

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 16.02.01.

30 Priorité : 17.02.00 JP 00040162.

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 24.08.01 Bulletin 01/34.

56 Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été établi à la date de publication de la demande.*

60 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

71 Demandeur(s) : FUJITSU LIMITED — JP.

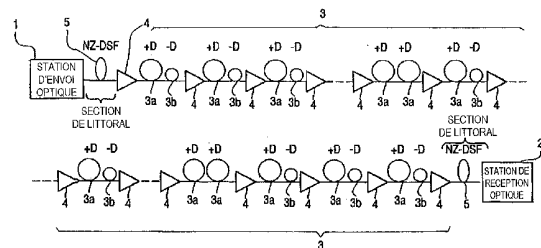
72 Inventeur(s) : TANAKA TOSHIKI et NAITO TAKAO.

73 Titulaire(s) :

74 Mandataire(s) : CABINET BEAU DE LOMENIE.

54 SYSTEME DE COMMUNICATION OPTIQUE ET PROCEDE DE REPARATION DE SECTION DE TRANSMISSION.

57 Un système de communication optique et un procédé de réparation de section de transmission sont proposés afin d'empêcher que la valeur de dispersion dans une station de réception optique (2) ne soit affectée lorsqu'une ligne de transmission (3) a été perturbée, système et procédé selon lesquels un raccordement réalisé dans la ligne de transmission est réglé pour la dispersion dans la section de relais (4) de la ligne de transmission. La ligne de transmission inclut une fibre à dispersion positive (3a) et une fibre à dispersion négative (3b). La fibre optique qui est utilisée pour raccorder la ligne de transmission est une fibre optique dans laquelle la valeur absolue de la dispersion est inférieure à la valeur de dispersion de la fibre à dispersion positive ou de la fibre à dispersion négative.



ARRIÈRE-PLAN DE L'INVENTION

1. Domaine de l'invention

La présente invention concerne une ligne de transmission optique qui inclut des fibres à dispersions positive et négative ainsi que
5 la réparation d'une telle ligne de transmission.

2. Description de l'art antérieur

La figure 1 est un schéma qui représente une configuration typique d'un système de transmission à relais d'amplification optique par multiplexage par division en longueurs d'onde (WDM).

10 Par report maintenant à la figure 1, le système optique de transmission WDM est typiquement constitué par exemple par une station d'envoi optique (OS) 1, par une station de réception optique (OR) 2, par des lignes de transmission à fibre optique 3 pour connecter des stations d'envoi et de réception et par plusieurs amplificateurs optiques
15 4 installés selon les intervalles requis le long des lignes de transmission à fibre optique 3.

La station d'envoi optique 1 inclut plusieurs émetteurs optiques (E/O) 1A pour émettre en sortie de nombreux signaux optiques de différentes longueurs d'onde, un dispositif de multiplexeur en longueurs
20 d'onde 1B pour multiplexer les nombreux signaux optiques selon une lumière de signal WDM et un post-amplificateur 1C pour amplifier la lumière de signal WDM en provenance du multiplexeur en longueurs d'onde 1B jusqu'au niveau requis et pour émettre en sortie la lumière de signal WDM sur les lignes de transmission à fibre optique 3.

25 Les lignes de transmission à fibre optique 3 contiennent de nombreuses divisions de relais pour une connexion sur des stations d'envoi optique 1 et des stations de réception optique 2.

L'amplificateur optique 4 qui est monté dans la ligne de transmission amplifie optiquement la lumière de signal WDM et l'envoie
30 sur la station de réception optique 2.

La station de réception optique 2 inclut un pré-amplificateur 2C pour amplifier la lumière de signal WDM de chacune des bandes de longueurs d'onde transmises par la ligne de transmission à fibre optique 3 jusqu'à un niveau requis, un démultiplexeur en longueurs d'onde 2B pour diviser la sortie optique en provenance du pré-amplificateur 2C selon de nombreux signaux optiques conformément à la longueur d'onde et plusieurs stations de réception optique (O/E) 2A pour traiter les nombreux signaux optiques lorsqu'ils sont reçus.

La figure 2 est un schéma qui représente une réparation de ligne de transmission traditionnelle.

Par report maintenant à la figure 2, un exemple de la réparation de ligne de transmission lorsque la ligne de transmission à fibre optique 3 dans une section de relais entre deux amplificateurs optiques 4 est coupée est représenté. Un système de transmission de ce type de configuration est utilisé par exemple dans un système de câble sous-marin optique.

Après enlèvement de la partie du câble qui est dans l'eau et après connexion des deux extrémités du câble coupé, un nouveau câble sous-marin optique est inséré et il est plus long que le câble installé originellement du fait que la connexion est réalisée à bord d'un bateau. La longueur du nouveau câble est déterminée par la profondeur de l'eau et elle doit être égale à au moins deux fois la profondeur d'eau. Le câble inséré est un câble à fibre qui est similaire au câble qui est utilisé en tant que ligne de transmission à fibre optique 3. Il peut y avoir des fois où les nombreuses sections de relais, qui sont créées aux endroits où les amplificateurs optiques séparent le câble entre les stations d'envoi optique et les stations de réception optique, utilisent différents types de fibres. Dans ce cas, le câble qui est inséré pour la réparation de la ligne de transmission utilise une pluralité de lignes de transmission présentant respectivement différentes valeurs de dispersion. Les longueurs des lignes de transmission qui présentent les différentes valeurs de dispersion sont réglées et la valeur de dispersion globale du câble inséré est sensiblement égale à zéro. Ceci permet une réduction du

défaut d'alignement généré par une dispersion accumulée depuis l'instant où le système de transmission a été originellement installé.

On suppose par exemple qu'une fibre décalée à dispersion non nulle (NZ-DSF) présente une dispersion chromatique de -2 ps/nm/km et que neuf sections de transmission sont utilisées. En outre, une fibre à dispersion zéro à $1,3$ μm (fibre monomode (SMF)) présente une dispersion optique de $+18$ ps/nm/km et une seule section de transmission est utilisée. Le rapport de NZ-DSF et de SMF devrait être réglé à $9 : 1$. De cette façon, des câbles qui présentent une valeur de dispersion sensiblement égale à zéro pourraient être insérés, ce qui permettrait une réduction de la dispersion accumulée qui accompagne les câbles insérés lorsque le système de transmission optique WDM est installé la première fois.

Les systèmes de câble sous-marin optique sont classés selon les trois principaux groupes qui suivent : le littoral, la mer peu profonde et la mer profonde.

La figure 3 est un schéma qui représente les types de sections d'un câble sous-marin.

Par report maintenant à la figure 3, la section de littoral est la section de relais qui va depuis la station d'envoi optique 1 jusqu'à un premier amplificateur optique 4-1. Par ailleurs, la section de littoral va depuis un amplificateur optique 4-17 jusqu'à la station de réception optique 2. La section de mer peu profonde est la section de relais dans laquelle des amplificateurs optiques 4-2 à 4-6 sont agencés dans l'eau jusqu'à une profondeur d'approximativement 1000 mètres. La section de mer profonde est la section de relais qui est agencée depuis l'amplificateur optique 4-7 jusqu'à l'amplificateur optique 4-15 dans l'eau à une profondeur d'approximativement 1000 m ou plus.

La fréquence des réparations dans chacune des sections respectives varie. Par ailleurs, plus l'eau est profonde, moins les réparations sont fréquentes et plus un câble de réparation long est nécessaire.

Traditionnellement, les fibres qui sont utilisées dans les sections de mer peu profonde, de mer profonde et de littoral étaient du même type. Les câbles sous-marins qui sont utilisés dans les sections respectives étaient de différents types de câbles (c'est-à-dire la section de littoral du câble était plus résistante que la section peu profonde de câble sous-marin, laquelle était plus résistante que la section profonde du câble sous-marin).

Dans un système de transmission par multiplexage par division en longueurs d'onde de capacité importante longue distance, l'utilisation d'une fibre qui présente un diamètre de champ de mode moyen important et une faible différence en termes de dispersion chromatique accumulée entre des longueurs d'onde est avantageuse pour la réduction de l'effet non linéaire.

La ligne de transmission utilise une fibre à dispersion positive (fibre +D) qui présente une valeur de dispersion positive en réponse à des longueurs d'onde de signal optique transmises sur la première moitié de la ligne de transmission de section de relais où le diamètre de champ de mode est important. Par ailleurs, la ligne de transmission utilise une fibre à dispersion négative (fibre -D) qui présente une valeur de dispersion négative en réponse à des longueurs d'onde de signal optique où la dispersion chromatique et la pente de dispersion chromatique concernant la première moitié de la fibre sont compensées et le diamètre de champ de mode dans la seconde moitié de la ligne de transmission est faible.

La figure 4 est un schéma qui représente une configuration typique d'un système de transmission par multiplexage par division en longueurs d'onde qui utilise une dispersion positive et une dispersion négative.

Par report maintenant à la figure 4, le système optique de transmission WDM est constitué par par exemple la station d'envoi optique (OS) 1, par la station de réception optique (OR) 2, par la ligne de transmission à fibre optique 3 pour connecter la station d'envoi optique et la station de réception optique et par plusieurs amplificateurs

optiques 4 qui sont placés selon les intervalles requis le long de la ligne de transmission à fibre optique 3.

La station d'envoi optique 1 et la station de réception optique 2 sont configurées de la même façon que sur la figure 1.

5 La ligne de transmission à fibre optique 3 contient plusieurs sections de relais qui connectent la station d'envoi optique 1, chacun des amplificateurs optiques 4 et la station de réception optique 2. Chacune des sections de relais utilise une ligne de transmission hybride qui est configurée comme suit. La première moitié (côté d'envoi) utilise
10 la SMF de dispersion 0 à $1,3 \mu\text{m}$ 3a qui présente une valeur de dispersion chromatique positive et une pente de dispersion positive dans la bande de longueurs d'onde de la lumière de signal WDM. La seconde moitié utilise la fibre de compensation de dispersion 3b qui présente une valeur de dispersion chromatique négative et une pente de dispersion
15 négative dans la bande de longueurs d'onde de la lumière de signal WDM.

Dans cet exemple, la dispersion chromatique moyenne dans les sections de la ligne de transmission hybride constituée par la fibre à dispersion positive 3a et par la fibre à dispersion négative 3b est établie
20 à approximativement -2 ps/nm/km . La dispersion chromatique accumulée est compensée en installant dans des sections (a) et (b) de la figure 4 seulement la fibre à dispersion positive 3a.

La figure 5 est un schéma qui représente une carte de dispersion typique d'un système de transmission par multiplexage par division en
25 longueurs d'onde.

Par report maintenant à la figure 5, les caractéristiques au niveau du schéma sont représentées pour le multiplexage de signaux optiques à 34 ondes avec un intervalle de canal de signal optique de 50 GHz. Sur le schéma, une ligne NZ-DSF est utilisée en tant que ligne de transmission. Un triangle blanc représente un canal 34, un carré noir représente un canal 17 et un cercle blanc représente un canal 1. En
30 l'absence de repère, la fibre à dispersion positive et la fibre à dispersion négative sont utilisées en tant que ligne de transmission comme sur la

figure 4. Les lignes de transmission qui utilisaient une fibre à dispersion positive et une fibre à dispersion négative présentaient une pente de dispersion moyenne plus faible. Par conséquent, leur dispersion accumulée à la suite de la transmission était plus faible et leur distorsion de forme d'onde de transmission était réduite.

Les problèmes qui suivent sont rencontrés lors de la réparation de lignes optiques à l'aide d'une fibre +D/-D.

(1) Distorsion de forme d'onde de transmission qui est générée par une gestion de dispersion et par la valeur de dispersion accumulée.

Le tableau 1 représente les valeurs de dispersion chromatique de la ligne de transmission classique NZ-DSF de même que celles d'une fibre à dispersion positive et d'une fibre à dispersion négative.

Tableau 1

Valeurs de dispersion chromatique de fibre de ligne de transmission

Fibre	Fibre à dispersion positive	Fibre à dispersion négative	NZ-DSF (traditionnelle)
Valeur de dispersion chromatique (ps/nm/km)	Approximativement +20	Approximativement -20 à -90	Approximativement -2

Les valeurs absolues de la valeur de dispersion chromatique par unité de longueur de la fibre à dispersion positive et de la fibre à dispersion négative sont toutes deux très significatives et sont supérieures à la valeur pour la ligne de transmission traditionnelle NZ-DSF d'un ordre de grandeur. Pour cette raison, lorsque l'on réalise des réparations de ligne de transmission en utilisant des lignes de transmission constituées par des systèmes similaires aux systèmes traditionnels dans des systèmes de transmission qui utilisent une fibre à dispersion positive et une fibre à dispersion négative, on perd beaucoup au niveau de la gestion de la dispersion de tels systèmes et la valeur de la dispersion accumulée à la suite de la transmission varie de façon significative. Ceci génère une augmentation importante de la distorsion de forme d'onde et les caractéristiques de transmission se dégradent.

(2) Augmentations des pertes de connexion

Le tableau 2 représente le diamètre de champ de mode de la fibre à dispersion positive, de la fibre à dispersion négative, de la ligne NZ-DSF et de la fibre SMF.

5

Tableau 2

Diamètre de champ de mode pour chaque fibre de ligne de transmission

Fibre	Fibre à dispersion positive	Fibre à dispersion négative	NZ-DSF	SMF
Diamètre de champ de mode (μm^2)	Approximativement 10 à 12	Approximativement 4 à 6	Approximativement 7 à 8	Approximativement 10 à 12

La différence entre les diamètres de champ de mode de la fibre à dispersion positive et de la fibre à dispersion négative est plus importante que la différence entre les diamètres de champ de mode de la fibre SMF et de la fibre NZ-DSF utilisées dans les systèmes de transmission traditionnels. Par conséquent, la perte de connexion de la fibre de ligne de transmission est également plus importante. Cet effet devient notable lorsque la fréquence des réparations est élevée ou lorsque la section de relais est courte.

(3) Augmentation excessive de l'effet non linéaire dans la fibre à dispersion négative

Lors de la réduction de l'effet de dispersion chromatique en utilisant une combinaison d'une fibre à dispersion positive et d'une fibre à dispersion négative et lorsqu'une perturbation se produit dans la première moitié de la section de relais, l'effet non linéaire qui se produit dans la fibre à dispersion négative qui constitue le câble inséré a pour effet que la distorsion de forme d'onde a un effet considérable sur les caractéristiques de transmission. Par conséquent, la puissance lumineuse des signaux d'envoi est une puissance élevée.

RÉSUMÉ DE L'INVENTION

Par conséquent, un objet de la présente invention consiste à proposer un système de communication optique dans lequel une ligne

de transmission est configurée en utilisant une fibre à dispersion positive et une fibre à dispersion négative.

Les objets de la présente invention sont atteints en proposant un procédé permettant de réparer une ligne de transmission qui comporte
5 une section qui inclut une première fibre qui présente une dispersion positive par rapport à une longueur d'onde qui est transmise au travers de la section et une seconde fibre qui présente une dispersion négative par rapport à une longueur d'onde qui est transmise au travers de la section. Le procédé inclut l'insertion d'une troisième fibre dans la
10 section, la troisième fibre présentant une valeur absolue de dispersion par unité de longueur inférieure à la valeur absolue de dispersion par unité de longueur des première et seconde fibres.

Les objets de la présente invention sont également atteints en proposant un système de communication optique qui inclut un procédé
15 permettant de réparer une ligne de transmission qui comporte une section qui inclut une première fibre qui présente une dispersion positive par rapport à une longueur d'onde qui est transmise au travers de la section et une seconde fibre qui présente une dispersion négative par rapport à une longueur d'onde qui est transmise au travers de la section,
20 et lorsqu'une perturbation se produit dans la première fibre, la première fibre est ainsi divisée selon une première partie et une seconde partie. Le procédé inclut l'insertion d'une troisième fibre dans la section entre les première et seconde parties afin de réparer la perturbation, la troisième fibre présentant une valeur absolue de dispersion inférieure à
25 la valeur absolue de dispersion par unité de longueur de la première fibre et de la seconde fibre.

