due au temps DGD:** pour obtenir un taux BER égal à  $10^{-12}$ , un signal optique qui a subi un effet DGD nécessite un rapport OSNR au niveau du récepteur plus élevé que celui d'un signal optique qui n'en a pas subi (DGD = 0), en supposant identique la puissance d'entrée au niveau du récepteur dans les deux cas. Cette différence de rapport OSNR est appelée pénalité OSNR due au temps DGD.

**3.6 sensibilité du récepteur-compensateur PMDC:** valeur de la puissance moyenne reçue au point MPI-R nécessaire pour atteindre le taux BER spécifié. Cette valeur doit être atteinte pour tous les états de polarisation d'entrée avec un émetteur correspondant au cas le plus défavorable, mais n'a pas à être atteinte avec des dégradations du trajet optique autres que la dispersion PMD.

## 4 Abréviations

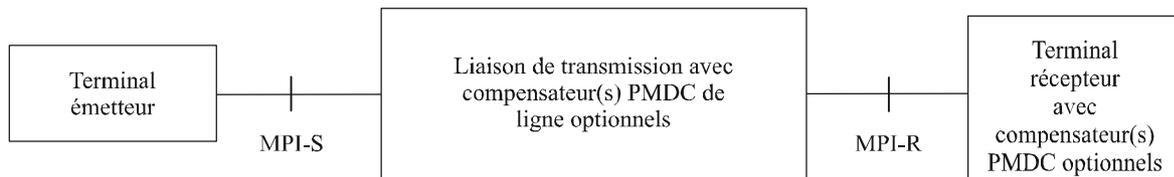
La présente Recommandation utilise les abréviations suivantes:

|           |  |
|-----------|--|
| BER       | taux d'erreur sur les bits ( <i>bit error ratio</i> )  |
| DEMUX     | démultiplexeur   |
| DGD       | temps de propagation de groupe différentiel ( <i>differential group delay</i> )  |
| LPMDC     | compensateur de dispersion modale de polarisation de ligne ( <i>line polarization mode dispersion compensator</i> )                                |
| M-LPMDC   | compensateur de dispersion modale de polarisation de ligne multicanal ( <i>multichannel line polarization mode dispersion compensator</i> )        |
| M-PMDC-Rx | récepteur-compensateur de dispersion modale de polarisation multicanal ( <i>multichannel polarization mode dispersion compensating receiver</i> )  |
| MPI       | interface principale sur le trajet ( <i>main path interface</i> )  |
| MUX       | multiplexeur   |
| NRZ       | non-retour à zéro  |
| OA        | amplificateur optique ( <i>optical amplifier</i> )   |
| O-E-O     | optique-électrique-optique (conversion) ( <i>optical-electrical-optical</i> )  |
| OSNR      | rapport signal optique sur bruit ( <i>optical signal-to-noise ratio</i> )  |
| PCD       | dispersion chromatique due à la polarisation ( <i>polarization-dependent chromatic dispersion</i> )  |
| PDL       | affaiblissement dû à la polarisation ( <i>polarization-dependent loss</i> )  |
| PMD       | dispersion modale de polarisation ( <i>polarization mode dispersion</i> )  |
| PMDC      | compensateur de dispersion modale de polarisation ( <i>polarization mode dispersion compensator</i> )  |
| PMDC-Rx   | récepteur-compensateur de dispersion modale de polarisation ( <i>polarization mode dispersion compensating receiver</i> )                          |
| RZ        | retour à zéro  |
| S-LPMDC   | compensateur de dispersion modale de polarisation de ligne monocanal ( <i>single channel line polarization mode dispersion compensator</i> )       |
| S-PMDC-Rx | récepteur-compensateur de dispersion modale de polarisation monocanal ( <i>single channel polarization mode dispersion compensating receiver</i> ) |
| SOPMD     | dispersion PMD de deuxième ordre ( <i>second order PMD</i> )   |
| WDM       | multiplexage par répartition en longueur d'onde ( <i>wavelength division multiplexing</i> )  |

## 5 Configurations de référence

Les compensateurs de dispersion modale de polarisation (PMDC, *polarization mode dispersion compensator*) sont destinés à être utilisés dans des systèmes de transmission optique afin de réduire les dégradations des signaux dues à la dispersion modale de polarisation (PMD, *polarization mode dispersion*). C'est pourquoi les caractéristiques des compensateurs PMDC doivent être examinées, au moins en partie avec un système de transmission complet.

Une configuration générale d'un système de transmission équipé d'un (ou de plusieurs compensateurs) PMDC est représentée dans la Figure 5-1. Elle comprend un terminal émetteur, un terminal récepteur et, entre les deux, une liaison de transmission associée à un ou plusieurs compensateurs PMDC de ligne optionnels. Un système monocanal contient un terminal émetteur et un terminal récepteur monocanal, alors qu'un système multicanal contient un terminal émetteur et un terminal récepteur multicanal. Le terminal récepteur peut également contenir des fonctionnalités PMDC optionnelles; dans ce cas, il est appelé "récepteur-compensateur PMDC". Dans les paragraphes qui suivent, la distinction est faite entre les compensateurs PMDC de ligne (LPMDC, *line polarization mode dispersion compensator*) optiques et les récepteurs-compensateurs PMDC. Une approche "boîte noire" est appliquée aux compensateurs PMDC et aux récepteurs-compensateurs PMDC. La supervision et le contrôle (le cas échéant) sont inclus dans la boîte noire.



