

## TP N°4

### Simulation d'une liaison optique avec amplification

#### Objectif du TP :

Dans ce TP, nous utiliserons un logiciel de simulation optique « **Optiwave-OptiSystem** » afin de simuler trois liaisons de télécommunications optiques avec amplification.

Ce TP permet: d'une part, la mise en main du logiciel et d'autre part, il permet d'introduire la notion de compensation de dispersion à l'aide de la fibre compensatrice DCF.

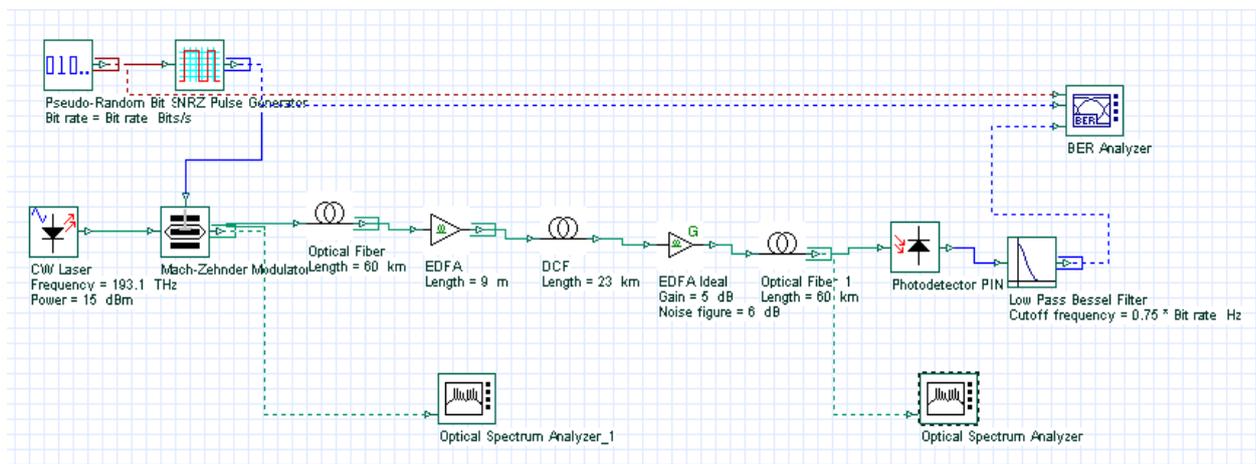
#### I. Manipulations

La chaîne de transmission optique a simulée est constituée d'un module d'émission, d'un module de réception, d'un support de transmission qui est la fibre optique et des amplificateurs optiques EDFA et une fibre DCF.

##### I.1. Schéma de simulation d'une liaison avec amplification

Considérant maintenant une liaison avec amplificateur de puissance (**en ligne**) telle qu'elle est définie sur la figure.1. Pour cela, On va utiliser la même liaison précédente avec les mêmes paramètres.

#### Le schéma de la liaison :



**Figure 1:** Schéma de simulation dans une liaison avec amplificateur en ligne.

- On fixe la longueur de la fibre  $L=120\text{Km}$ , le paramètre de dispersion de la fibre SMF est  $16.5 \text{ ps/nm/km}$ .

Paramètre	Valeur
Longueur de fibre	120 (Km)
Dispersion	16.5 (ps/nm/Km)
Atténuation	0.2 (dB/Km)

Tableau: Paramètres de la fibre SMF

### Ajout de la fibre de compensation et de l'amplificateur à fibre dopée erbium :

La dispersion accumulée totale engendrée par la fibre SMF est  $16.5 \times 120 = 1980$  ps/nm. Cette dispersion peut être compensée en ajoutant une fibre compensatrice DCF. Mais l'utilisation de la DCF engendre une atténuation du signal, c'est pour cela, un amplificateur EDFA (amplificateur à fibre dopée à l'erbium ou Erbium-doped Fiber Amplifier) de petit gain (5 dB) est ajouté pour amplifier le signal provenant de la DCF. Les caractéristiques des amplificateurs d'erbium (EDFA) et une fibre compensatrice de dispersion (DCF).

### Amplificateur EDFA 1 :

Main   Pum...   Cros...   Nume...   Polari...   Simul...   Noise   Rand...				
Disp	Name	Value	Units	Mode
<input type="checkbox"/>	Core radius	2.2	um	Normal
<input type="checkbox"/>	Er doping radius	2.2	um	Normal
<input type="checkbox"/>	Er metastable lifetime	10	ms	Normal
<input type="checkbox"/>	Numerical aperture	0.24		Normal
<input checked="" type="checkbox"/>	Er ion density	1e+025	m <sup>-3</sup>	Normal
<input checked="" type="checkbox"/>	Loss at 1550 nm	0.1	dB/m	Normal
<input type="checkbox"/>	Loss at 980 nm	0.15	dB/m	Normal
<input checked="" type="checkbox"/>	Length	9	m	Normal

Main   <b>Pum...</b>   Cros...   Nume...   Polari...   Simul...   Noise   Rand...				
Disp	Name	Value	Units	Mode
<input checked="" type="checkbox"/>	Forward pump power	100	mW	Normal
<input type="checkbox"/>	Backward pump power	0	mW	Normal
<input type="checkbox"/>	Forward pump wavelengt	980	nm	Normal
<input type="checkbox"/>	Backward pump waveleng	980	nm	Normal

### Amplificateur EDFA 2

Main   Polarization   Simulation   Noise   Random numbers				
Disp	Name	Value	Units	Mode
<input type="checkbox"/>	Operation mode	Gain Control		Normal
<input checked="" type="checkbox"/>	Gain	5	dB	Normal
<input type="checkbox"/>	Power	10	dBm	Normal
<input type="checkbox"/>	Saturation power	10	dBm	Normal
<input type="checkbox"/>	Saturation port	Output		Normal
<input type="checkbox"/>	Include noise	<input checked="" type="checkbox"/>		Normal
<input checked="" type="checkbox"/>	Noise figure	6	dB	Normal

## Fibre Compensatrice de Dispersion DCF

Label: DFC Cost\$: 0.00

Main Disp... PMD Nonl... Num... Gr... Simu... Noise Rand...