Les objets de la présente invention sont en outre atteints en proposant un système de communication optique qui inclut un procédé
30 permettant de réparer une ligne de transmission qui comporte une section qui inclut une première fibre qui présente une dispersion positive par rapport à une longueur d'onde qui est transmise au travers de la section et une seconde fibre qui présente une dispersion négative par rapport à une longueur d'onde qui est transmise au travers de la section,

et lorsqu'une perturbation se produit dans la seconde fibre, la seconde fibre est ainsi divisée selon une première partie et une seconde partie. Le procédé inclut l'insertion d'une troisième fibre dans la section entre les première et seconde parties afin de réparer la perturbation, la

5 troisième fibre présentant une valeur absolue de dispersion par unité de longueur inférieure à la valeur absolue de dispersion par unité de longueur de la première fibre et de la seconde fibre.

Les objets de la présente invention sont atteints en proposant un système de communication optique qui inclut une ligne de transmission

10 qui comporte des premier et second répéteurs qui sont agencés le long de la ligne de transmission sans aucun autre répéteur entre les premier et second répéteurs, une section de la ligne de transmission étant définie en tant que partie de la ligne de transmission entre les premier et

15 dispersion positive par rapport à une longueur d'onde qui est transmise au travers de la section et une seconde fibre qui présente une dispersion négative par rapport à une longueur d'onde qui est transmise au travers de la section, une troisième section qui est insérée dans la

20 dispersion par unité de longueur inférieure à la valeur absolue de dispersion par unité de longueur des première et seconde fibres.

Les objets de la présente invention sont atteints en proposant un système de communication optique qui inclut une ligne de transmission qui comporte des première et seconde extrémités et une pluralité de

25 sections entre les première et seconde extrémités de telle sorte qu'une lumière se déplace depuis la première extrémité au travers de chacune des sections puis jusqu'à la seconde extrémité. Au moins certaines sections de la pluralité de sections incluent chacune une première fibre qui présente une dispersion positive par rapport à une longueur d'onde

30 qui est transmise au travers de la section et une seconde fibre qui présente une dispersion négative par rapport à une longueur d'onde qui est transmise au travers de la section. Une section respective de la pluralité de sections qui n'est pas une section desdites au moins

certaines sections étant formée à partir d'une fibre optique qui présente une valeur absolue de dispersion par unité de longueur inférieure à la valeur absolue de dispersion par unité de longueur des première et seconde fibres. Ladite section respective comporte, agencé suivant la

5 section, au moins un élément du groupe incluant : (a) un dispositif pour séparer une lumière qui se déplace au travers de la section, (b) un dispositif pour insérer une lumière dans la section, (c) un égaliseur de gain et (d) un compensateur de dispersion.

Les objets de la présente invention sont atteints en proposant un

10 système de communication optique qui inclut une section d'une ligne de transmission comportant des répéteurs agencés le long de la ligne de transmission. La section inclut une première fibre qui présente une dispersion positive par rapport à une longueur d'onde qui est transmise au travers de la section et une seconde fibre qui présente une

15 dispersion négative par rapport à une longueur d'onde qui est transmise au travers de la section. Au moins une fibre autre que les première et seconde fibres présente une valeur absolue de dispersion par unité de longueur inférieure à la valeur absolue de dispersion par unité de longueur des première et seconde fibres.

20 Les objets de la présente invention sont atteints en proposant un système de communication optique qui inclut une ligne de transmission qui comporte une première section et une seconde section et qui est divisée par des répéteurs qui sont agencés le long de la ligne de transmission, la première section incluant une première fibre qui

25 présente une dispersion positive par rapport à une longueur d'onde qui est transmise au travers de la section et une seconde fibre qui présente une dispersion négative par rapport à une longueur d'onde qui est transmise au travers de la section. La seconde section inclut une fibre autre que les première et seconde fibres. La fibre présente une valeur

30 absolue de dispersion par unité de longueur inférieure à la valeur absolue de dispersion par unité de longueur des première et seconde fibres.

Des objets additionnels et des avantages additionnels de l'invention seront mis en exergue en partie dans la description qui suit et apparaîtront en partie au fil de la lecture de la description ou peuvent être appris au moyen de la mise en œuvre de l'invention.

5 BRÈVE DESCRIPTION DES DESSINS

Ces objets et avantages ainsi que d'autres de l'invention apparaîtront et seront appréciés davantage aisément au vu de la description qui suit des modes de réalisation préférés que l'on lira en conjonction avec les dessins annexés parmi lesquels :

10 la figure 1 (art antérieur) est un schéma qui représente une configuration typique d'un système de transmission par multiplexage par division en longueurs d'onde ;

la figure 2 (art antérieur) est un schéma qui représente une réparation de ligne de transmission traditionnelle ;

15 la figure 3 (art antérieur) est un schéma qui représente les types de sections d'un câble sous-marin ;

la figure 4 (art antérieur) est un schéma qui représente une configuration typique d'un système de transmission par multiplexage par division en longueurs d'onde qui utilise une dispersion positive et une
20 dispersion négative ;

la figure 5 est un schéma qui représente une carte de dispersion typique d'un système de transmission par multiplexage par division en longueurs d'onde ;

25 les figures 6(A), 6(B) et 6(C) sont des schémas qui représentent une réparation de ligne de transmission conformément à un mode de réalisation de la présente invention ;

la figure 7 est un schéma qui représente un système de transmission par multiplexage par division en longueurs d'onde conformément à un mode de réalisation de la présente invention ;

30 la figure 8 est un schéma qui représente un système de transmission par multiplexage par division en longueurs d'onde conformément à un mode de réalisation de la présente invention ;

la figure 9 est un schéma qui représente un système de transmission par multiplexage par division en longueurs d'onde conformément à un mode de réalisation de la présente invention ;

5 la figure 10 est un schéma qui représente un système de transmission par multiplexage par division en longueurs d'onde conformément à un mode de réalisation de la présente invention ;

la figure 11 est un schéma qui représente un système de transmission par multiplexage par division en longueurs d'onde conformément à un mode de réalisation de la présente invention ;

10 les figures 12(A), 12(B), 12(C) et 12(D) sont des schémas qui représentent une configuration de dispositifs conformément à un mode de réalisation de la présente invention ;

la figure 13 est un schéma qui représente une configuration d'un système de transmission par multiplexage par division en longueurs d'onde dans lequel un compensateur de dispersion groupé a été installé dans la station d'envoi et dans la station de réception, conformément à un mode de réalisation de la présente invention ;

15 la figure 14 est un schéma qui représente une configuration d'un système de transmission par multiplexage par division en longueurs d'onde dans lequel un compensateur de dispersion variable a été installé dans la section de transmission conformément à un mode de réalisation de la présente invention ;

20 la figure 15 est un schéma qui représente une configuration d'un compensateur de dispersion variable, conformément à un mode de réalisation de la présente invention ;

les figures 16(A) et 16(B) sont des schémas qui représentent une réparation de ligne de transmission dans un système de transmission par multiplexage par division en longueurs d'onde, conformément à un mode de réalisation de la présente invention ; et

30 les figures 17(A) et 17(B) sont des schémas qui représentent une réparation de ligne de transmission dans un système de transmission par multiplexage par division en longueurs d'onde, conformément à un mode de réalisation de la présente invention.

DESCRIPTION DES MODES DE RÉALISATION PRÉFÉRÉS

Référence sera maintenant faite en détail aux modes de réalisation présentement préférés de la présente invention dont des exemples sont représentés sur les dessins annexés sur lesquels des index de référence identiques permettent d'indiquer des éléments identiques, ceci pour l'ensemble des dessins.

Un système de transmission par multiplexage par division en longueurs d'onde utilise une fibre à dispersion positive et une fibre à dispersion négative dans lesquelles une longueur d'onde optique multiplexée est transmise. La fibre qui est utilisée pour réparer la ligne de transmission présente une valeur de dispersion de zéro sur le côté des longueurs d'onde courtes ou sur le côté des longueurs d'onde longues en contiguïté avec la bande de signal optique multiplexée qui est transmise.

Les figures 6(A), 6(B) et 6(C) sont des schémas qui représentent une réparation de ligne de transmission conformément à un mode de réalisation de la présente invention. Les figures 6(A), 6(B) et 6(C) représentent par exemple une section de relais où une fibre NZ-DSF est une ligne de transmission qui présente une valeur absolue de dispersion inférieure à celles de la fibre à dispersion positive et de la fibre à dispersion négative. Ici, la longueur d'onde de signal optique est transmise au moyen d'une station de signal optique multicanal (c'est-à-dire de 32 canaux) 1 entre 1,530 μm et 1,610 μm . La fibre optique 3 qui constitue la ligne de transmission présente les valeurs de dispersion par exemple telles que représentées au niveau du tableau 1 qui est présenté ci-avant, lesquelles valeurs de dispersion concernent la longueur d'onde de signal optique qui est transmise au moyen de la station d'envoi optique 1.

Par report à la figure 6(A), un schéma qui représente une perturbation dans la fibre à dispersion positive dans la section avant d'une section de relais qui est constituée par une fibre à dispersion positive et par une fibre à dispersion négative est représenté. Une "perturbation" est définie par exemple en tant que rupture de la ligne de

transmission ou en tant que n'importe quel autre problème qui empêche que la lumière ne soit transmise au travers des lignes de transmission et qui nécessite de ce fait qu'une partie de la ligne de transmission soit réparée ou remplacée.

5 Ici, par exemple, la fibre à dispersion positive 3a (comme représentée sur la figure 4) au niveau de la section avant de la section de relais est séparée selon une fibre à dispersion positive 3a₁ et une fibre à dispersion positive 3a₂.

10 La lumière de signal WDM est amplifiée jusqu'au niveau requis dans l'amplificateur optique 4 et après déplacement au travers de la fibre à dispersion positive 3a₁, elle traverse la fibre NZ-DSF 3c qui est insérée du fait de la réparation.

15 Ensuite, la lumière de signal WDM est transmise au travers de la fibre à dispersion positive 3a₂ et de la fibre à dispersion négative 3b et elle entre dans l'amplificateur optique 4 suivant.

20 Par report maintenant à la figure 6(B), un schéma qui représente une perturbation au voisinage de la fibre à dispersion positive 3a et de la fibre à dispersion négative 3b d'une section de relais de la ligne de transmission hybride est représenté. La section de relais est constituée par la fibre à dispersion positive 3a et par la fibre à dispersion négative 3b.

25 La lumière de signal WDM est amplifiée jusqu'au niveau requis dans l'amplificateur optique 4 et après déplacement au travers de la fibre à dispersion positive 3a, elle traverse la fibre NZ-DSF 3c qui est insérée du fait de la réparation.

Ensuite, la lumière de signal WDM est transmise au travers de la fibre à dispersion négative 3b et elle entre dans un autre amplificateur optique 4.

30 Par report maintenant à la figure 6(C), un schéma qui représente une perturbation dans la fibre à dispersion négative d'une section de relais qui est constituée par la fibre à dispersion positive et par la fibre à dispersion négative est représenté. Ici, par exemple, la fibre à dispersion négative 3b (comme représenté sur la figure 4) de la section de relais

est séparée selon une fibre à dispersion négative $3b_1$ et une fibre à dispersion négative $3b_2$.

La lumière de signal WDM est amplifiée jusqu'au niveau requis dans l'amplificateur optique 4 et après déplacement au travers de la fibre à dispersion positive 3a, elle traverse la fibre à dispersion négative $3b_1$ au niveau de la section avant de la fibre à dispersion négative 3b.

Ensuite, la lumière de signal WDM est transmise au travers de la fibre NZ-DSF 3c qui est insérée pour la réparation puis elle se déplace au travers de la fibre à dispersion négative $3b_2$ au niveau de la section arrière de la fibre à dispersion négative 3b, puis elle entre dans un autre amplificateur optique 4.

Lors de la réparation de la ligne de transmission, les conditions des figures 6(A), (B) et (C) doivent être considérées. Cependant, l'utilisation de l'invention qui est représentée au niveau de n'importe laquelle des figures 6(A), (B) et (C) conduit aux effets qui sont décrits en (A), (B) et (C) ci-après.

(A) Du fait que la valeur absolue de la quantité de dispersion chromatique par unité de longueur de la fibre NZ-DSF 3c est faible (-2 ps/nm/km), la gestion de dispersion est affectée au minimum. Par ailleurs, du fait d'une variation minimum au niveau de la valeur de dispersion accumulée, l'effet sur les caractéristiques de transmission devrait être réduit.

(B) Le diamètre de champ de mode de la fibre NZ-DSF 3c est dans l'espace entre les fibres à dispersion positive 3a, $3a_1$ et $3a_2$ et les fibres à dispersion négative 3b, $3b_1$ et $3b_2$.

Par conséquent, quelle que soit la fibre qui est connectée entre la ligne de transmission hybride qui est constituée par la fibre à dispersion positive 3a et par la fibre à dispersion négative 3b, la perte de connexion ne sera pas excessivement importante et la configuration pourrait être telle que cette perte soit pratiquement la même. Il y a également moins de dégradation excessive due au type d'effet non linéaire qui se produit lors d'une utilisation de la fibre à dispersion négative 3b dans la section avant de la ligne de transmission hybride.

(C) Du fait que la fibre de secours (NZ-DSF 3c) peut être limitée à un type unique, il n'est pas nécessaire de considérer la directionnalité lors de la préparation de câbles pour des réparations de lignes de tête ou de lignes de queue, ce qui améliore l'efficacité du travail.

Selon ce mode de réalisation, les côtés de longueurs d'onde longues ou de longueurs d'onde courtes en contiguïté avec la bande de longueurs d'onde de la longueur d'onde de signal optique transmise présentent des valeurs de dispersion de zéro. Par conséquent, la fibre NZ-DSF 3c qui présente une valeur absolue en ce qui concerne la quantité de dispersion par unité de longueur en relation avec la longueur d'onde de signal optique transmise qui est inférieure à celle de la fibre à dispersion positive 3a ou de la fibre à dispersion négative 3b est utilisée.

En tant qu'exemple, une fibre de décalage de dispersion (DSF) ou une fibre similaire pourrait être utilisée et ainsi, la longueur d'onde de signal transmise et la longueur d'onde de dispersion de zéro se correspondraient.

Si l'on considère l'effet non linéaire entre les longueurs d'onde de lumière de signal de transmission DSF, il est possible que l'utilisation de la fibre NZ-DSF 3c conduise à des caractéristiques de transmission supérieures.

La figure 7 est un schéma qui représente un système de transmission par multiplexage par division en longueurs d'onde conformément à un mode de réalisation de la présente invention.

Par report maintenant à la figure 7, le système optique de transmission WDM est constitué par la section d'envoi optique (OS) 1, par la station de réception optique (OR) 2, par une ligne de transmission à fibre optique 5 permettant de connecter l'amplificateur optique 4 qui est connecté à la section de littoral à la station d'envoi optique 1 et à la station de réception optique 2, par les lignes de transmission à fibre optique 3 et par les amplificateurs optiques 4 qui sont agencés selon les intervalles requis le long des lignes de transmission à fibre optique 3.

La configuration de la station d'envoi optique 1 et de la station de réception optique 2 est la même que la configuration qui est représentée sur la figure 1. Ici, la longueur d'onde de signal optique qui est envoyée sur la station d'envoi optique 1 est envoyée par exemple au moyen de multiples canaux (c'est-à-dire de 32 canaux) entre 1,530 μm et 1,610 μm depuis la station d'envoi optique 1.