G.666\_F5-1

**Figure 5-1/G.666 – Configuration générale d'un système de transmission équipé de compensateurs PMDC**

### 5.1 Compensateurs PMDC de ligne

Les compensateurs PMDC de ligne possèdent un port d'entrée et un port de sortie optiques et n'opèrent aucune conversion O-E-O. Un compensateur PMDC de ligne monocanal (S-LPMDC, *single-channel line polarization mode dispersion compensator*) traite un signal optique monocanal, alors qu'un compensateur PMDC de ligne multicanal (M-LPMDC, *multichannel line polarization mode dispersion compensator*) traite un signal optique multicanal. Ces deux types de compensateur sont représentés de façon schématique respectivement dans les Figures 5-2 et 5-3.



G.666\_F5-2

**Figure 5-2/G.666 – Configuration de référence d'un compensateur PMDC de ligne monocanal (S-LPMDC)**



G.666\_F5-3

**Figure 5-3/G.666 – Configuration de référence d'un compensateur PMDC de ligne multicanal (M-LPMDC)**

## 5.2 Récepteurs-compensateurs PMDC

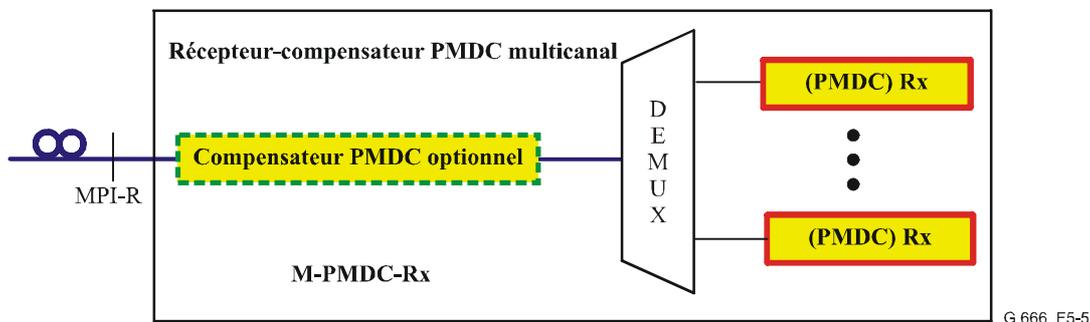
Dans le cas de récepteurs-compensateurs PMDC (PMDC-Rx, *polarization mode dispersion compensating receiver*), la fonctionnalité PMDC est intégrée au terminal récepteur. Il existe plusieurs manières de réaliser des récepteurs-compensateurs PMDC. On distingue les récepteurs PMDC monocanal des récepteurs PMDC multicanal.

Un récepteur PMDC monocanal (S-PMDC-Rx, *single-channel polarization mode dispersion compensating receiver*) est représenté schématiquement dans la Figure 5-4. Un signal optique monocanal entre dans le terminal récepteur au point de référence MPI-R. La fonctionnalité PMDC est alors exécutée et le signal est ensuite détecté. On trouvera dans l'Appendice II des informations détaillées sur l'implémentation des récepteurs-compensateurs PMDC monocanal (par exemple optiques par opposition à électriques).



**Figure 5-4/G.666 – Configuration de référence d'un récepteur-compensateur PMDC monocanal**

Un récepteur-compensateur PMDC multicanal est représenté schématiquement dans la Figure 5-5. Un signal optique multicanal entre dans le terminal récepteur au point de référence MPI-R. Soit il traverse un compensateur PMDC avant d'entrer dans un démultiplexeur (DEMUX) et dans les récepteurs Rx pour les différents canaux optiques, soit il traverse directement le démultiplexeur, tous les récepteurs étant des récepteurs PMDC-Rx. On trouvera de plus amples détails concernant l'implémentation dans le § II.2.



**Figure 5-5/G.666 – Configuration de référence d'un récepteur-compensateur PMDC multicanal (M-PMDC-Rx)**

## 6 Paramètres des compensateurs PMDC

Le présent paragraphe définit les paramètres des compensateurs PMDC. Les paramètres qui sont communs à tous les types de compensateur PMDC sont énumérés dans le Tableau 6-1. Les Tableaux 6-2 à 6-5 donnent des paramètres supplémentaires s'appliquant à des types particuliers de compensateurs PMDC.

