



République Algérienne Démocratique Et Populaire

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

Université Abderrahmane Mira – Bejaia
Faculté De Technologie
Département D'électronique

Mémoire de fin d'études pour l'obtention de :

DIPLOME MASTER RECHERCHE EN ELECTRONIQUE

Spécialité : Télécommunications

THÈME

*Etude et Optimisation d'un Système d'émission
Optique 1.5 μm*

Présenté par

SAADI Hassane

Devant le jury:

Mr S. BERRAH

Professeur

Encadreur

Mr M. ROUHA

Docteur

Président

M^{eme} S. BOUNCER

Magister

Examinatrice

M^{elle} Y. ACHOUR

Doctorante

Co-encadreur

Année 2014 /2015



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



REMERCIEMENT

Avant tout, je remercie Allah de m'avoir aidé à réaliser ce présent travail.

J'adresse tout particulièrement à Monsieur S.BERRAH Professeure à l'Université A mira de Béjaia, mes sincères remerciements pour m'avoir encadré et conseillé pendant la réalisation de ce mémoire. Son aide appréciable, ses encouragements qui m'ont permis d'avancer dans l'élaboration de ce travail et à qui je témoigne ma profonde reconnaissance.

J'adresse mes vifs remerciements à Monsieur M.ROUHA Maître de conférence à l'université Abd el Rahmane Mira de Béjaia, de m'avoir fait l'honneur de juger et présider le jury de ce travail.

Je remercie vivement MADAME S.BOUNCER, Maitres de conférences à l'Université Abd el Rahmane Mira de Béjaia, pour m'avoir honoré de leurs présences en acceptant d'examiner et de juger ce travail.

Ainsi que tous ceux qui m'ont assisté de près ou de loin dans le parcours de la réalisation de ce mémoire.

Dédicaces

Avant tout, je remercie le Dieu, qui m'a aidé à élaborer ce modeste travail.

Je dédie ce modeste travail :

*A toi **MA MÈRE** pour ton courage, tes combats et tes sacrifices afin que je puisse achever mes études, à toi qui a tout souffert, sans me faire souffrir, que tu trouves dans ce mémoire le témoignage de ma reconnaissance et de mon affection pour tous tes sacrifices, l'extrême amour et la bonté que tu m'a offert pour me voir réussir. Que tu en sois remerciée à tout jamais.*

*A toi **MON PÈRE**, l'homme à qui je dois ma réussite, mon bonheur, et tout le respect; Que tu trouves ici l'expression de mon affection et une récompense des sacrifices consentis pour moi.*

*A mes très chères sœurs **AICHA**, **NABILA**, **KHADIJA** et surtout à mes chers frère **HAKIM** et **YASSINE***

*A toutes mes tantes et tous mes oncles et toute ma famille **SAADI**.*

A tous ceux que j'aime, tous ceux qui m'aiment et tous ceux qui me sont chers.

A Tous les étudiants de notre d'épatement, en particulier ma promotion.

«SAADI Hassane»

Liste des acronymes

Un certain nombre d'abréviations sont utilisées dans le langage technique, tantôt sous forme française, tantôt sous forme anglo-américaine. Elles sont explicitées ci-dessous, par ordre alphabétique, avec les correspondances anglais-français, lorsqu'il y a lieu.

DEL : Diode électroluminescence

DL : Diode laser

LASER : **L**ight **A**mplification by **S**timulated **E**mission of **R**adiation – Amplification de lumière par radiation d'émission stimulée

RA : **R**aman Amplifier- Amplificateur Raman

VCSEL : Laser à cavité verticale émettant par la surface

AG : Algorithme génétique

ADN : Acide DésoxyriboNucléique

GaAs : Galium Arsenic

Al : Aliminum

LISTES DES FIGURES :