La fibre NZ-DSF est utilisée dans la section de relais depuis la station d'envoi optique 1 jusqu'au premier amplificateur optique 4 et dans la section de relais depuis le dernier amplificateur optique 4 jusqu'à la station de réception optique 2. Une fibre SMF de dispersion zéro à 1,3 μm 3a qui présente une valeur de dispersion chromatique positive et une pente de dispersion positive pourrait par exemple être utilisée dans la section avant de la section de relais et une fibre de compensation de dispersion 3b qui présente une valeur de dispersion chromatique négative et une pente de dispersion négative pourrait par exemple être utilisée dans la section arrière afin de constituer une ligne de transmission hybride. La dispersion de la ligne de transmission hybride pourrait être décalée en utilisant des lignes de transmission comportant seulement la fibre SMF de dispersion zéro à 1,3 μm 3a.

La lumière de signal WDM qui est envoyée depuis la station d'envoi optique 1 est transmise au travers de la fibre NZ-DSF (la ligne de transmission optique 5). Puis la lumière de signal WDM est transmise sur plusieurs lignes de transmission hybride constituées par la fibre SMF de dispersion zéro à 1,3 μm 3a et par des fibres de compensation de dispersion 3b et sur des lignes de transmission comportant seulement la fibre SMF de dispersion zéro à 1,3 μm 3a pour décaler la dispersion de ces lignes de transmission hybride.

Ensuite, la lumière de signal WDM est transmise au travers de la fibre NZ-DSF (la ligne de transmission optique 5) et elle entre dans la station de réception 2.

La ligne de transmission hybride qui est constituée par la fibre SMF de dispersion zéro à 1,3 μm 3a et par la fibre de compensation de dispersion 3b a démontré d'excellentes caractéristiques de transmission

longue distance par comparaison avec celles de la fibre NZ-DSF. Cependant, puisque des fibres présentant deux types de diamètres de champ de mode qui présentent une dispersion chromatique largement divergente par unité de longueur sont utilisées, l'effet de la gestion de dispersion ou de la perte de connexion sur le système de transmission est significatif lorsqu'il y a une perturbation et qu'une fibre est enlevée ou insérée. En tant que résultat, la dégradation des caractéristiques de transmission devient plus importante que la dégradation de la fibre NZ-DSF.

10 La fibre NZ-DSF (la ligne de transmission optique 5) qui présente une valeur de dispersion chromatique par unité de longueur plus faible est utilisée dans les sections de relais depuis la station d'envoi optique 1 jusqu'au premier amplificateur optique 4 où le risque d'une perturbation est élevé et dans les sections de relais entre le dernier amplificateur
15 optique 4 et la station de réception optique 2.

Lorsqu'il y a une perturbation et qu'une fibre est enlevée ou insérée, la fibre NZ-DSF (la ligne de transmission optique 5) présente une valeur absolue pour la quantité de dispersion chromatique par unité de longueur qui est faible de telle sorte que la gestion de dispersion
20 n'est pas affectée de façon significative. Par ailleurs, puisqu'il y a peu de variation au niveau de la valeur de dispersion accumulée, l'effet sur les caractéristiques de transmission peut être réduit.

Afin d'empêcher une perte de connexion excessive lors de la réalisation de réparations, la ligne de transmission optique 5 n'utilise pas
25 de multiples types de fibres de ligne de transmission hybride. Ici, les fibres qui sont présentées dans le tableau 1 mentionné ci-avant pourraient être par exemple utilisées pour la fibre à dispersion positive 3a, pour la fibre à dispersion négative 3b et pour la fibre NZ-DSF.

Par ailleurs, comme selon le mode de réalisation décrit en
30 relation avec la figure 6, aussi longtemps que la fibre est une fibre optique qui présente une valeur absolue pour la quantité de dispersion par unité de longueur en relation avec la longueur d'onde de signal optique inférieure à celle de la fibre à dispersion positive 3a ou de la

fibre à dispersion négative 3b, elle peut être utilisée dans la première section et dans la dernière section en lieu et place de la fibre NZ-DSF 3c.

5 La configuration de la figure 7 peut utiliser la même configuration que celle de la figure 6 lorsqu'une perturbation se produit.

La figure 8 est un schéma qui représente un système de transmission par multiplexage par division en longueurs d'onde conformément à un mode de réalisation de la présente invention.

10 Par report maintenant à la figure 8, le système optique de transmission WDM inclut la station d'envoi optique (OS) 1, la station de réception optique (OR) 2, la ligne de transmission optique 5 qui connecte la station d'envoi optique 1 et la station de réception optique 2, les amplificateurs optiques 4 qui sont placés dans l'eau à des profondeurs de 1000 mètres ou moins et la ligne de transmission 3 qui
15 connecte les amplificateurs optiques 4 qui sont placés dans l'eau à des profondeurs de 1000 mètres ou plus selon les intervalles requis.

La fibre NZ-DSF est utilisée dans les sections de la ligne de transmission optique 5 qui sont placées dans l'eau à des profondeurs de 1000 mètres ou moins. Dans les sections qui sont placées à des
20 profondeurs d'eau de 1000 mètres ou plus, une fibre SMF de dispersion zéro à $1,3 \mu\text{m}$ 3a qui présente une valeur de dispersion chromatique positive et une pente de dispersion positive pourrait par exemple être utilisée dans la première moitié et une fibre de compensation de dispersion 3b qui présente une pente de dispersion négative et une
25 valeur de dispersion chromatique négative pourrait par exemple être utilisée dans la seconde moitié afin de réaliser une transmission hybride. La dispersion de la ligne de transmission hybride pourrait également être décalée au moyen de la fibre SMF de dispersion zéro à $1,3 \mu\text{m}$ 3a.

30 Le signal optique qui est envoyé depuis la station d'envoi optique 1 est transmis au travers de la fibre NZ-DSF (la ligne de transmission optique 5) dans les nombreuses sections de relais au niveau desquelles l'amplificateur optique 4 est placé dans l'eau à des profondeurs de 1000 mètres ou moins.

Dans les sections de relais qui comportent un amplificateur optique 4 placé dans l'eau à des profondeurs de 1000 mètres ou plus, le signal optique est transmis sur plusieurs lignes de transmission hybride constituées par une fibre SMF de dispersion zéro à 1,3 μm 3a, par la
5 fibre de compensation de dispersion 3b et sur les lignes de transmission qui comportent seulement la fibre SMF de dispersion zéro à 1,3 μm 3a qui décale la dispersion de ces lignes de transmission hybride.

Ensuite, dans les plusieurs sections de relais qui contiennent des amplificateurs optiques 4 qui sont agencés dans l'eau à des profondeurs
10 de 1000 mètres ou moins, le signal optique est transmis sur la fibre NZ-DSF (la ligne de transmission optique 5) et il entre au niveau du côté de réception.

Les caractéristiques de transmission de la ligne de transmission hybride qui est constituée par la fibre SMF de dispersion zéro à 1,3 μm
15 3a et par la fibre de compensation de dispersion 3b étaient excellentes par comparaison avec celles de la fibre NZ-DSF.

Cependant, puisque des fibres qui présentent deux types de diamètres de champ de mode présentant des dispersions chromatiques très différentes par unité de longueur ont été utilisées, il y a un effet
20 considérable sur le système de transmission en ce qui concerne la gestion de la dispersion et la perte de connexion lorsqu'il y a une perturbation et qu'une fibre est soit enlevée, soit installée. En tant que résultat, la dégradation des caractéristiques de transmission est plus importante que la dégradation de la fibre NZ-DSF.

Pour ces raisons, dans des sections de relais qui comportent des amplificateurs optiques 4 qui sont agencés dans l'eau à des profondeurs de 1000 mètres ou moins et où le risque d'une perturbation est élevé, la fibre NZ-DSF (la ligne de transmission optique 5) qui présente une
25 valeur de dispersion chromatique par unité de longueur faible est utilisée.
30

La fibre NZ-DSF (la ligne de transmission optique 5) présente une valeur absolue faible pour la valeur de dispersion en longueurs d'onde par unité de longueur. En tant que résultat, lorsqu'il y a une

perturbation et qu'une fibre est enlevée ou insérée, l'effet sur la gestion de la dispersion est mauvais et la variation de la quantité de dispersion accumulée est faible. Par conséquent, l'effet sur les caractéristiques de transmission peut être maintenu faible.

5 Par ailleurs, afin d'empêcher une perte de connexion excessive lors de la réalisation de réparations, la ligne de transmission optique 5 n'utilise pas de multiples types de fibre. Ici, les fibres qui sont représentées au niveau du tableau 1 pourraient par exemple être utilisées pour la fibre à dispersion positive 3a, pour la fibre à dispersion
10 négative 3b et pour la fibre NZ-DSF.

Par ailleurs, comme selon le mode de réalisation décrit en relation avec la figure 6, aussi longtemps qu'une fibre optique présente la valeur absolue de la quantité de dispersion par unité de longueur, en relation avec la longueur d'onde de signal optique transmise, qui est
15 inférieure à celle de la fibre à dispersion positive 3a ou de la fibre à dispersion négative 3b, elle peut être utilisée en lieu et place de la fibre NZ-DSF 3c dans des sections d'eau à des profondeurs de 1000 mètres ou moins.

La configuration de la figure 8 peut utiliser la même configuration
20 que celle de la figure 6 lorsqu'une perturbation se produit.

Sur la figure 8, la section de transmission est dans l'eau à une profondeur de 1000 mètres ou moins mais elle existe seulement dans la station d'envoi optique 1 et dans la station de récepteur optique 2. S'il y a des sections de transmission qui sont dans l'eau à des profondeurs de
25 1000 mètres ou moins dans les sections centrales entre des stations terminales, une fibre optique pour laquelle la valeur absolue de la quantité de dispersion par unité de longueur, en relation avec la longueur d'onde de signal optique transmise, est inférieure à celle de la fibre à dispersion positive 3a ou de la fibre à dispersion négative 3b peut
30 être utilisée.

Les figures 9, 10 et 11 sont des schémas qui représentent un système de transmission par multiplexage par division en longueurs d'onde conformément à un mode de réalisation de la présente invention.

La figure 9 représente un égaliseur de gain 6 qui égalise le gain de l'amplificateur optique 4. La figure 10 représente un compensateur de dispersion 7 qui permet de décaler la dispersion chromatique. La figure 11 représente un multiplexeur d'ajout/de perte optique 8 permettant de diviser une lumière de signal en provenance de la ligne principale et d'insérer une lumière de signal dans la ligne principale et en particulier, le voisinage de la section qui inclut ces dispositifs.

La lumière de signal WDM est amplifiée par les amplificateurs optiques 4 selon des intervalles spécifiques. Elle est ensuite transmise au travers de plusieurs lignes de transmission hybride constituées par la fibre SMF de dispersion zéro à $1,3 \mu\text{m}$ 3a et par la fibre de compensation de dispersion 3b. La lumière de signal WDM passe entre les sections de relais qui incluent soit l'égaliseur de gain 6, soit le compensateur de dispersion 7, soit le multiplexeur d'ajout/de perte optique 8. Ensuite, la lumière de signal WDM est transmise une fois à nouveau au travers de plusieurs lignes de transmission hybride constituées par la fibre SMF de dispersion zéro à $1,3 \mu\text{m}$ 3a et par la fibre de compensation de dispersion 3b.

La fibre NZ-DSF (la ligne de transmission optique 5) est montée sur les deux extrémités de la ligne de transmission optique qui réalise une connexion sur l'amplificateur optique 4 dans la section de relais qui inclut l'égaliseur de gain 6, le compensateur de dispersion 7 ou le multiplexeur d'ajout/de perte optique 8. Chacun des dispositifs est monté au centre. Du fait que les dispositifs génèrent des pertes, les longueurs de la fibre optique dans les sections les incluant sont raccourcies.

Lors de l'utilisation d'une ligne de transmission hybride qui est constituée par une fibre SMF de dispersion zéro à $1,3 \mu\text{m}$ 3a et par une fibre de compensation de dispersion 3b dans la section qui inclut l'égaliseur de gain 6, le compensateur de dispersion 7 ou le multiplexeur d'ajout/de perte optique 8, ce qui suit se produit. Si la longueur de la section est réduite, l'effet des caractéristiques de transmission de la ligne de transmission hybride sera diminué et les bénéfices de l'utilisation d'une ligne de transmission hybride qui inclut une fibre SMF

de dispersion zéro à $1,3 \mu\text{m}$ 3a et une fibre de compensation de dispersion 3b sont négligeables.

D'autres inconvénients mettent en jeu la nécessité de contrôler la dispersion moyenne en réglant le rapport des longueurs de la ligne de transmission hybride et un défaut d'alignement ou une perte de connexion excessive lors de la réparation des lignes de transmission.

Par conséquent, en utilisant une fibre NZ-DSF (la ligne de transmission optique 5) en tant que fibre qui est utilisée dans les sections qui incluent l'égaliseur de gain 6, le compensateur de dispersion 7 ou le multiplexeur d'ajout/de perte optique 8, il est possible de contrôler la dégradation excessive des caractéristiques de transmission lors de la réparation de la ligne de transmission. Ici, les fibres qui sont représentées au niveau du tableau 1 pourraient par exemple être utilisées pour la fibre à dispersion positive 3a, pour la fibre à dispersion négative 3b et pour la fibre NZ-DSF.

Par ailleurs, comme selon le mode de réalisation décrit en relation avec la figure 6, aussi longtemps que la fibre optique présente une valeur absolue de la quantité de dispersion par unité de longueur, en relation avec la longueur d'onde de signal optique transmise, qui est inférieure à celle de la fibre à dispersion positive 3a ou de la fibre à dispersion négative 3b, elle peut être utilisée en lieu et place de la fibre NZ-DSF 3c.

Les figures 12(A), 12(B), 12(C) et 12(D) sont des schémas qui représentent une configuration de dispositifs conformément à un mode de réalisation de la présente invention.

Par report maintenant aux figures 12(A)-(D), des exemples d'une fibre NZ-DSF (la ligne de transmission optique 5) sont représentés, exemples selon lesquels la fibre NZ-DSF est utilisée en tant que fibre de la section d'entrée/sortie d'un mode de réalisation incluant (A) un amplificateur optique de secours 4', (B) un égaliseur de gain 6', (C) un compensateur de dispersion 7' et (D) un multiplexeur d'ajout/de perte optique 8'.

Du fait que la valeur absolue de la quantité de dispersion chromatique par unité de longueur pour la ligne de transmission optique 5 est utilisée, la gestion de la dispersion ne sera pas fortement diminuée et la variation de la quantité de dispersion accumulée restera faible de telle sorte que l'effet sur les caractéristiques de transmission peut être maintenu faible.

Le diamètre de champ de mode de la ligne de transmission optique 5 est entre la fibre à dispersion positive 3a et la fibre à dispersion négative 3b. Pour cette raison, aucune fibre qui se situe entre la section de ligne de transmission hybride qui inclut la fibre à dispersion positive 3a et la fibre à dispersion négative 3b ne devrait présenter une perte de connexion excessive. Par conséquent, il y a peu de perte de connexion excessive lors de l'utilisation de la fibre NZ-DSF (la ligne de transmission optique 5) sur les deux extrémités d'une section qui inclut un égaliseur de gain 6, un compensateur de dispersion 7 ou un multiplexeur d'ajout/de perte optique 8 qui sont similaires à ceux représentés sur les figures 9, 10 et 11.

En outre, afin de réduire la dégradation des caractéristiques de transmission générée par une dispersion chromatique, il est efficace a) d'insérer à l'intérieur de la station d'envoi optique 1 ou de la station de réception optique 2 un compensateur de dispersion chromatique général qui est soit fixe, soit variable et b) d'insérer un compensateur de dispersion variable 9 à l'intérieur de la section de transmission. Ici, la fibre présentée au niveau du tableau 1 peut être utilisée pour la fibre NZ-DSF.

Par ailleurs, comme selon le mode de réalisation décrit en relation avec la figure 6, aussi longtemps qu'une fibre optique présente la valeur absolue de la quantité de dispersion par unité de longueur, en relation avec la longueur d'onde de signal optique transmise, qui est inférieure à celle de la fibre à dispersion positive 3a ou de la fibre à dispersion négative 3b, elle peut être utilisée en lieu et place de la fibre NZ-DSF 3c.