**Tableau 6-1/G.666 – Paramètres communs à tous les types de compensateurs PMDC**

| Paramètres  | Point de référence   | Unité           | Exemples (uniquement pour illustrer des applications particulières) |
|---|--|-----------------|---|
| <b>Type de fibre</b>  |  |                 |   |
| Type de fibre de ligne  | MPI-S →R <sub>S</sub> ou<br>MPI-S →R <sub>M</sub> ou<br>MPI-S →MPI-R | –               | G.652.D, G.653, G.654,<br>G.655, G.656                              |
| <b>Paramètres relatifs à la puissance optique</b>                             |  |                 |   |
| Puissance d'entrée totale minimale  | R <sub>S</sub> ou R <sub>M</sub> ou<br>MPI-R                         | dBm             |   |
| Puissance d'entrée totale maximale  | R <sub>S</sub> ou R <sub>M</sub> ou<br>MPI-R                         | dBm             |   |
| Réflectance maximale au port d'entrée   | R <sub>S</sub> ou R <sub>M</sub> ou<br>MPI-R                         | dB              |   |
| Réflectance due à la polarisation au port d'entrée                            | R <sub>S</sub> ou R <sub>M</sub> ou<br>MPI-R                         | dB              |   |
| <b>Caractéristiques du signal optique</b>                                     |  |                 |   |
| Débit binaire minimal   | R <sub>S</sub> ou R <sub>M</sub> ou<br>MPI-R                         | Gbit/s          |   |
| Débit binaire maximal   | R <sub>S</sub> ou R <sub>M</sub> ou<br>MPI-R                         | Gbit/s          |   |
| Format de modulation (ou "format du signal")                                  | R <sub>S</sub> ou R <sub>M</sub> ou<br>MPI-R                         | –               | "Tout format", "seulement NRZ", "NRZ et RZ"                         |
| <b>Paramètres indépendants de la polarisation du trajet optique précédent</b> |  |                 |   |
| Dispersion chromatique accumulée minimale                                     | MPI-S →R <sub>S</sub> ou<br>MPI-S →R <sub>M</sub> ou<br>MPI-S →MPI-R | ps/nm           |   |
| Dispersion chromatique accumulée maximale                                     | MPI-S →R <sub>S</sub> ou<br>MPI-S →R <sub>M</sub> ou<br>MPI-S →MPI-R | ps/nm           |   |
| <b>Paramètres de polarisation au port d'entrée</b>                            |  |                 |   |
| Temps DGD d'entrée moyen maximal  | R <sub>S</sub> ou R <sub>M</sub> ou<br>MPI-R                         | ps              |   |
| Temps DGD d'entrée instantané maximal   | R <sub>S</sub> ou R <sub>M</sub> ou<br>MPI-R                         | ps              |   |
| Vitesse maximale de rotation de polarisation                                  | R <sub>S</sub> ou R <sub>M</sub> ou<br>MPI-R                         | rad/ms          |   |
| Taux maximal de variation du temps DGD  | R <sub>S</sub> ou R <sub>M</sub> ou<br>MPI-R                         | ps/ms           |   |
| Amplitude maximale de la dispersion PCD                                       | R <sub>S</sub> ou R <sub>M</sub> ou<br>MPI-R                         | ps <sup>2</sup> |   |
| Amplitude maximale de la dépolarisation                                       | R <sub>S</sub> ou R <sub>M</sub> ou<br>MPI-R                         | ps <sup>2</sup> |   |

**Tableau 6-2/G.666 – Paramètres s'appliquant à un compensateur PMDC de ligne monocanal (S-LPMDC)**

| Paramètres  | Point de référence    | Unité           | Exemples (uniquement pour illustrer des applications particulières) |
|---|-----------------------|-----------------|---|
| <b>Paramètres optiques monocanal généraux</b>   |                       |                 |   |
| Fréquence optique centrale nominale   | $R_S$                 | THz             |   |
| Ecart maximal par rapport à la fréquence centrale   | $R_S$                 | GHz             |   |
| <b>Paramètres relatifs à la puissance optique</b>   |                       |                 |   |
| Affaiblissement minimal d'insertion (y compris un amplificateur optique optionnel)  | $R_S \rightarrow S_S$ | dB              |   |
| Affaiblissement maximal d'insertion (y compris un amplificateur optique optionnel)  | $R_S \rightarrow S_S$ | dB              |   |
| Ecart maximal de l'affaiblissement d'insertion  | $R_S \rightarrow S_S$ | dB              |   |
| Facteur de bruit (si un amplificateur optique est utilisé)  | $R_S \rightarrow S_S$ | dB              |   |
| Affaiblissement dû à la polarisation (PDL)  | $R_S \rightarrow S_S$ | dB              |   |
| <b>Paramètres de polarisation relatifs au port de sortie (Note 1)</b>   |                       |                 |   |
| Temps DGD moyen maximal de sortie (Note 2)  | $S_S$                 | ps              |   |
| Temps DGD instantané maximal de sortie (Note 2)   | $S_S$                 | ps              |   |
| Amplitude maximale de la dispersion SOPMD (Note 2)  | $S_S$                 | ps <sup>2</sup> |   |
| NOTE 1 – Afin d'assurer la compatibilité transversale entre compensateurs PMDC de ligne et récepteurs optiques, des paramètres supplémentaires peuvent être nécessaires.                          |                       |                 |   |
| NOTE 2 – Ces paramètres doivent être satisfaits pour une dispersion PMD d'entrée à l'intérieur des limites figurant dans la section "paramètres de polarisation au port d'entrée" du Tableau 6-1. |                       |                 |   |