Figure .1.1	Schéma d'un liaison optique.....	2
Figure 1.2	L'atténuation spectrale d'une fibre en silice Schéma des processus fondamentaux (a) d'émission spontanée, (b) d'émission stimulée, (c) d'absorption.....	3
Figure 1.3 :	Schéma des processus fondamentaux (a) d'émission spontanée, (b) d'émission stimulée, (c)	4
Figure I.4 :	Structure d'une diode laser a une cavite resonante Fabry-Perot.....	6
Figure I .5 :	Diagramme des bandes énergétiques d'une jonction p-n très dopée en équilibre thermodynamique (a) et sous polarisation directe (b).....	7
Figure I .6 :	Diagramme des bandes énergétiques d'une jonction p-n très dopée à double hétéro structure en équilibre thermique (a) et sous polarisation directe (b).....	8
Figure I.7:	Schéma d'une diode dont la largeur est d'un demi-millimètre environ.....	8
Figure I.8 :	Structure d'une diode laser au GaAs.	9
Figure I .9 :	(a) Caractéristique puissance-courant d'une diode laser, (b) Spectre au-dessus du seuil : émission stimulée, (c) spectre sous le seuil : émission spontanée.....	10
Figure I.10 :	Schéma d'un laser à cavité verticale émettant par la surface(VCSEL) à pompage électrique.....	12
Figure I .11 :	Evolution d énergie de bande interdite des binaires et ternaires.....	15
Figure II .1 :	Classification des métaheuristiques.....	17
Figure II.2 :	Schéma explicatif de fonctionnement de l'AG.....	19
Figure II.3.	Schéma d'une roulette.....	20
Figure II .4:	représentation schématique du croisement en 1 point.....	21
Figure II.5 :	représentation schématique du croisement en 2 points.....	21
Figure II.6:	représentation schématique d'une mutation binaire dans un chromosome....	22
Figure III .1	schéma de simulation de l'émetteur optique.....	23
Figure.III .2	Schéma de simulation de la source optique.....	24

Figure III.3	la variation de rendement quantique en fonction de longueur d'onde.....	25
Figure III.4	La variation de pertes internes de la cavité en fonction de l'indice de réfraction n_2	26
Figure III .5	l'évolution de gain modale en fonction de facteur de continuum.....	27
Figure III.6	l'évolution de rendement quantique total en fonction de rendement quantique différentielle.....	28
Figure III .7	la variation de pertes internes de la cavité en fonction de l'indice de réfraction n_2	29
Figure. III 8	l'évolution de la puissance en fonction de la l'longueur d'onde.....	30
Figure III.9	l'évolution de le gain optique en fonction de pertes internes de cavité.....	31
Figure III .10	l'évolution de gain optique en fonction de l 'indice de réflexion R1.....	32
Figure III .11	l'évolution de l'atténuation en fonction de loguer d'onde.....	35
Figure III .12	évolution de la fonction fitness en fonction de génération.....	35
Figure III.13	évolution de fonction fitness en fonction de génération.....	36
Figure III.14	évolution de la fonction fitness en fonction de génération.....	36
Figure III.15	l'évolution de longueur d'onde en fonction de l'indice de réfraction.....	37
Figure III.16	evolution de puissance et le gain en fonction de la longueur d'onde d'émission.....	38
Figure III.17	: Effet de la dispersion modale a100km.....	38
Figure III.18	évolution de puissance et les pertes en fonction de longueurs d'onde.....	39

Introduction Générale

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Aujourd'hui le champ de télécommunication est très attaché à des liaisons optiques. La recherche sur la zone active qui contient des loguer d'onde d'émission autour de $1.5 \mu\text{m}$ évolue jour après jour afin de satisfaire le besoin de la détection et les domaines de la télécommunication par fibre optique.

Le but d'avoir l'émission optique de telle propriété qui est un peu spécifique a conduit à rechercher des diodes laser à base de GaAs qui présentent des propriétés d'émission satisfaisantes.