La figure 13 est un schéma qui représente une configuration d'un système de transmission par multiplexage par division en longueurs d'onde où un compensateur de dispersion groupé a été installé dans la station d'envoi et dans la station de réception, conformément à un mode
5 de réalisation de la présente invention.

Le système de transmission par multiplexage par division en longueurs d'onde de la figure 13 peut inclure par exemple une station d'envoi optique (OS) 1, une station de réception optique (OR) 2, une ligne de transmission à fibre optique 3 connectée entre la station d'envoi
10 optique 1 et la station de réception optique 2 et plusieurs amplificateurs optiques 4 qui sont agencés selon les intervalles requis le long de la ligne de transmission à fibre optique 3.

La station d'envoi optique 1 comporte de nombreux dispositifs d'envoi optique (E/O) 1A pour émettre en sortie les signaux optiques respectifs de différentes longueurs d'onde, le dispositif de multiplexeur
15 en longueur d'onde 1B pour multiplexer les longueurs d'onde des signaux optiques et les amplificateurs optiques 1D pour amplifier le signal WDM en provenance du dispositif de multiplexeur en longueur d'onde 1B à un niveau spécifique pour émettre en sortie le signal sur un compensateur de dispersion groupé 1E. Le compensateur de dispersion groupé 1E décale à l'avance la dispersion chromatique accumulée qui est générée dans les lignes de transmissions pour toutes les longueurs
20 d'onde selon un faisceau. La station d'envoi optique 1 inclut également un post-amplificateur 1C qui amplifie jusqu'au niveau requis la lumière de signal WDM en provenance du compensateur de dispersion groupé 1E et qui émet en sortie la lumière de signal WDM sur la ligne de transmission à fibre optique 3.

La station de réception optique 2 comporte un pré-amplificateur 2C qui amplifie la lumière de signal WDM en provenance des bandes de
30 longueurs d'onde transmises au travers des lignes de transmission optique 3 jusqu'au niveau requis, un compensateur de dispersion groupé 2E qui décale selon un faisceau la dispersion chromatique accumulée qui est générée dans les lignes de transmission pour toutes

les longueurs d'onde de la lumière de signal WDM qui est émise en sortie depuis le pré-amplificateur 2C et l'amplificateur optique 2D qui amplifie jusqu'à un niveau spécifique la sortie en provenance du compensateur de dispersion groupé 2E. La station de réception optique 5 2 comporte le démultiplexeur en longueurs d'onde 2B qui divise la lumière de signal WDM qui est émise en sortie depuis l'amplificateur optique 2D et qui la divise selon de nombreux signaux optiques conformément à la longueur d'onde. Par ailleurs, la station de réception 2 comporte plusieurs récepteurs optiques (O/E) 2A pour réaliser les 10 processus de réception respectifs sur les nombreux signaux optiques.

Lorsqu'un défaut d'alignement de la dispersion chromatique accumulée se produit pendant la réparation des lignes de transmission, le défaut d'alignement de dispersion accumulée peut être réduit en modifiant la quantité de compensation de dispersion chromatique des 15 compensateurs de dispersion groupés 1E et 2E dans la station d'envoi optique 1 et dans la station de réception optique 2, de façon respective, dans le but de décaler le défaut d'alignement de dispersion chromatique qui se produit. Ceci rend possible de contrôler la dégradation des caractéristiques de transmission.

20 La figure 14 est un schéma qui représente une configuration d'un système de transmission par multiplexage par division en longueurs d'onde dans lequel un compensateur de dispersion variable a été installé dans la section de transmission conformément à un mode de réalisation de la présente invention.

25 Le système optique de transmission WDM de la figure 14 peut inclure, par exemple, la station d'envoi optique (OS) 1, la station de réception optique (OR) 2 et la ligne de transmission à fibre optique 3 qui connecte la station d'envoi optique 1 et la station de réception optique 2. Par ailleurs, ce système pourrait contenir de nombreux amplificateurs 30 optiques 4 agencés selon des intervalles spécifique le long des lignes de transmission à fibre optique 3, un compensateur de dispersion variable 9 et une ligne de transmission optique 5 à utiliser dans la section dans laquelle le compensateur de dispersion variable 9 a été inséré.

La configuration de la station d'envoi optique 1 et de la station de réception optique 2 est la même que pour la figure 1 présentée ci-avant. Le système est également configuré avec un compensateur de dispersion groupé (1E, 2E) qui est inséré à l'intérieur de la station d'envoi optique 1 et à l'intérieur de la station optique 2 comme représenté sur la figure 13.

La lumière de signal WDM envoyée depuis la station d'envoi optique 1 est amplifiée dans les amplificateurs 4 selon des intervalles spécifiques et est transmise au travers de la ligne de transmission à fibre optique 3. Dans des sections qui incluent un compensateur de dispersion variable 9, le signal traverse la ligne de transmission optique 5, se déplace jusqu'au compensateur de dispersion variable 9 et est transmis au travers de la ligne de transmission optique 5. Ensuite, le signal est amplifié une fois à nouveau par des amplificateurs optiques 4 selon des intervalles spécifiques et est transmis jusqu'à la ligne de transmission à fibre optique 3. Le signal qui se déplace au travers de la ligne de transmission optique 5 traverse une autre section qui inclut le compensateur de dispersion variable 9 et après avoir été transmis au travers de la ligne de transmission optique 5, il est amplifié par les amplificateurs optiques 4 selon des intervalles spécifiques. Puis le signal est transmis sur la ligne de transmission à fibre optique 3 et est reçu par la station de réception optique 2.

Lors de la réparation d'une ligne de transmission qui présente un défaut d'alignement de dispersion en longueur d'onde accumulée, le défaut d'alignement de dispersion accumulée peut être réduit en modifiant la valeur de compensation de dispersion en longueur d'onde au moyen du compensateur de dispersion variable 9. Le compensateur de dispersion variable 9 a pour but de décaler le défaut d'alignement de dispersion en longueur d'onde qui se produit. Cette configuration peut être utilisée seule sans combinaison avec la configuration de la figure 13.

La figure 15 est un schéma qui représente une configuration d'un compensateur de dispersion variable conformément à un mode de réalisation de la présente invention.

Par report maintenant à la figure 15, le compensateur de dispersion variable 9 inclut deux commutateurs optiques 9A et 9B, n fibres à dispersion positive 9D, n fibres à dispersion négative 9E et $2n+1$ atténuateurs optiques (OPT ATT) 9C.

Plusieurs exemplaires d'une fibre à dispersion positive 9D et d'une fibre à dispersion négative 9E pourraient être préparés selon des lots différents. En utilisant un atténuateur optique 9C, les pertes au niveau de tous les ports peuvent être réglées de manière à être équivalentes à l'avance.

Une lumière de signal entre dans le commutateur optique 9A. Lorsque la lumière de signal entre dans le commutateur optique 9A, une certaine dispersion positive est générée en relation avec la lumière de signal dans le port où la fibre à dispersion positive 9D a été installée et une certaine dispersion négative sera générée dans le port où la fibre à dispersion négative 9E a été installée. Par conséquent, en sélectionnant les ports des commutateurs optiques 9A et 9B, il est possible de modifier la valeur de la compensation de dispersion.

Après transmission au travers de chaque port, la lumière de signal entre une fois à nouveau dans le commutateur optique 9B et est transmise au travers de la ligne de transmission optique.

Les figures 16(A) et 16(B) sont des schémas qui représentent une réparation de ligne de transmission dans un système de transmission par multiplexage par division en longueurs d'onde conformément à un mode de réalisation de la présente invention. Sur les figures 16(A) et (B), une réparation de ligne de transmission n'est pas réalisée en remplaçant seulement la fibre qui présente une perturbation. En lieu et place, une réparation de ligne de transmission remplace toutes les fibres ou toutes les fibres et tous les amplificateurs optiques, dans l'étendue couverte par les répéteurs où la réparation du câble est réalisée.

La fibre à dispersion positive 3a et la fibre à dispersion négative 3b dans l'étendue des répéteurs où la réparation du câble est réalisée sont remplacées par la fibre à dispersion positive de secours 3a' et par la fibre à dispersion négative de secours 3b'. La fibre NZ-DSF 5 qui présente une valeur absolue de dispersion inférieure à celle de la fibre à dispersion positive et à celle de la fibre à dispersion négative est utilisée en tant que fibre additionnelle, laquelle fibre additionnelle est insérée pour la réparation. Les positions où la fibre NZ-DSF 5 est insérée le long de la ligne de transmission ne sont pas limitées aux positions telles que représentées par exemple sur les figures 16(A) et (B).

Par report maintenant à la figure 16(A), la lumière de signal WDM est amplifiée jusqu'au niveau requis dans un amplificateur optique 4. Ensuite, la lumière de signal se déplace au travers de la fibre à dispersion positive de secours 3a', de la fibre à dispersion négative de secours 3b', de la fibre NZ-DSF 5 puis elle entre dans un autre amplificateur optique 4.

Par report maintenant à la figure 16(B), la lumière de signal WDM est amplifiée jusqu'au niveau requis dans un amplificateur optique 4. Ensuite, la lumière de signal se déplace au travers de la fibre NZ-DSF 5, de la fibre à dispersion positive de secours 3a', de la fibre à dispersion négative de secours 3b', d'une autre NZ-DSF 5 puis entre dans un autre amplificateur optique 4.

Les figures 17(A) et 17(B) sont des schémas qui représentent une réparation de ligne de transmission dans un système de transmission par multiplexage par division en longueurs d'onde conformément à un mode de réalisation de la présente invention. Sur les figures 17(A) et 17(B), une réparation de ligne de transmission n'est pas réalisée en remplaçant seulement la fibre qui présente une perturbation. En lieu et place, une réparation de ligne de transmission remplace toutes les fibres ou toutes les fibres et tous les amplificateurs optiques dans l'étendue de répéteurs où la réparation du câble est réalisée.

La fibre à dispersion positive 3a, la fibre à dispersion négative 3b et l'amplificateur optique 4 dans l'étendue de répéteurs où la réparation

du câble est réalisée sont remplacés par la fibre à dispersion positive de secours 3a', par la fibre à dispersion négative de secours 3b' et par l'amplificateur optique 4'. La fibre NZ-DSF 5 qui présente une valeur absolue de dispersion inférieure à celle de la fibre à dispersion positive et à celle de la fibre à dispersion négative est utilisée en tant que fibre additionnelle qui est insérée pour la réparation. Les positions où les fibres NZ-DSF 5 sont insérées le long de la ligne de transmission ne sont pas limitées aux positions telles que représentées par exemple sur les figures 17(A) et 17(B).

10 Par report maintenant à la figure 17(A), la lumière de signal WDM se déplace au travers de la fibre NZ-DSF 5 et entre dans un amplificateur optique 4' dans lequel elle est amplifiée jusqu'au niveau requis. Ensuite, la lumière de signal se déplace au travers de la fibre à dispersion positive de secours 3a', de la fibre à dispersion négative de secours 3b' puis entre dans un autre amplificateur optique 4'.

15 Par report maintenant à la figure 17(B), la lumière de signal WDM se déplace au travers de la fibre NZ-DSF et entre dans un amplificateur optique 4' dans lequel elle est amplifiée jusqu'au niveau requis. Ensuite, la lumière de signal se déplace au travers de la fibre à dispersion positive de secours 3a', de la fibre à dispersion négative de secours 3b' et entre dans un autre amplificateur optique 4'. Puis la lumière de signal se déplace au travers d'une autre fibre NZ-DSF 5.

20 Divers exemples sont décrits ici, exemples selon lesquels des canaux ou des longueurs d'onde selon un nombre spécifique sont utilisées et des longueurs d'onde spécifiques sont utilisées. Cependant, la présente invention n'est pas limitée à ces nombres spécifiques de canaux ou de longueurs d'onde ou à ces longueurs d'onde spécifiques.

30 Bien que quelques modes de réalisation préférés de la présente invention aient été présentés et décrits, il sera apprécié par l'homme de l'art que des variantes peuvent être apportées au niveau de ces modes de réalisation sans que l'on s'écarte ni des principes, ni de l'esprit de l'invention dont le cadre est défini dans les revendications et dans leurs équivalents.

REVENDEICATIONS

1. Procédé de réparation d'une ligne de transmission qui comporte une section qui inclut une première fibre (3a) qui présente une dispersion positive par rapport à une longueur d'onde qui est transmise au travers de la section et une seconde fibre (3b) qui présente une
5 dispersion négative par rapport à une longueur d'onde qui est transmise au travers de la section, le procédé étant caractérisé en ce qu'il comprend :

l'insertion d'une troisième fibre (3c ; NZ-DSF) dans la section, la troisième fibre présentant une valeur absolue de dispersion par unité de
10 longueur inférieure à la valeur absolue de dispersion par unité de longueur des première et seconde fibres.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que, avant l'insertion de la troisième fibre (3c), les première et seconde fibres (3a, 3b) sont adjacentes l'une à l'autre de telle sorte qu'une lumière qui
15 se déplace au travers de la section se déplace au travers de l'une des première et seconde fibres puis au travers de l'autre des première et seconde fibres.

3. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la troisième fibre (3c) comporte des première et seconde extrémités et,
20 après insertion de la troisième fibre, la première extrémité de la troisième fibre est adjacente à une extrémité de l'une des première et seconde fibres (3a, 3b) et la seconde extrémité de la troisième fibre est adjacente à une extrémité de l'autre des première et seconde fibres de
25 telle sorte qu'une lumière qui se déplace au travers de la section se déplace au travers de l'une des première et seconde fibres puis au travers de la troisième fibre puis au travers de l'autre des première et seconde fibres.

4. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que la troisième fibre (3c) comporte des première et seconde extrémités et,
30 après insertion de la troisième fibre, la première extrémité de la

troisième fibre est adjacente à une extrémité de l'une des première et seconde fibres (3a, 3b) et la seconde extrémité de la troisième fibre est adjacente à une extrémité de l'autre des première et seconde fibres de telle sorte qu'une lumière qui se déplace au travers de la section se
5 déplace au travers de l'une des première et seconde fibres puis au travers de la troisième fibre puis au travers de l'autre des première et seconde fibres.

5. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que des premier et second répéteurs (4) sont disposés le long de la ligne de
10 transmission (5), la section étant définie en tant que partie de la ligne de transmission entre les premier et second répéteurs.

6. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que des premier et second répéteurs (4) sont disposés le long de la ligne de transmission (5), la section étant définie en tant que partie de la ligne de
15 transmission entre les premier et second répéteurs.

7. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que des premier et second répéteurs (4) sont disposés le long de la ligne de transmission (5), la section étant définie en tant que partie de la ligne de transmission entre les premier et second répéteurs.

20 8. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que des premier et second répéteurs (4) sont disposés le long de la ligne de transmission (5), la section étant définie en tant que partie de la ligne de transmission entre les premier et second répéteurs.

9. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la
25 section est sous l'eau à une profondeur supérieure ou égale à 1000 mètres.

10. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la section est sous l'eau à une profondeur inférieure ou égale à 1000 mètres.

30 11. Procédé de réparation d'une ligne de transmission qui comporte une section qui inclut une première fibre (3a) qui présente une dispersion positive par rapport à une longueur d'onde qui est transmise au travers de la section et une seconde fibre (3b) qui présente une

dispersion négative par rapport à une longueur d'onde qui est transmise au travers de la section, et lorsqu'une perturbation se produit dans la première fibre, la première fibre est ainsi divisée selon une première partie et une seconde partie, le procédé étant caractérisé en ce qu'il

5 comprend :

l'insertion d'une troisième fibre (3c) dans la section entre les première et seconde parties afin de réparer la perturbation, la troisième fibre présentant une valeur absolue de dispersion par unité de longueur inférieure à la valeur absolue de dispersion par unité de longueur de la

10 première fibre et de la seconde fibre.