**Tableau 6-3/G.666 – Paramètres s'appliquant à un compensateur PMDC de ligne multicanal (M-LPMDC)**

| Paramètres   | Point de référence    | Unité | Exemples (uniquement pour illustrer des applications particulières) |
|--|-----------------------|-------|---|
| <b>Paramètres optiques multicanal généraux</b>   |                       |       |   |
| Nombre maximal de canaux   | $R_M$                 | –     |   |
| Fréquences centrales nominales des canaux  | $R_M$                 | THz   | 191,9 + 0,2 m, m = 0 à 19   |
| Espacement des canaux  | $R_M$                 | GHz   | 200   |
| Ecart maximal par rapport à la fréquence centrale  | $R_M$                 | GHz   |   |
| <b>Paramètres relatifs à la puissance optique</b>  |                       |       |   |
| Puissance d'entrée minimale par canal  | $R_M$                 | dBm   |   |
| Puissance d'entrée maximale par canal  | $R_M$                 | dBm   |   |
| Affaiblissement minimal d'insertion par canal (y compris un amplificateur optique optionnel) | $R_M \rightarrow S_M$ | dB    |   |

**Tableau 6-3/G.666 – Paramètres s'appliquant à un compensateur PMDC de ligne multicanal (M-LPMDC)**

| Paramètres  | Point de référence    | Unité           | Exemples (uniquement pour illustrer des applications particulières) |
|---|-----------------------|-----------------|---|
| Affaiblissement maximal d'insertion par canal (y compris un amplificateur optique optionnel)  | $R_M \rightarrow S_M$ | dB              |   |
| Ecart maximal de l'affaiblissement d'insertion par canal  | $R_M \rightarrow S_M$ | dB              |   |
| Facteur de bruit (si un amplificateur optique est utilisé)  | $R_M \rightarrow S_M$ | dB              |   |
| Affaiblissement dû à la polarisation (PDL)  | $R_M \rightarrow S_M$ | dB              |   |
| <b>Paramètres de polarisation relatifs au port de sortie pour chaque canal (Note 1)</b>   |                       |                 |   |
| Temps DGD moyen maximal de sortie (Note 2)  | $S_M$                 | ps              |   |
| Temps DGD instantané maximal de sortie (Note 2)   | $S_M$                 | ps              |   |
| Amplitude maximale de la dispersion SOPMD (Note 2)  | $S_M$                 | ps <sup>2</sup> |   |
| NOTE 1 – Afin d'assurer la compatibilité transversale entre compensateurs PMDC de ligne et récepteurs optiques, des paramètres supplémentaires peuvent être nécessaires.                          |                       |                 |   |
| NOTE 2 – Ces paramètres doivent être satisfaits pour une dispersion PMD d'entrée à l'intérieur des limites figurant dans la section "paramètres de polarisation au port d'entrée" du Tableau 6-1. |                       |                 |   |

**Tableau 6-4/G.666 – Paramètres s'appliquant à un récepteur de compensateur PMDC monocanal (S-PMDC-Rx)**

| Paramètres   | Unité | Exemples (uniquement pour illustrer des applications particulières) |
|--|-------|---|
| <b>Paramètres optiques monocanal généraux</b>          |       |   |
| Fréquence optique centrale nominale                    | THz   |   |
| Ecart maximal par rapport à la fréquence centrale      | GHz   |   |
| <b>Paramètres du système de transmission monocanal</b> |       |   |
| Dégradation maximale du rapport OSNR due au temps DGD  | dB    |   |
| Sensibilité minimale du récepteur-compensateur PMDC    | dBm   |   |

**Tableau 6-5/G.666 – Paramètres s'appliquant à un récepteur-compensateur PMDC multicanal (M-PMDC-Rx)**

| Paramètres  | Unité | Exemples (uniquement pour illustrer des applications particulières) |
|---|-------|---|
| <b>Paramètres optiques multicanal généraux</b>                                      |       |   |
| Nombre maximal de canaux  | –     |   |
| Fréquences centrales nominales des canaux   | THz   | 191,9 + 0,2 m, m = 0 à 19   |
| Espacement des canaux   | GHz   | 200   |
| Ecart maximal par rapport à la fréquence centrale                                   | GHz   |   |
| <b>Paramètres relatifs à la puissance optique</b>                                   |       |   |
| Puissance d'entrée minimale par canal   | dBm   |   |
| Puissance d'entrée maximale par canal   | dBm   |   |
| <b>Paramètres du système de transmission multicanal s'appliquant à chaque canal</b> |       |   |
| Dégradation maximale du rapport OSNR due au temps DGD                               | dB    |   |
| Sensibilité minimale du récepteur-compensateur PMDC                                 | dBm   |   |