Disp	Name	Value	Units	Mode
<input type="checkbox"/>	User defined reference w	<input checked="" type="checkbox"/>		Normal
<input type="checkbox"/>	Reference wavelength	193.1	THz	Normal
<input checked="" type="checkbox"/>	Length	24	km	Normal
<input type="checkbox"/>	Attenuation effect	<input checked="" type="checkbox"/>		Normal
<input type="checkbox"/>	Attenuation data type	Constant		Normal
<input checked="" type="checkbox"/>	Attenuation	0.75	dB/km	Normal
<input type="checkbox"/>	Attenuation vs. wavelength	Attenuation.dat		Normal

Label: DFC Cost\$: 0.00

Main Disp... PMD Nonl... Num... Gr... Simu... Noise Rand...

Disp	Name	Value	Units	Mode
<input type="checkbox"/>	Group velocity dispersion	<input checked="" type="checkbox"/>		Normal
<input type="checkbox"/>	Third-order dispersion	<input checked="" type="checkbox"/>		Normal
<input type="checkbox"/>	Dispersion data type	Constant		Normal
<input type="checkbox"/>	Frequency domain param	<input type="checkbox"/>		Normal
<input checked="" type="checkbox"/>	Dispersion	-82	ps/nm/km	Normal
<input type="checkbox"/>	Dispersion slope	0.075	ps/nm <sup>2</sup> /k	Normal
<input type="checkbox"/>	Beta 2	-20	ps <sup>2</sup> /km	Normal
<input type="checkbox"/>	Beta 3	0	ps <sup>3</sup> /km	Normal
<input type="checkbox"/>	Dispersion file format	Dispersion vs. wavelength		Normal
<input type="checkbox"/>	Dispersion file name	Dispersion.dat		Normal

### Questions

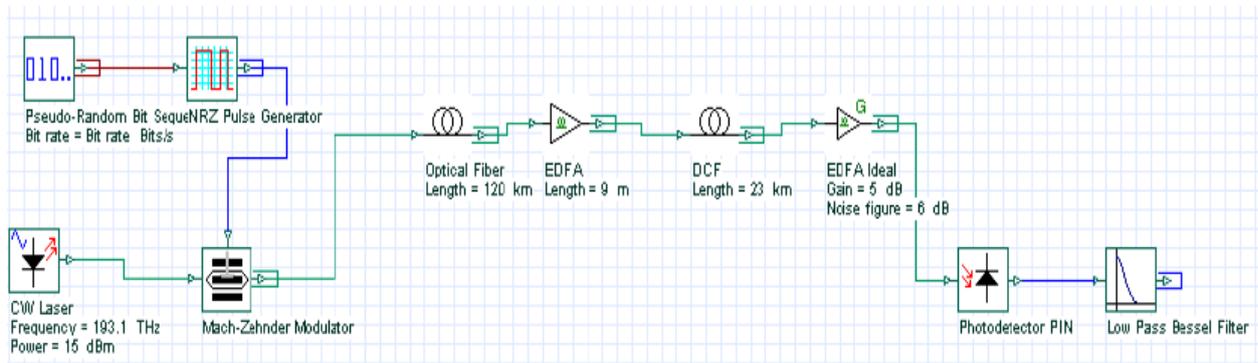
- Réaliser le schéma de la figure 3.
- Pour une puissance d'entrée  $P_e=0$  dBm. Utiliser l'analyseur du spectre pour visualiser :
  - Le spectre optique à la sortie du modulateur.
  - Le spectre optique à la sortie du canal.
- En utilisant le dispositif de mesure de la puissance optique (Power) pour mesurer :
  - La puissance injectée à l'entrée du canal ( $P_{in}$ ).
  - La puissance à la sortie du canal ( $P_{out}$ ).
- On fixe maintenant la longueur du canal à 120 km. En utilisant l'analyseur BER, tracer l'évolution de  $P_{out}$  (dBm), **Q-max** et **BER-min** en fonction de la puissance d'entrée  $P_{in}$ .

Puissance d'entrée $P_{in}$ (dBm)	$P_{out}$ (dBm)	Q-max	BER-min
-10			
-8			
-6			
-4			
-2			
0			
2			
4			
6			
8			
10			

5. On fixe maintenant la longueur du canal à 120 km, la puissance de la diode laser  $P_{in}=-10$ dBm et en utilisant l'analyseur BER. Tracer l'évolution de **Q-max** et **BER-min** en fonction le taux de débit **D** en (GB/s).

Taux de Débit D en (GB/s)	Q-max	BER-min
2		
4		
6		
8		
10		
12		
14		

**Travail à faire:** Faire le même travail (**Questions 4 et 5**) pour une liaison de communications avec préamplificateur telle qu'elle est définie sur la figure.2. Ici, l'étage d'amplification est placé avant le bloc de réception (les paramètres pour chaque élément restent les mêmes).



**Figure 2:** Schéma de simulation dans une liaison avec préamplificateur.

1. Interpréter les résultats.
2. Conclusions.