12. Procédé selon la revendication 11, caractérisé en ce que, avant l'insertion de la troisième fibre (3c), les première et seconde fibres (3a, 3b) sont adjacentes l'une à l'autre de telle sorte qu'une lumière qui se déplace au travers de la ligne de transmission se déplace au travers

15 de l'une des première et seconde fibres puis au travers de l'autre des première et seconde fibres.

13. Procédé selon la revendication 11, caractérisé en ce que la troisième fibre (3c) comporte des première et seconde extrémités et, après insertion de la troisième fibre, la première extrémité de la

20 troisième fibre est adjacente à une extrémité de l'une des première et seconde parties et la seconde extrémité de la troisième fibre est adjacente à une extrémité de l'autre des première et seconde parties de telle sorte qu'une lumière qui se déplace au travers de la section se déplace au travers de l'une des première et seconde parties puis au

25 travers de la troisième fibre puis au travers de l'autre des première et seconde parties.

14. Procédé selon la revendication 12, caractérisé en ce que la troisième fibre (3c) comporte des première et seconde extrémités et, après insertion de la troisième fibre, la première extrémité de la

30 troisième fibre est adjacente à une extrémité de l'une des première et seconde parties et la seconde extrémité de la troisième fibre est adjacente à une extrémité de l'autre des première et seconde parties de telle sorte qu'une lumière qui se déplace au travers de la section se

déplace au travers de l'une des première et seconde parties puis au travers de la troisième fibre puis au travers de l'autre des première et seconde parties.

5 15. Procédé selon la revendication 11, caractérisé en ce que des premier et second répéteurs (4) sont disposés le long de la ligne de transmission, la section étant définie en tant que partie de la ligne de transmission entre les premier et second répéteurs.

10 16. Procédé selon la revendication 12, caractérisé en ce que des premier et second répéteurs (4) sont disposés le long de la ligne de transmission, la section étant définie en tant que partie de la ligne de transmission entre les premier et second répéteurs.

15 17. Procédé selon la revendication 13, caractérisé en ce que des premier et second répéteurs (4) sont disposés le long de la ligne de transmission, la section étant définie en tant que partie de la ligne de transmission entre les premier et second répéteurs.

18. Procédé selon la revendication 14, caractérisé en ce que des premier et second répéteurs (4) sont disposés le long de la ligne de transmission, la section étant définie en tant que partie de la ligne de transmission entre les premier et second répéteurs.

20 19. Procédé selon la revendication 11, caractérisé en ce que la section est sous l'eau à une profondeur supérieure ou égale à 1000 mètres.

25 20. Procédé de réparation d'une ligne de transmission qui comporte une section qui inclut une première fibre (3a) qui présente une dispersion positive par rapport à une longueur d'onde qui est transmise au travers de la section et une seconde fibre (3b) qui présente une dispersion négative par rapport à une longueur d'onde qui est transmise au travers de la section, et lorsqu'une perturbation se produit dans la seconde fibre, la seconde fibre est ainsi divisée selon une première
30 partie et une seconde partie, le procédé étant caractérisé en ce qu'il comprend :

l'insertion d'une troisième fibre (3c) dans la section entre les première et seconde parties afin de réparer la perturbation, la troisième

fibre présentant une valeur absolue de dispersion par unité de longueur inférieure à la valeur absolue de dispersion par unité de longueur de la première fibre et de la seconde fibre.

21. Procédé selon la revendication 20, caractérisé en ce que, avant l'insertion de la troisième fibre (3c), les première et seconde fibres (3a, 3b) sont adjacentes l'une à l'autre de telle sorte qu'une lumière qui se déplace au travers de la section se déplace au travers de l'une des première et seconde fibres puis au travers de l'autre des première et seconde fibres.

22. Procédé selon la revendication 20, caractérisé en ce que la troisième fibre (3c) comporte des première et seconde extrémités et, après insertion de la troisième fibre, la première extrémité de la troisième fibre est adjacente à une extrémité de l'une des première et seconde parties et la seconde extrémité de la troisième fibre est adjacente à une extrémité de l'autre des première et seconde parties de telle sorte qu'une lumière qui se déplace au travers de la section se déplace au travers de l'une des première et seconde parties puis au travers de la troisième fibre puis au travers de l'autre des première et seconde parties.

23. Procédé selon la revendication 21, caractérisé en ce que la troisième fibre (3c) comporte des première et seconde extrémités et, après insertion de la troisième fibre, la première extrémité de la troisième fibre est adjacente à une extrémité de l'une des première et seconde parties et la seconde extrémité de la troisième fibre est adjacente à une extrémité de l'autre des première et seconde parties de telle sorte qu'une lumière qui se déplace au travers de la section se déplace au travers de l'une des première et seconde parties puis au travers de la troisième fibre puis au travers de l'autre des première et seconde parties.

24. Procédé selon la revendication 20, caractérisé en ce que des premier et second répéteurs (4) sont disposés le long de la ligne de transmission (5), la section étant définie en tant que partie de la ligne de transmission entre les premier et second répéteurs.

25. Procédé selon la revendication 21, caractérisé en ce que des premier et second répéteurs (4) sont disposés le long de la ligne de transmission (5), la section étant définie en tant que partie de la ligne de transmission entre les premier et second répéteurs.

5 26. Procédé selon la revendication 22, caractérisé en ce que des premier et second répéteurs (4) sont disposés le long de la ligne de transmission (5), la section étant définie en tant que partie de la ligne de transmission entre les premier et second répéteurs.

10 27. Procédé selon la revendication 23, caractérisé en ce que des premier et second répéteurs (4) sont disposés le long de la ligne de transmission (5), la section étant définie en tant que partie de la ligne de transmission entre les premier et second répéteurs.

15 28. Procédé selon la revendication 20, caractérisé en ce que la section est sous l'eau à une profondeur supérieure ou égale à 1000 mètres.

29. Système de communication optique caractérisé en ce qu'il comprend :

20 une ligne de transmission (5) qui comporte des premier et second répéteurs (4) qui sont agencés le long de la ligne de transmission sans aucun autre répéteur entre les premier et second répéteurs, une section de la ligne de transmission étant définie en tant que partie de la ligne de transmission entre les premier et second répéteurs, la section comprenant une première fibre (3a) qui présente une dispersion positive par rapport à une longueur d'onde qui est
25 transmise au travers de la section et une seconde fibre (3b) qui présente une dispersion négative par rapport à une longueur d'onde qui est transmise au travers de la section, une troisième fibre (3c) qui est insérée dans la section afin de réparer la section présentant une valeur absolue de dispersion par unité de longueur inférieure à la valeur
30 absolue de dispersion par unité de longueur des première et seconde fibres.

30. Système de communication optique selon la revendication 29, caractérisé en ce que la troisième fibre (3c) est insérée entre les première et seconde fibres (3a, 3b).

5 31. Système de communication optique selon la revendication 29, caractérisé en ce que, avant l'insertion de la troisième fibre (3c), les première et seconde fibres (3a, 3b) sont adjacentes l'une à l'autre de telle sorte qu'une lumière qui se déplace au travers de la section se déplace au travers de l'une des première et seconde fibres puis au travers de l'autre des première et seconde fibres.

10 32. Système de communication optique selon la revendication 30, caractérisé en ce que, avant l'insertion de la troisième fibre (3c), les première et seconde fibres (3a, 3b) sont adjacentes l'une à l'autre de telle sorte qu'une lumière qui se déplace au travers de la section se déplace au travers de l'une des première et seconde fibres puis au
15 travers de l'autre des première et seconde fibres.

33. Système de communication optique selon la revendication 29, caractérisé en ce que la troisième fibre (3c) comporte des première et seconde extrémités et, après insertion de la troisième fibre, la première extrémité de la troisième fibre est adjacente à une extrémité de
20 l'une des première et seconde fibres (3a, 3b) et la seconde extrémité de la troisième fibre est adjacente à une extrémité de l'autre des première et seconde fibres de telle sorte qu'une lumière qui se déplace au travers de la section se déplace au travers de l'une des première et seconde fibres puis au travers de la troisième fibre puis au travers de l'autre des
25 première et seconde fibres.

34. Système de communication selon la revendication 30, caractérisé en ce que la troisième fibre (3c) comporte des première et seconde extrémités et, après insertion de la troisième fibre, la première extrémité de la troisième fibre est adjacente à une extrémité de l'une des
30 première et seconde fibres (3a, 3b) et la seconde extrémité de la troisième fibre est adjacente à une extrémité de l'autre des première et seconde fibres de telle sorte qu'une lumière qui se déplace au travers de la section se déplace au travers de l'une des première et seconde fibres

puis au travers de la troisième fibre puis au travers de l'autre des première et seconde fibres.

35. Système de communication optique selon la revendication 29, caractérisé en ce que, lorsqu'une perturbation qui se produit dans la première fibre (3a) a divisé la première fibre selon une première partie et une seconde partie, la troisième fibre (3c) est insérée entre les première et seconde parties afin de réparer la perturbation.

36. Système de communication optique selon la revendication 35, caractérisé en ce que la troisième fibre (3c) comporte des première et seconde extrémités et, après insertion de la troisième fibre, la première extrémité de la troisième fibre est adjacente à une extrémité de l'une des première et seconde parties et la seconde extrémité de la troisième fibre est adjacente à une extrémité de l'autre des première et seconde parties de telle sorte qu'une lumière qui se déplace au travers de la section se déplace au travers de l'une des première et seconde parties puis au travers de la troisième fibre puis au travers de l'autre des première et seconde parties.

37. Système de communication optique selon la revendication 29, caractérisé en ce que, lorsqu'une perturbation qui se produit dans la seconde fibre (3b) a divisé la seconde fibre selon une première partie et une seconde partie, la troisième fibre (3c) est insérée entre les première et seconde parties afin de réparer la perturbation.

38. Système de communication optique selon la revendication 37, caractérisé en ce que la troisième fibre (3c) comporte des première et seconde extrémités et, après insertion de la troisième fibre, la première extrémité de la troisième fibre est adjacente à une extrémité de l'une des première et seconde parties et la seconde extrémité de la troisième fibre est adjacente à une extrémité de l'autre des première et seconde parties de telle sorte qu'une lumière qui se déplace au travers de la ligne de transmission (5) se déplace au travers de l'une des première et seconde parties puis au travers de la troisième fibre puis au travers de l'autre des première et seconde parties.

39. Système de communication optique selon la revendication 29, caractérisé en ce que la section est sous l'eau à une profondeur supérieure ou égale à 1000 mètres.

5 40. Système de communication optique selon la revendication 29, caractérisé en ce que la section est sous l'eau à une profondeur inférieure ou égale à 1000 mètres.

41. Système de communication optique selon la revendication 37, caractérisé en ce que la section est sous l'eau à une profondeur supérieure ou égale à 1000 mètres

10 42. Système de communication optique caractérisé en ce qu'il comprend :

une ligne de transmission (5) qui comporte des première et seconde extrémités et une pluralité de sections entre les première et seconde extrémités de telle sorte qu'une lumière se déplace depuis la première extrémité au travers de chacune des sections puis jusqu'à la seconde extrémité,

15 au moins certaines sections de la pluralité de sections incluant chacune une première fibre (3a) qui présente une dispersion positive par rapport à une longueur d'onde qui est transmise au travers de la section et une seconde fibre (3b) qui présente une dispersion négative par rapport à une longueur d'onde qui est transmise au travers de la section,

20 une section respective de la pluralité de sections qui n'est pas une section desdites au moins certaines sections étant formée à partir d'une fibre optique (3c) qui présente une valeur absolue de dispersion par unité de longueur inférieure à la valeur absolue de dispersion par unité de longueur des première et seconde fibres (3a, 3b), ladite section respective comportant, agencé suivant la section, au moins un élément du groupe incluant :

30 un dispositif pour séparer une lumière qui se déplace au travers de la section,

un dispositif pour insérer une lumière dans la section,

un égaliseur de gain ; et

un compensateur de dispersion.

43. Système de communication optique selon la revendication 42, caractérisé en ce que la fibre optique (3c) qui forme ladite section respective de la pluralité de sections qui n'est pas une section desdites au moins certaines sections est une fibre décalée de dispersion non nulle (NZ-DSF).

44. Système de communication optique selon la revendication 42, caractérisé en ce qu'il comprend en outre :

une pluralité de répéteurs (4) qui sont agencés le long de la ligne de transmission (5), les sections de ladite pluralité de sections étant définies au moyen du positionnement des répéteurs de telle sorte qu'une section respective soit définie en tant que partie de la ligne de transmission (5) entre des répéteurs sans aucun autre répéteur entre.

45. Système de communication optique selon la revendication 43, caractérisé en ce qu'il comprend en outre :

une pluralité de répéteurs (4) qui sont agencés le long de la ligne de transmission (5), les sections de ladite pluralité de sections étant définies au moyen du positionnement des répéteurs de telle sorte qu'une section respective soit définie en tant que partie de la ligne de transmission (5) entre des répéteurs sans aucun autre répéteur entre.

46. Système de communication optique caractérisé en ce qu'il comprend :

une section d'une ligne de transmission (5) qui comporte des répéteurs (4) qui sont agencés le long de la ligne de transmission, la section comprenant une première fibre (3a) qui présente une dispersion positive par rapport à une longueur d'onde qui est transmise au travers de la section, une seconde fibre (3b) qui présente une dispersion négative par rapport à une longueur d'onde qui est transmise au travers de la section et au moins une fibre (3c) autre que les première et seconde fibres, laquelle fibre présente une valeur absolue de dispersion par unité de longueur inférieure à la valeur absolue de dispersion par unité de longueur des première et seconde fibres.

47. Système de communication optique caractérisé en ce qu'il comprend :

une ligne de transmission (5) qui comporte une première section et une seconde section divisées par des répéteurs (4) qui sont agencés le long de la ligne de transmission,

5 la première section comprenant une première fibre (3a) qui présente une dispersion positive par rapport à une longueur d'onde qui est transmise au travers de la section et une seconde fibre (3b) qui présente une dispersion négative par rapport à une longueur d'onde qui est transmise au travers de la section ; et

10 la seconde section comprenant une fibre (3c) autre que les première et seconde fibres, laquelle fibre présente une valeur absolue de dispersion par unité de longueur inférieure à la valeur absolue de dispersion par unité de longueur des première et seconde fibres.

48. Système de communication optique selon la revendication 47, caractérisé en ce que la seconde section est entre une borne et un
15 répéteur respectif desdits répéteurs (4), sans aucun autre répéteur entre la borne et ledit répéteur respectif.