## Appendice I

### Mesure des paramètres applicables aux compensateurs de dispersion modale de polarisation

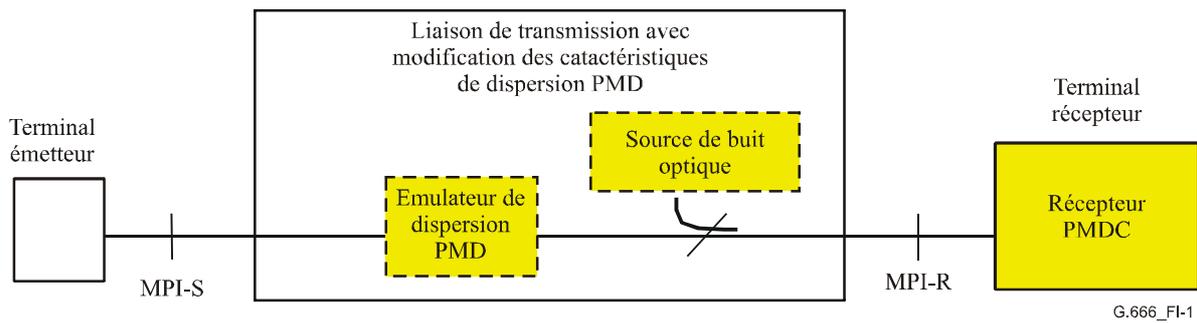
Le présent appendice traite des méthodes de mesure des paramètres applicables aux compensateurs de dispersion modale de polarisation (PMDC). Une configuration d'essai devrait comprendre une liaison de transmission avec capacités de réglage de la dispersion modale de polarisation (PMD) (incluant par conséquent la fibre de transmission et un émulateur de dispersion PMD) suivie d'un compensateur PMDC et d'un appareillage d'essai permettant de mesurer les caractéristiques de ce compensateur.

Il existe deux catégories différentes de compensateurs PMDC, à savoir les récepteurs-compensateurs PMDC et les compensateurs PMDC de ligne. On distingue deux types de récepteurs PMDC: les récepteurs-compensateurs PMDC monocanal (S-PMDC-Rx) et les récepteurs-compensateurs PMDC multicanal (M-PMDC-Rx). De même, on distingue deux types de compensateurs de ligne: les compensateurs PMDC monocanal (S-LPMDC) et les compensateurs PMDC multicanal (M-LPMDC). Une méthode générale de mesure des paramètres applicables à ces compensateurs PMDC est décrite ci-après.

#### I.1 Mesure des paramètres applicables aux récepteurs-compensateurs PMDC

La Figure I.1 représente une configuration d'essai générale pour la mesure des paramètres applicables aux récepteurs-compensateurs PMDC. Pour des raisons de simplicité, on prend pour hypothèse un terminal émetteur et un terminal récepteur monocanal. Le signal optique monocanal traverse une liaison de transmission qui contient un émulateur de dispersion PMD réglable et une source de bruit optique. Des éléments optiques supplémentaires (qui ne sont pas représentés ici)

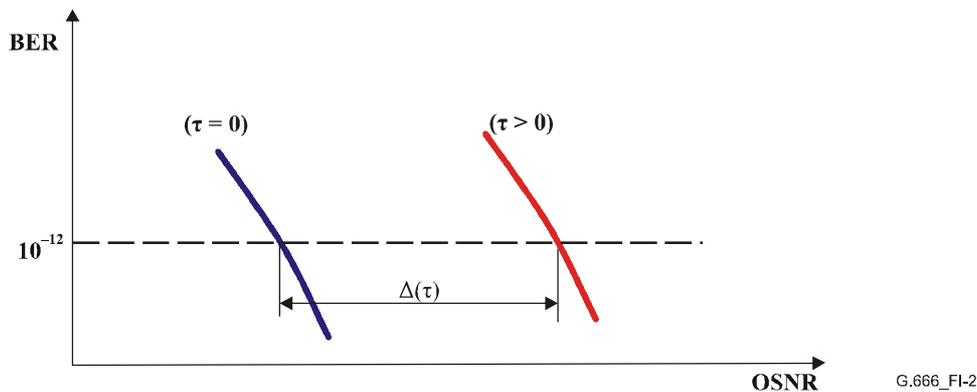
sont utilisés pour assurer une puissance optique d'entrée constante au point de référence MPI-R devant le récepteur PMDC.



**Figure I.1/G.666 – Configuration générale pour la mesure des paramètres des récepteurs PMDC**

Afin de mesurer la dégradation du rapport signal optique sur bruit (OSNR, *optical signal-to-noise ratio*) par rapport au temps de propagation de groupe différentiel (DGD, *differential group delay*), on configure un émulateur de dispersion PMD de premier ordre avec des valeurs comprises dans l'intervalle  $0 \leq \tau \leq \tau_{\max}$ . Dans le cas présent,  $\tau$  représente le temps DGD et  $\tau_{\max}$  la limite de la dispersion PMD de premier ordre que le récepteur doit tolérer.