Parmi les diodes laser émises au tour de $1.5 \mu\text{m}$ on trouve des lasers à cavité verticale émise par la surface (VCSELs) de grande efficacité de couplage avec les fibres optiques, celle la dernière qui caractérisé par des effets connu sous le nom de l'atténuation et la dispersion.

Enfin les liaisons optique de diode laser émises au tour de $1.5 \mu\text{m}$ sont renouvelés l'optique et La nouvelle technologie.

Ce mémoire est organisé comme suivant :

L'objectif de ce projet est de réaliser une étude comportementale sur les émetteurs relié à la fibre optique et d'étudier l'évolution de divers paramètre à laide des programme et d'algorithmes génétique évolué.

Le premier chapitre décrit les principales généralités sur la liaison et l'émission optique autour de $1.5\mu\text{m}$ tout en expliquant leur rôle et leurs composants (diode laser). Il présente aussi des effets majeurs comme le confinement dans les VCSEL et l'atténuation dans les fibres optiques.

Le second chapitre présente les algorithmes génétiques et détaille le méta heuristique qui fait partie de l'algorithme d'optimisation comme on à ulster leur intérêt et leur classification.

Le troisième chapitre présente des divers résultats de simulation avec exploitation de l'algorithme génétique.

Chapitre I

Généralités sur Les Emetteurs Optiques et Diodes Laser $1.5\mu\text{m}$

I.1 Introduction.

Un système de télécommunication optique est constitué essentiellement d'un émetteur, un canal de transmission (fibre optique) et le récepteur (Figure I.1).

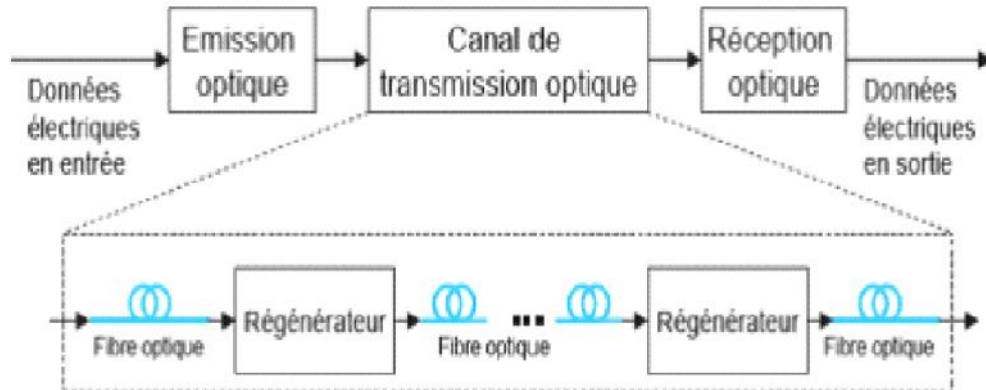


Figure I.1 Schéma d'une liaison optique

I.2 Emetteur optique

I.2.1 Le composant principal d'un émetteur optique.

Si on veut voir la constitution de l'émetteur on peut trouver deux types d'émetteur, qui peuvent être exploités pour jouer le rôle d'une source optique :

- Les LED (Light-Emitting diode), qui sont simples ont une assez bonne linéarité et génèrent une faible puissance.
- Les Diodes Lasers qui génèrent une lumière cohérente et puissante au même temps

I.2.3 Les différents types d'émetteurs.