49. Système de communication optique selon la revendication 47, caractérisé en ce que la seconde section est sous l'eau à une profondeur inférieure ou égale à 1000 mètres

FIG. 1 ART ANTERIEUR

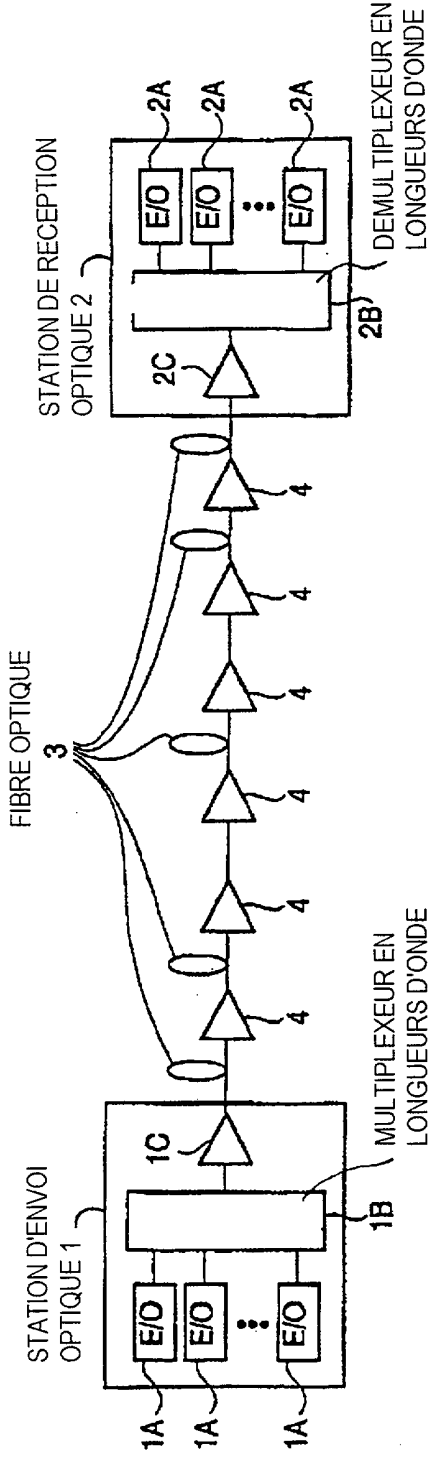


FIG. 3
ART ANTERIEUR

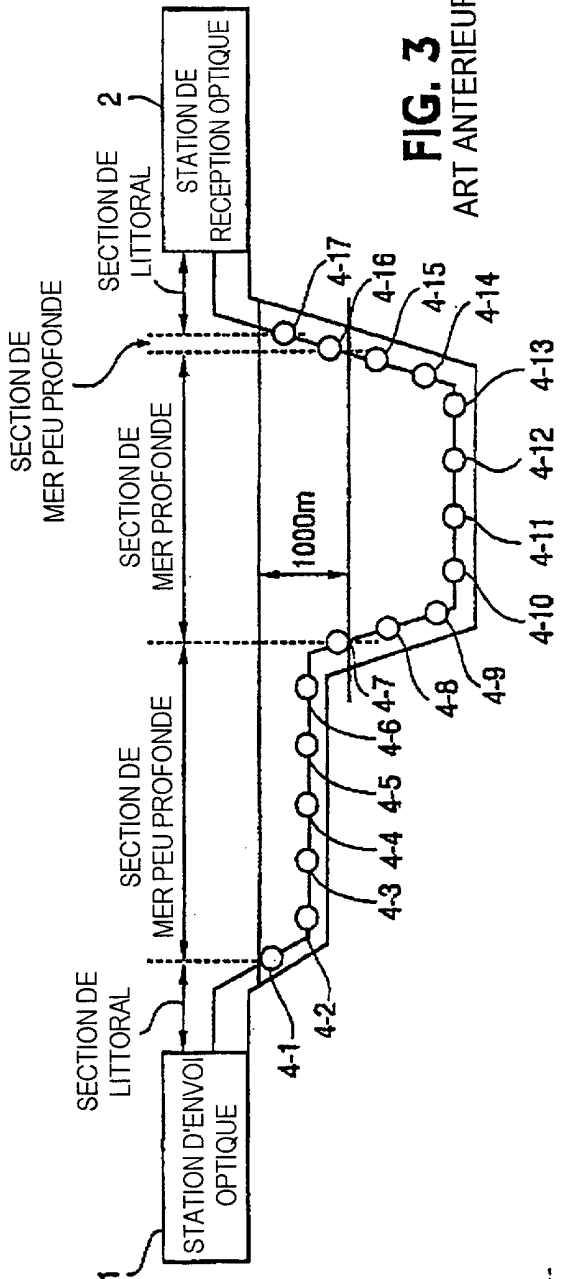
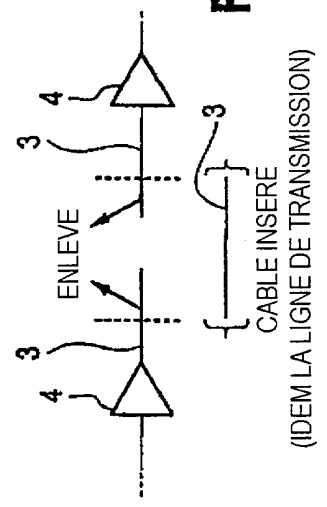


FIG. 2 ART ANTERIEUR



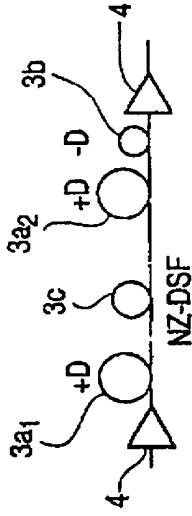
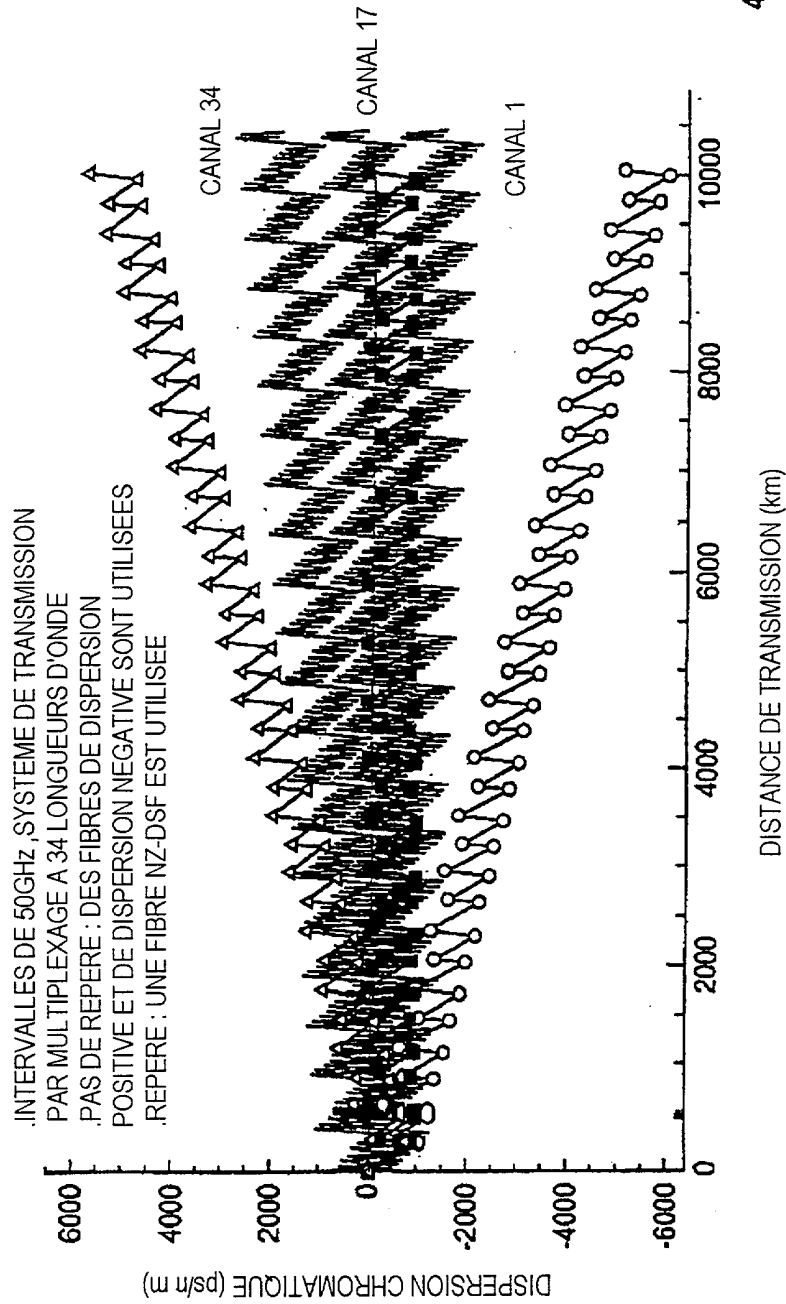


FIG.6A

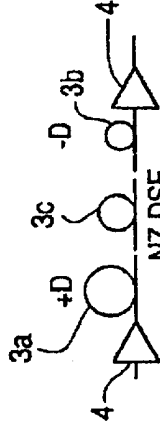


FIG.6B

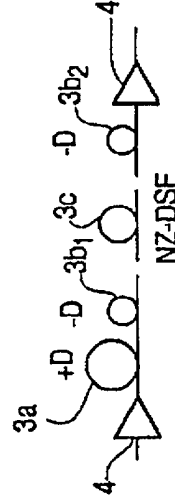


FIG.6C

FIG. 5

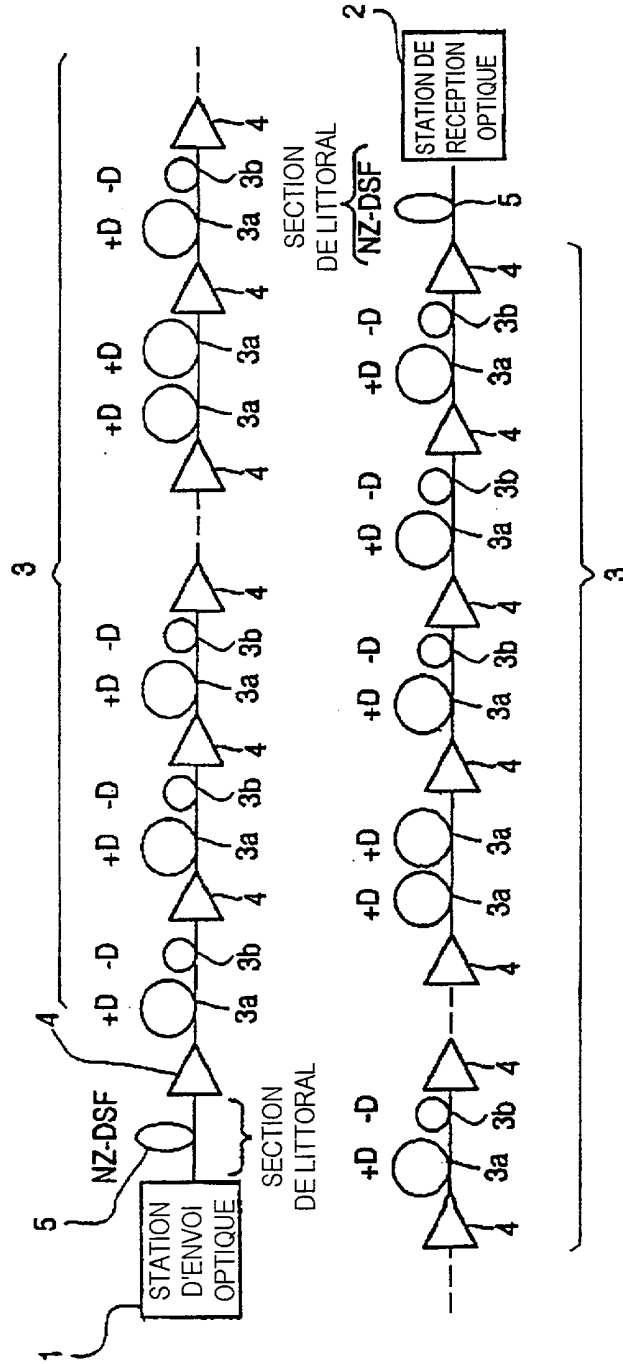
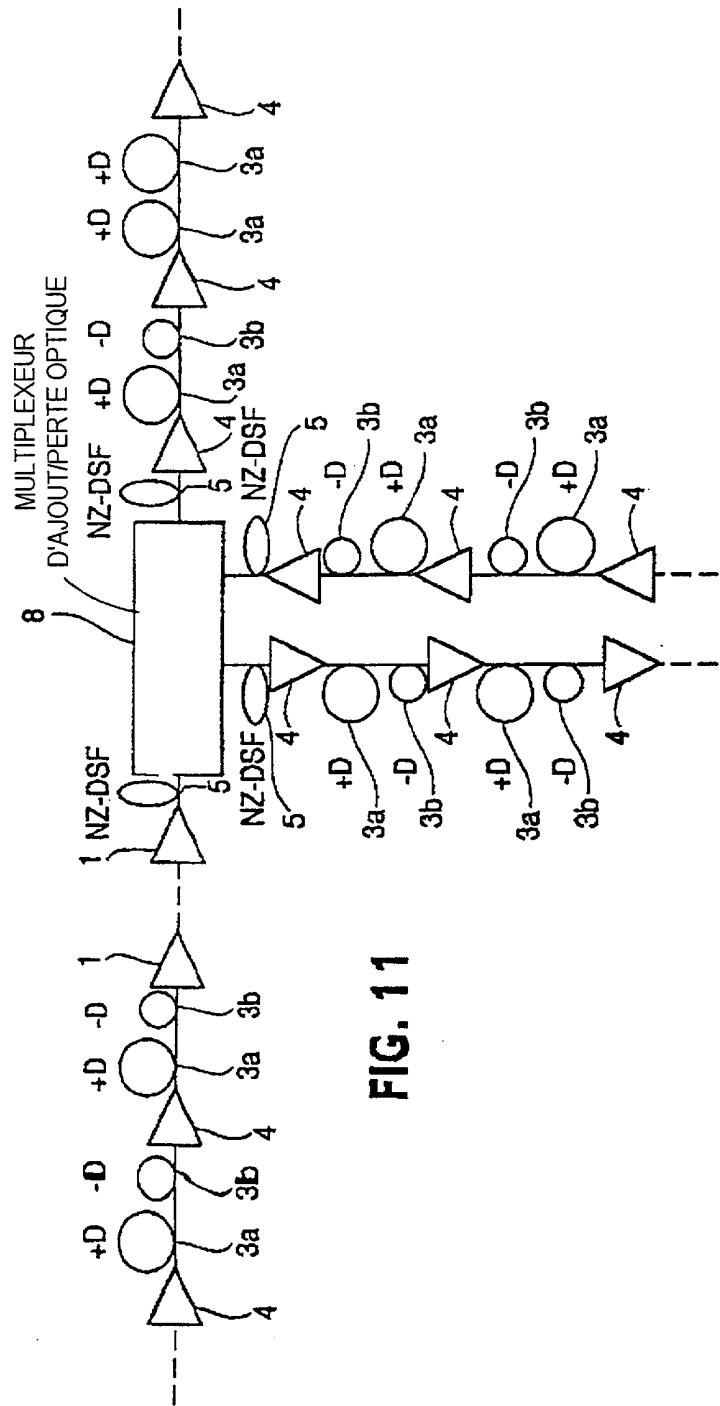
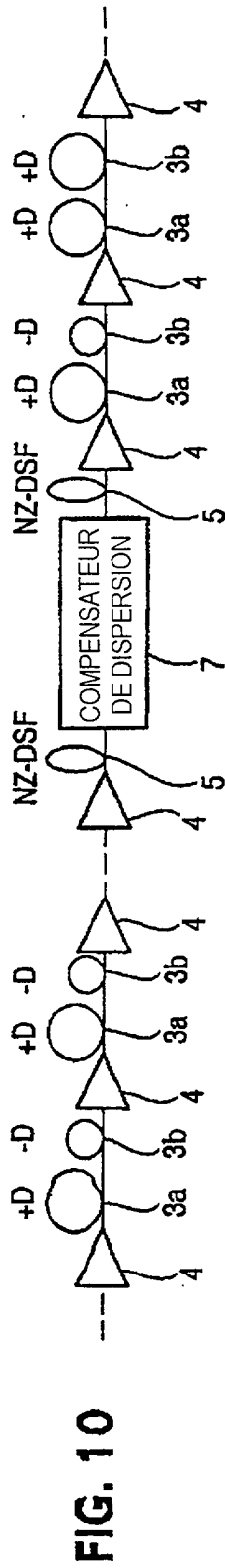