Le taux d'erreur sur les bits (BER, *bit error ratio*) est mesuré en fonction du rapport OSNR (tout en maintenant une puissance optique d'entrée  $P_{in}$  constante au point de référence MPI-R). La courbe du taux BER à une valeur  $\tau > 0$  peut être décalée par rapport à la courbe du taux BER pour un temps DGD égal à zéro ( $\tau = 0$ ). Cette configuration est représentée schématiquement dans la Figure I.2.  $\Delta(\tau)$  désigne la dégradation due à la dispersion PMD pour un taux BER égal à  $10^{-12}$  entre un état de polarisation avec le temps DGD  $\tau$  et l'état avec le temps DGD égal à zéro ( $\tau = 0$ ).

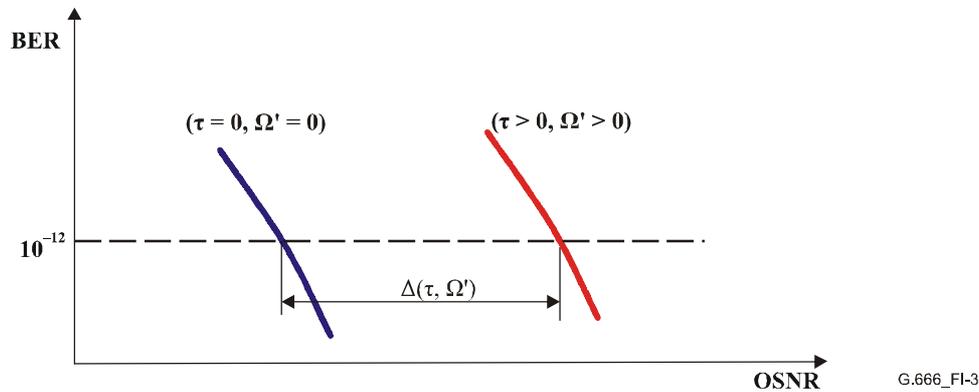


**Figure I.2/G.666 – Représentation schématique du taux BER en fonction du rapport OSNR pour un temps DGD  $\tau$  nul ou non nul**

La configuration de mesure représentée dans la Figure I.1 peut également servir à mesurer la dégradation du rapport OSNR en fonction du temps DGD et de la dispersion PMD de deuxième ordre (SOPMD, *second order PMD*). Dans ce cas, on utilise un émulateur de dispersion PMD de deuxième ordre. On peut configurer cet émulateur de dispersion PMD avec une paire quelconque de valeurs ( $\tau, \Omega'$ ) dans l'intervalle de temps DGD  $0 \leq \tau \leq \tau_{\max}$  et dans l'intervalle de dispersion SOPMD  $0 \leq \Omega' \leq \Omega'_{\max}$ . Ici,  $\tau$  désigne le temps DGD,  $\Omega' = |\vec{\Omega}'_o|$  désigne la

dispersion SOPMD,  $\bar{\Omega}'_{\omega}$  étant la dérivée du vecteur de temps DGD de premier ordre  $\bar{\Omega}(\omega)$ , et  $\tau_{\max}$  et  $\Omega'_{\max}$  représentant les limites de la dispersion PMD de premier ordre et de deuxième ordre que le récepteur doit tolérer.

Comme le montre la Figure I.2, le même principe est appliqué dans ce cas. Toutefois, les courbes du taux BER sont mesurées en fonction de deux paramètres de dispersion PMD, à savoir le temps DGD et la dispersion SOPMD. Cette configuration est représentée schématiquement dans la Figure I.3.

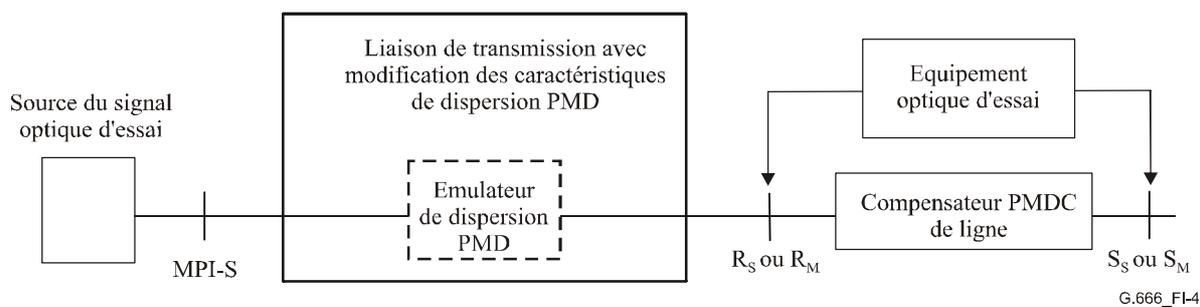


**Figure I.3/G.666 – Représentation schématique du taux BER en fonction du rapport OSNR pour un temps DGD  $\tau$  et une dispersion SOPMD  $\Omega'$  nuls ou non nuls**

Le taux BER est mesuré en fonction du rapport OSNR (et non en fonction de la puissance optique d'entrée) au point de référence MPI-R pour la raison suivante: la dispersion PMD pose généralement problème dans le cas de débits de données très élevés (10 Gbit/s et supérieurs) et de longues liaisons transparentes sur le plan optique. En d'autres termes, la dispersion PMD représente généralement un problème dans des systèmes de transmission constitués de plusieurs sections qui (par définition) comprennent des amplificateurs optiques (OA, *optical amplifier*). Le rapport OSNR est une limitation fondamentale de ces systèmes à sections multiples en raison de l'accumulation de bruit au niveau des amplificateurs optiques. Le rapport OSNR minimal que le système peut tolérer est donné par le rapport OSNR minimal en l'absence de toute distorsion due à la dispersion PMD et par la dégradation supplémentaire  $\Delta(\tau, \Omega')$  due à l'effet du temps DGD et de la dispersion SOPMD. La dégradation supplémentaire  $\Delta(\tau, \Omega')$ , exprimée en dB, est représentée par la proportion du rapport OSNR à corriger en présence de dispersion PMD pour maintenir le taux BER requis.

## I.2 Mesure des paramètres applicables aux compensateurs PMDC de ligne

Une configuration d'essai générale applicable aux paramètres de mesure des compensateurs PMDC de ligne est représentée dans la Figure I.4.



**Figure I.4/G.666 – Configuration générale applicable aux paramètres de mesure des compensateurs PMDC de ligne**

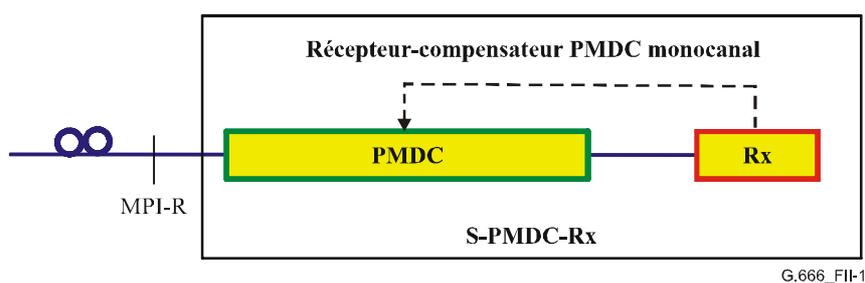
Dans le cas de compensateurs PMDC de ligne, seuls les paramètres optiques sont mesurés aux ports d'entrée et de sortie de ces compensateurs. Le taux BER n'est pas mesuré.

## Appendice II

### Implémentation de récepteurs-compensateurs PMDC monocal et multicanal

#### II.1 Implémentation de récepteurs-compensateurs PMDC monocal

Il est possible de réaliser des récepteurs-compensateurs PMDC monocal (représentés de façon générique dans la Figure 5-4) selon différents modes d'implémentation. Une option consiste à utiliser un compensateur PMDC de ligne monocal (S-LPMDC), représenté dans la Figure II.1, avec un récepteur conventionnel. Le signal optique derrière le point de référence MPI-R traverse un compensateur PMDC optique avant d'entrer dans le récepteur. La boucle de rétroaction optionnelle représentée par une ligne en pointillés dans la Figure II.1 permet au compensateur PMDC de fonctionner de façon optimale.



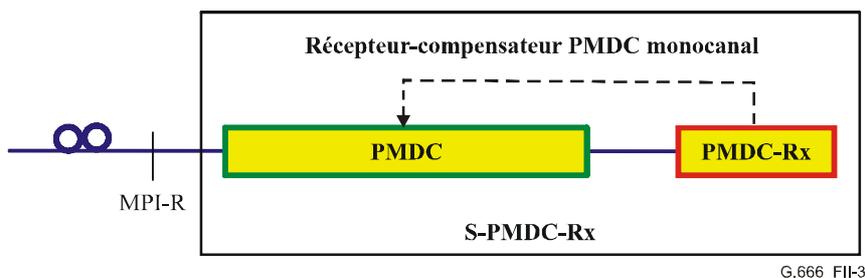
**Figure II.1/G.666 – Option A d'implémentation d'un récepteur-compensateur PMDC monocal (S-PMDC-Rx)**

Un autre mode d'implémentation consiste à utiliser un récepteur associé à un compensateur PMDC électrique, comme il est indiqué dans la Figure II.2. Aucun dispositif optique supplémentaire n'est utilisé pour les besoins de la compensation de dispersion PMD. Au lieu de cela, la fonction du compensateur PMDC est réalisée à l'intérieur du récepteur par des moyens électriques.