FIG. 7



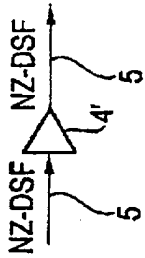


FIG. 12A

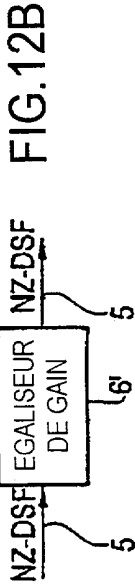


FIG. 12B

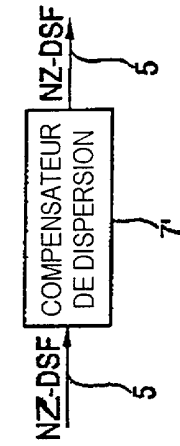


FIG. 12C

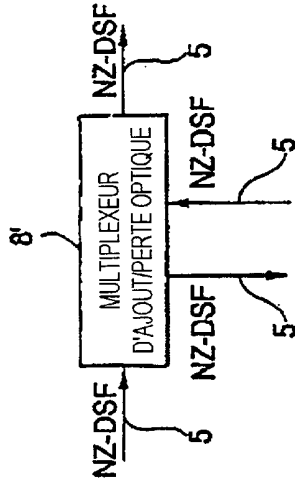


FIG. 12D

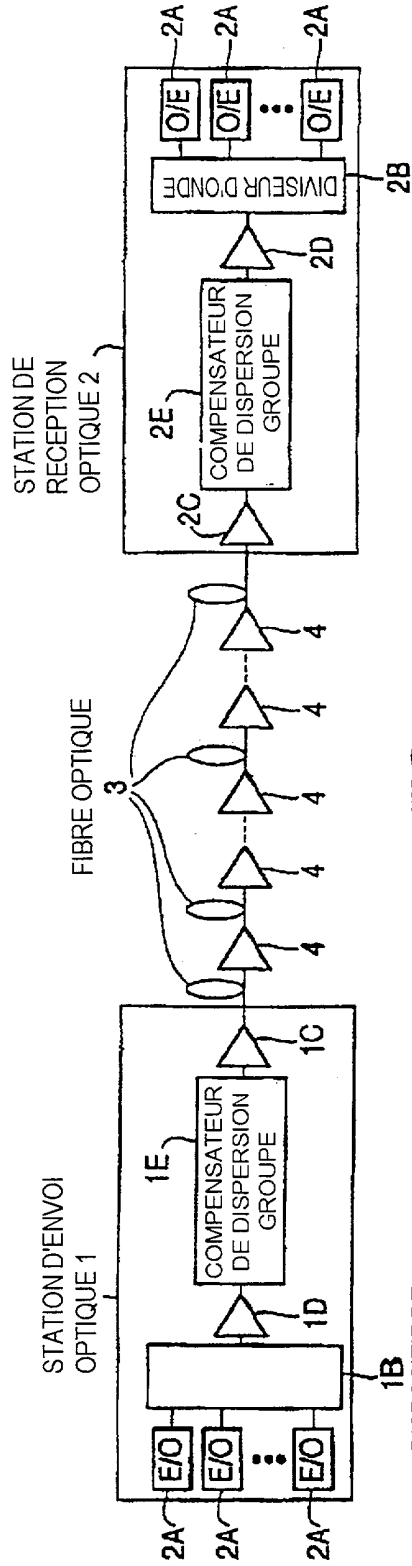


FIG. 13

DISPOSITIF DE JONCTION D'ONDES

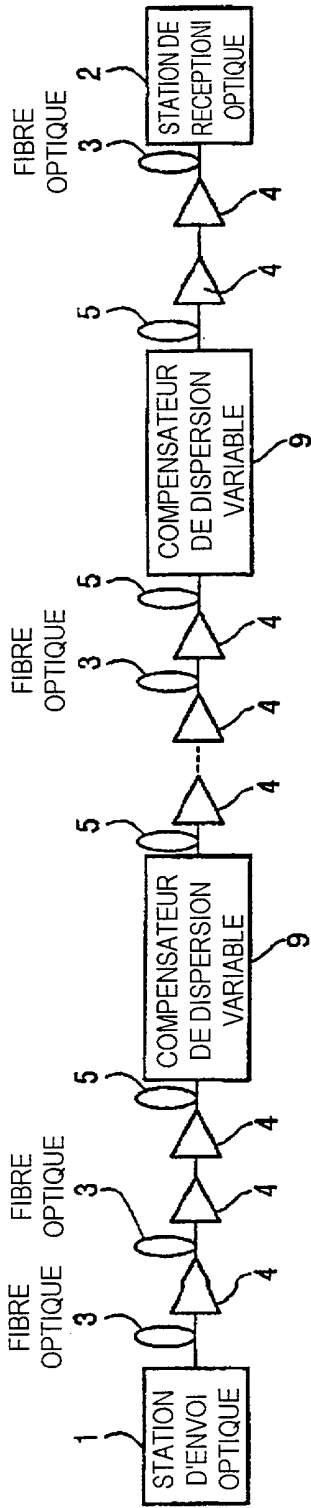


FIG. 14

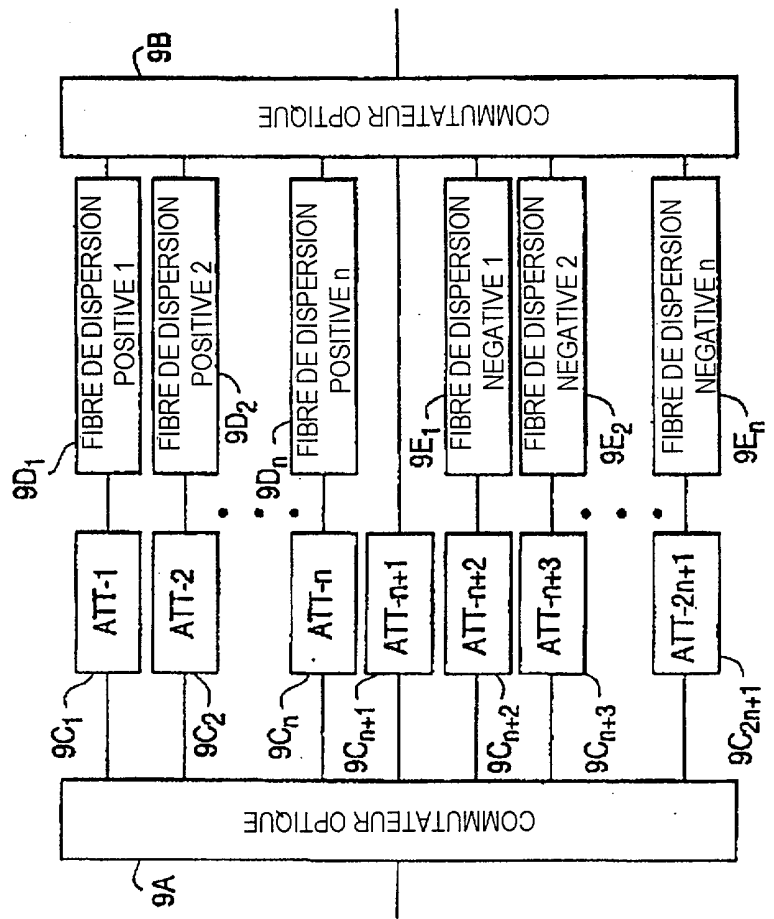
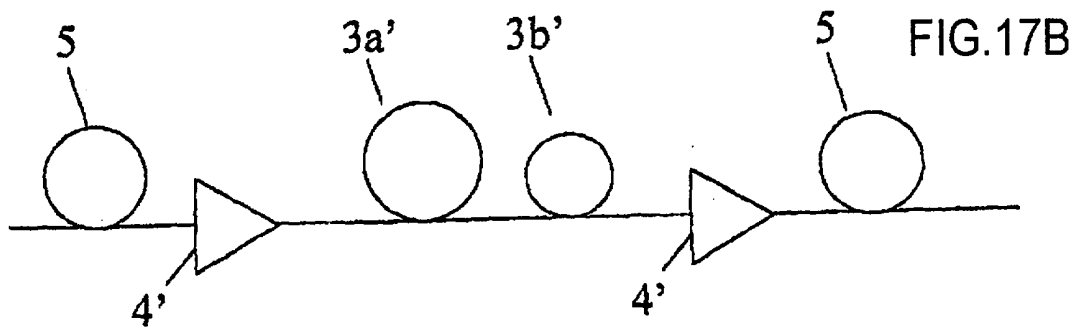
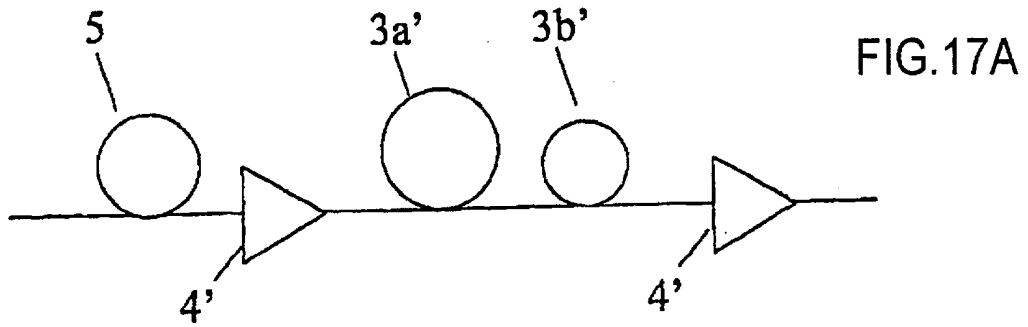
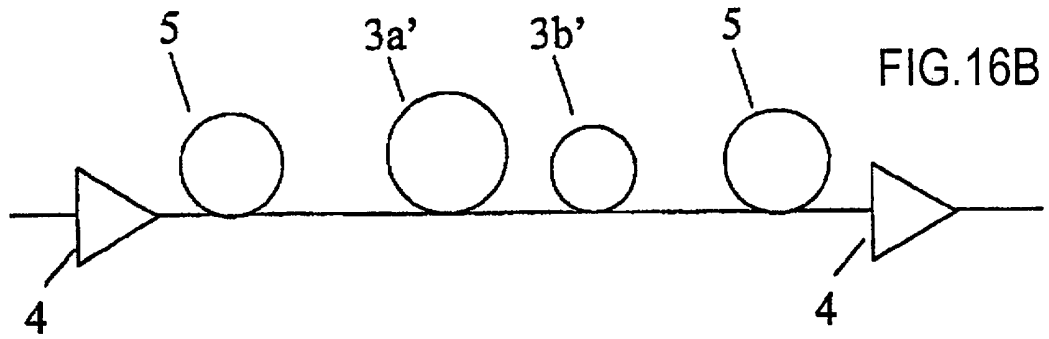
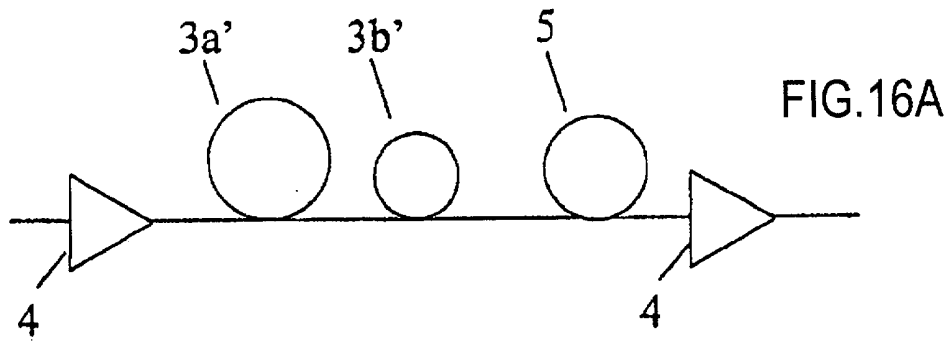


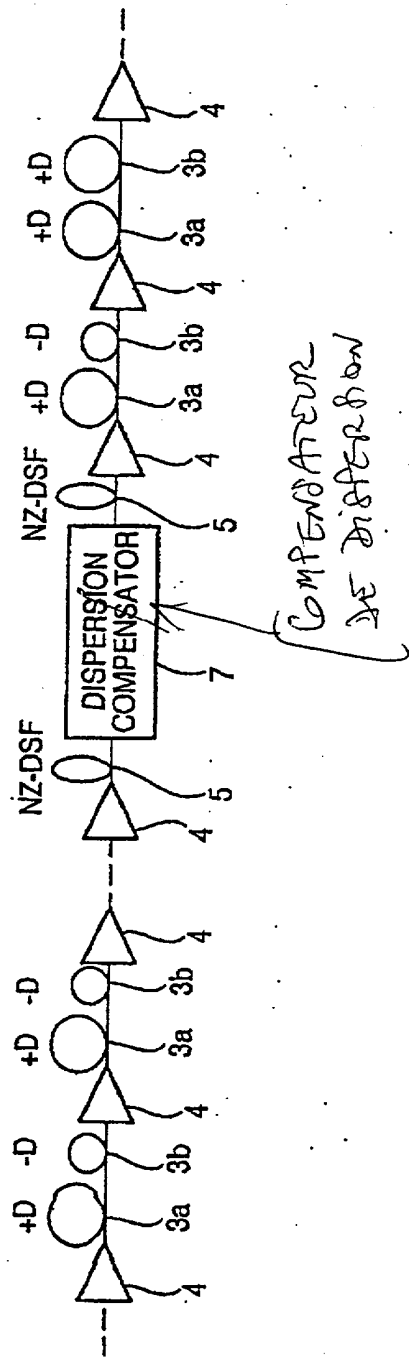
FIG. 15

9/9



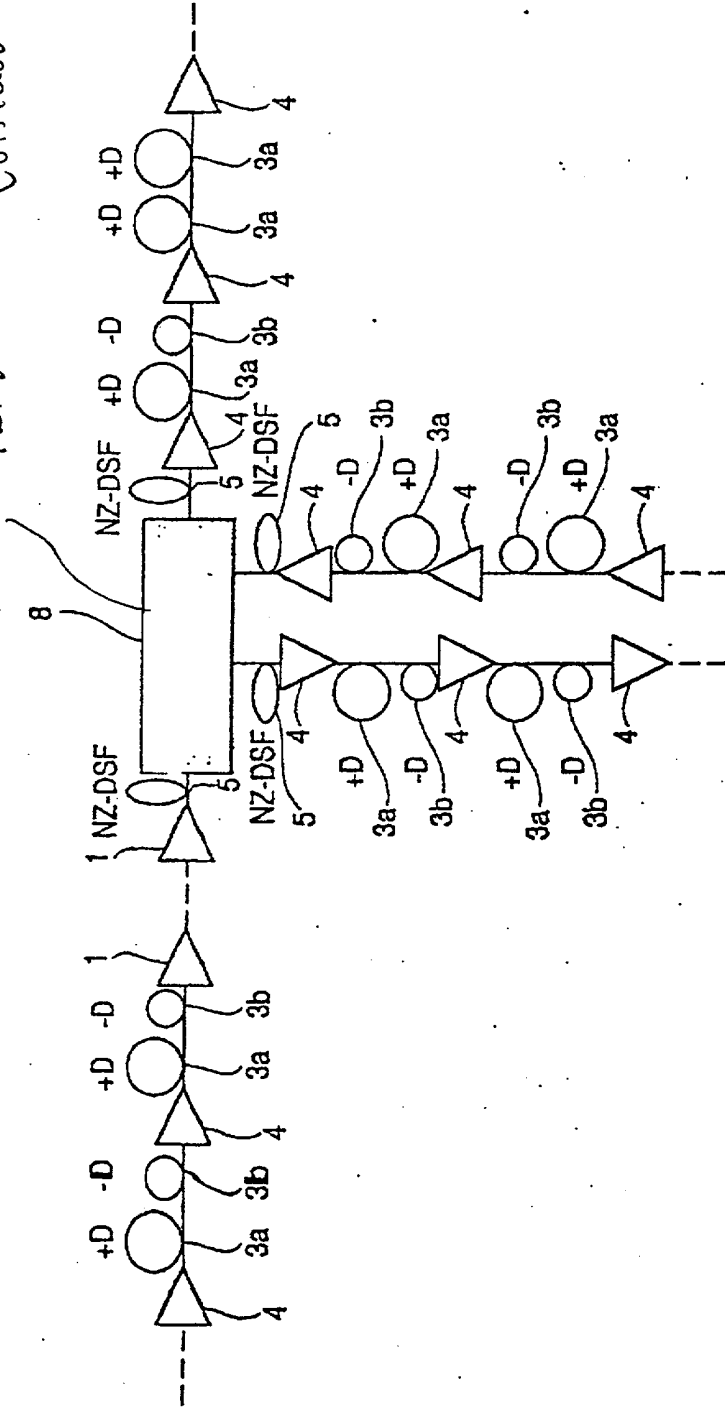
10/27

FIG. 10



MULTIPLIEUR OPTIQUE
 OPTICAL ADD/DROP
 MULTIPLEXERS

FIG. 11



4/17

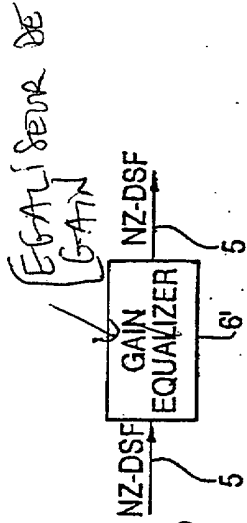


Fig. 12(A)

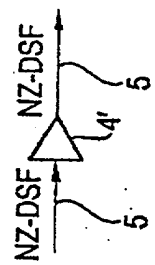


Fig. 12(B)

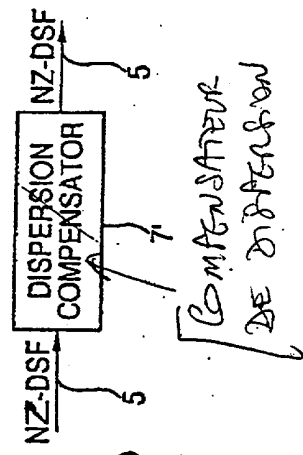


Fig. 12(C)

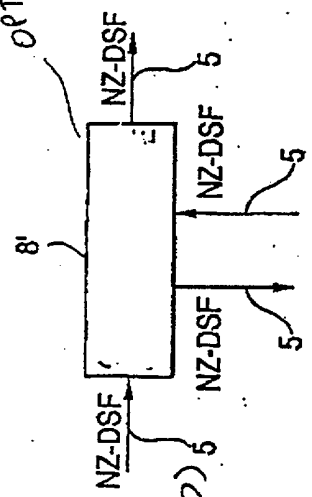


Fig. 12(D)

MULTIPLEXEUR
 A'AJOUT/REARRE
 OPTIQUE

ADD/ROOF

EGALISEUR DE GAIN

COMPENSATEUR DE DISPERSION

OPTICAL MULTIPLEXER

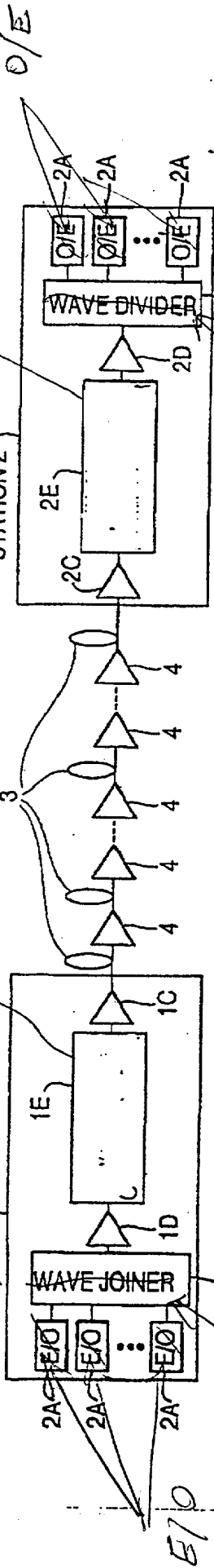
FIG. 13

STATION D'ENVOI OPTIQUE
OPTICAL SEND. STATION 1

STATION DE RECEPTION OPTIQUE
OPTICAL-RECEIVE STATION 2

COMPENSATEUR DE DISPERSION DE GROUPE

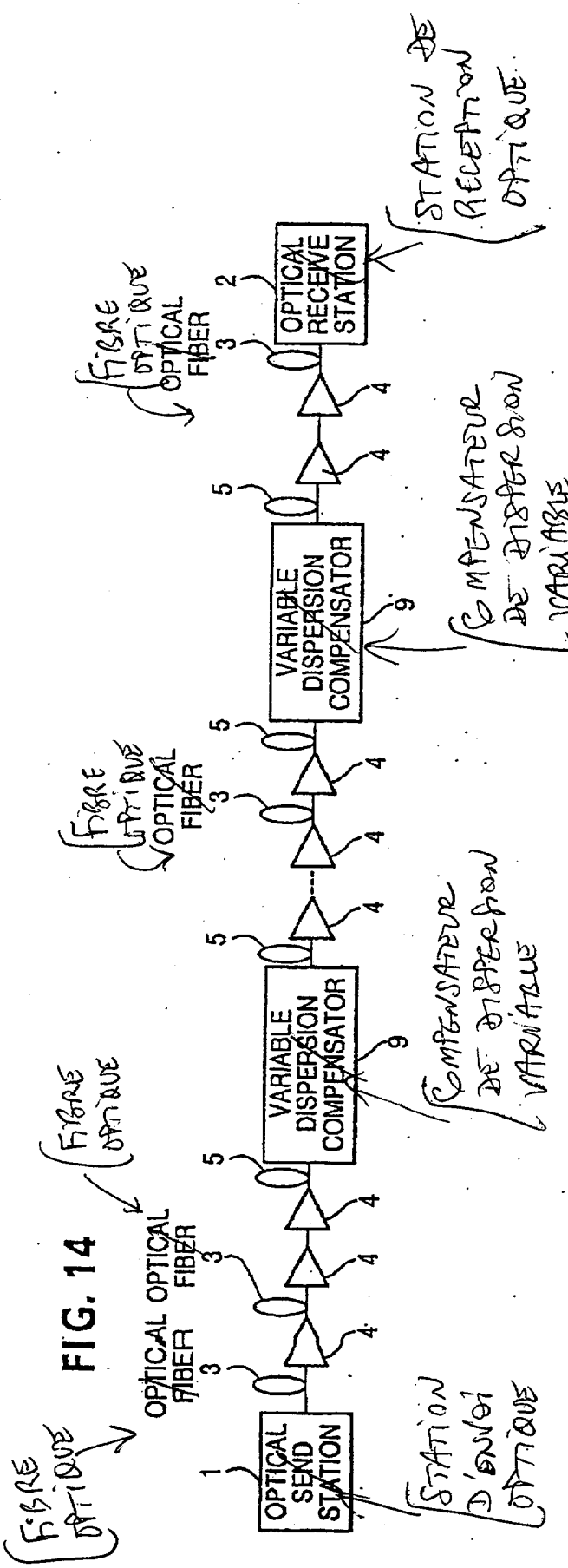
COMPENSATEUR DE DISPERSION DE GROUPE
LUMP DISPERSION COMPENSATOR
FIBRE OPTIQUE
OPTICAL FIBER



Diviseur d'ondes

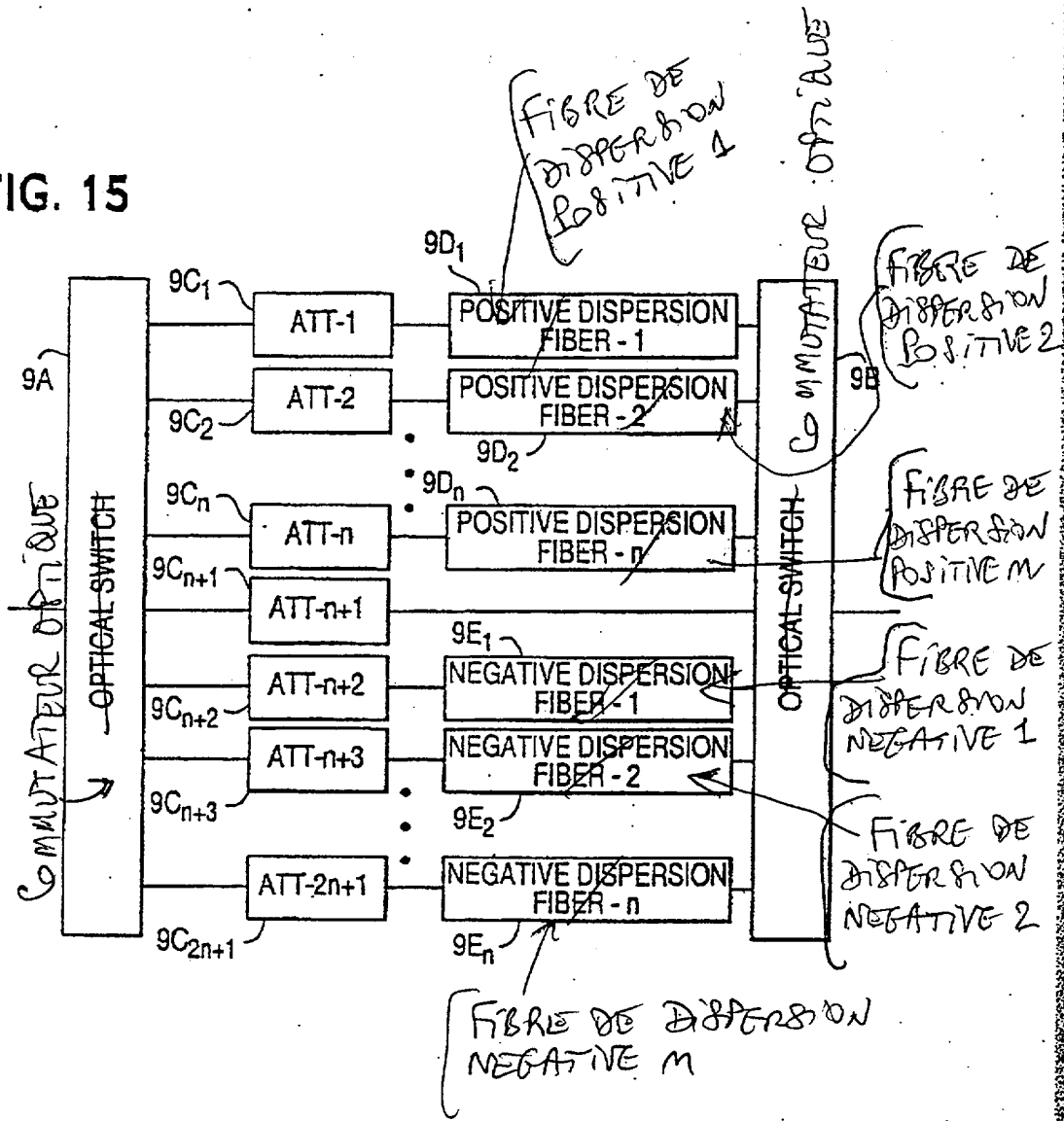
Dispositif de jonction d'ondes

E/O



25/17

FIG. 15



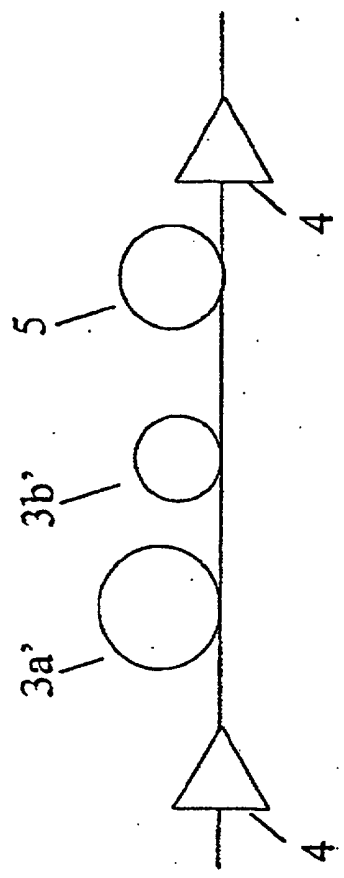


FIG. 16(A)

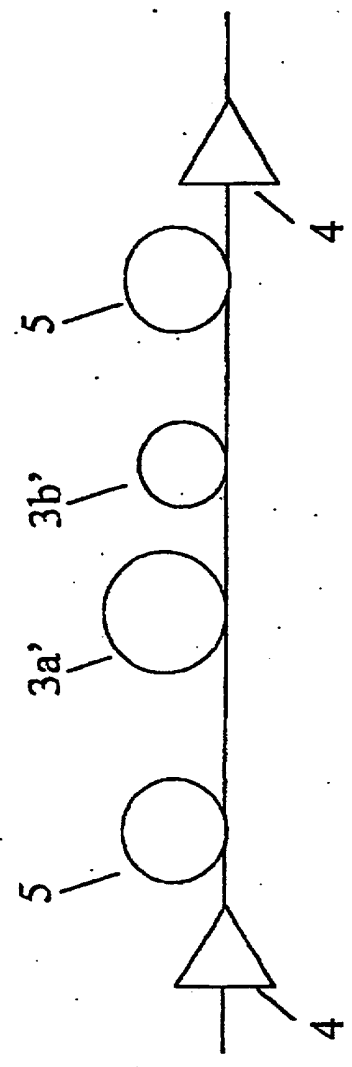


FIG. 16(B)

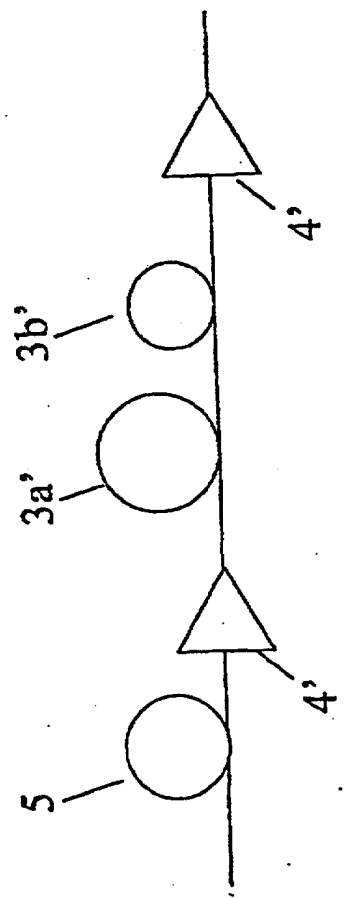


FIG. 17(A)

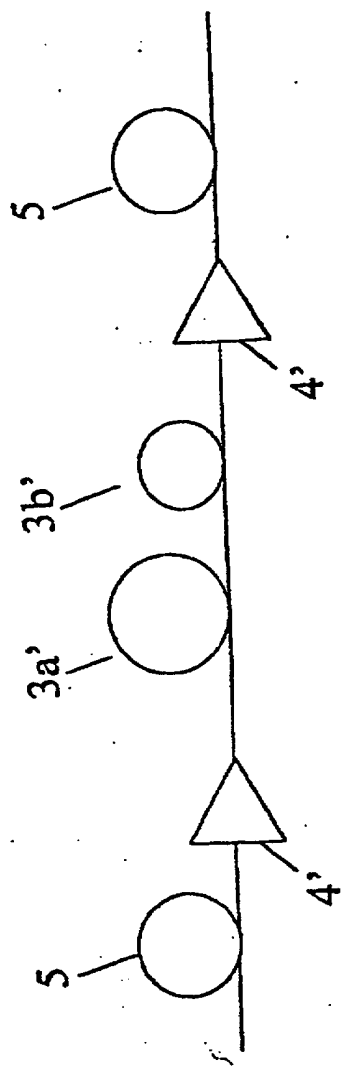


FIG. 17(B)