**Figure II.2/G.666 – Option B d'implémentation d'un récepteur-compensateur PMDC monocanal (S-PMDC-Rx)**

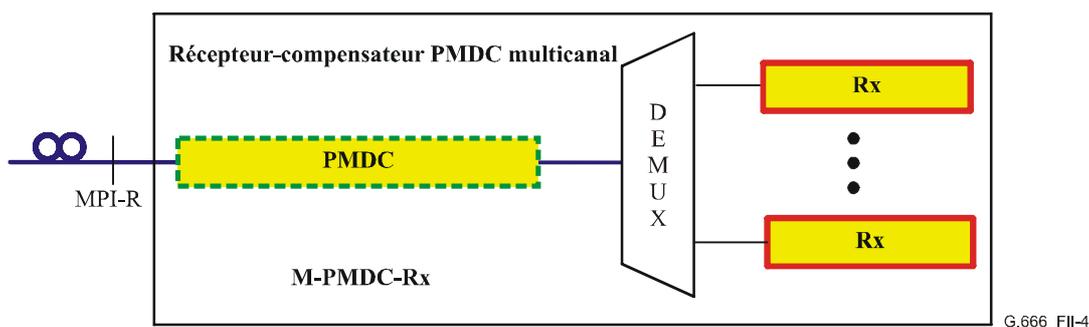
Une combinaison des deux modes d'implémentation susmentionnés est également possible comme l'indique la Figure II.3.



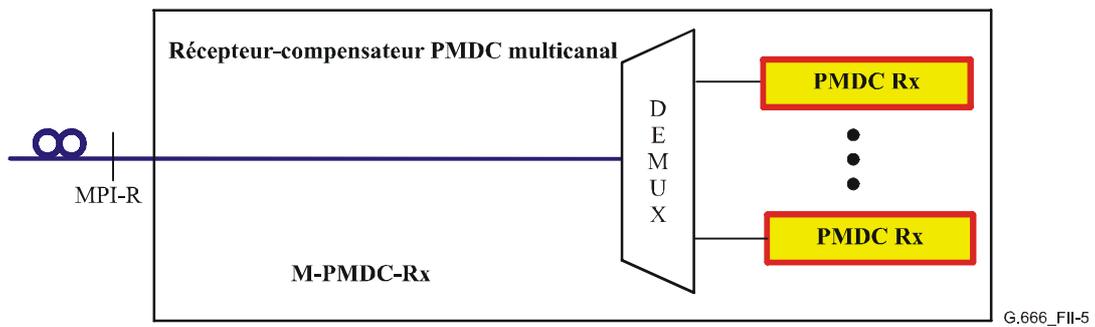
**Figure II.3/G.666 – Option C d'implémentation d'un récepteur-compensateur PMDC monocanal (S-PMDC-Rx)**

## II.2 Implémentation d'un récepteur-compensateur PMDC multicanal

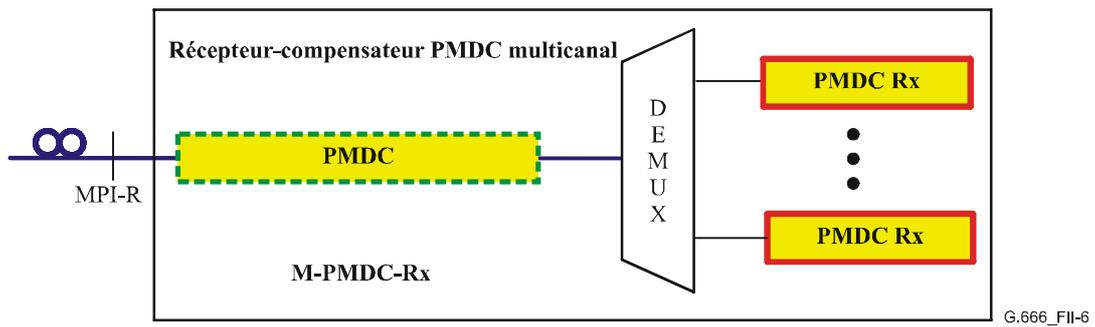
De la même façon qu'au § II.1, il existe trois options d'implémentation pour les récepteurs PMDC multicanal. Ces trois options sont représentées dans les Figures II.4 à II.6. L'option A consiste à utiliser un compensateur PMDC optique avant le démultiplexeur ainsi que des récepteurs conventionnels. L'option B ne fait intervenir que des récepteurs-compensateurs PMDC. L'option C consiste à utiliser un compensateur PMDC optique avant le démultiplexeur ainsi que des récepteurs-compensateurs PMDC.



**Figure II.4/G.666 – Option A d'implémentation d'un récepteur-compensateur PMDC multicanal (M-PMDC-Rx)**



**Figure II.5/G.666 – Option B d'implémentation d'un récepteur-compensateur PMDC multicanal (M-PMDC-Rx)**



**Figure II.6/G.666 – Option C d'implémentation d'un récepteur-compensateur PMDC multicanal (M-PMDC-Rx)**



## SÉRIES DES RECOMMANDATIONS UIT-T

|                |  |
|----------------|--|
| Série A        | Organisation du travail de l'UIT-T   |
| Série D        | Principes généraux de tarification   |
| Série E        | Exploitation générale du réseau, service téléphonique, exploitation des services et facteurs humains |
| Série F        | Services de télécommunication non téléphoniques  |
| <b>Série G</b> | <b>Systèmes et supports de transmission, systèmes et réseaux numériques</b>                          |
| 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  |
| Série L        | Construction, installation et protection des câbles et autres éléments des installations extérieures |
| 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   |
| 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 et réseaux de prochaine génération      |
| Série Z        | Langages et aspects généraux logiciels des systèmes de télécommunication                             |