Il existe trois types d'émetteurs qui sont utilisés pour la propagation du signal lumineux à l'intérieur de la fibre :

- Les Diodes Electroluminescentes (DEL) : 850 nm
- Les diodes à infrarouge : 1300 nm
- Les Diodes lasers (DL) : 1300 ou 1550 nm [1]

I.3 Critère de choix des composants d'un émetteur optique

- **L'atténuation**

L'atténuation est l'un des caractéristiques qui affecte la fibre optique

L'atténuation est une grandeur physique dépend de la longueur d'onde de la lumière porteuse qui traduit l'affaiblissement du signal au cours de la propagation. La loi qui donne l'évolution de cette atténuation est:

$$P_e = P_r \exp(-\alpha L) \quad (\text{I. 1})$$

- P_e et P_r : sont les puissances d'émission et réception respectivement.
- α : le coefficient d'atténuation linéique (m^{-1}),
- L la longueur de la fibre (km)

. L'atténuation des fibres est exprimée par unité de longueur (dB/km) :

$$A(\text{dB}/\text{km}) = \frac{A_{tot} (\text{dB})}{L (\text{km})} \quad (\text{I. 2})$$

- A_{tot} : Représente l'atténuation total de la fibre optique.

Les excellences intervalles de transmission optique sont celles qui annulent les phénomènes physiques lorsque il commence l'atténuation :

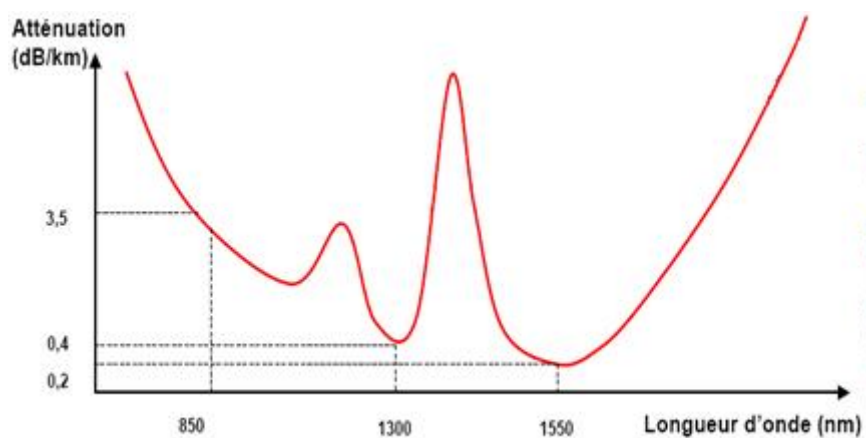


Figure I.2: Schéma représente l'atténuation spectrale d'une fibre en silice.[2]

I.4 Effet laser et diode laser

Dans les systèmes de communications optiques, la source optique la plus utilisée est la Diode laser, (acronyme de « Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation »).

Nous allons voir par la suite que son fonctionnement est basé sur le phénomène de l'émission stimulée.

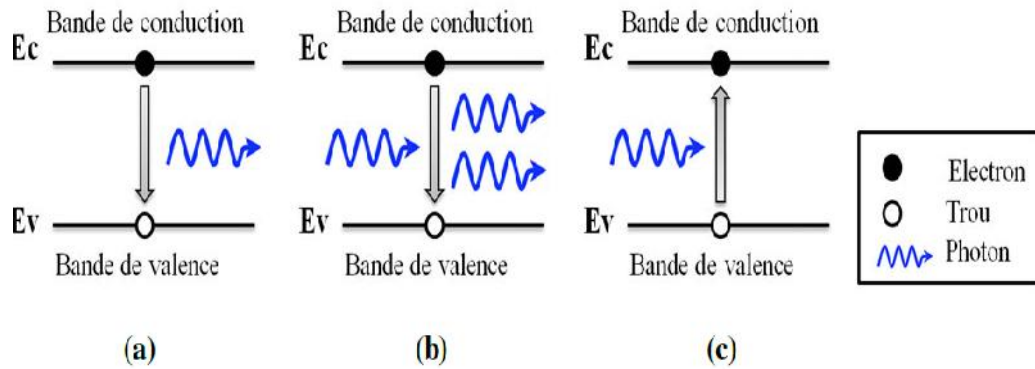


Figure I.3 Schéma des processus fondamentaux (a) d'émission spontanée, (b) d'émission stimulée, (c) d'absorption [3]

Un processus d'absorption trouve son application dans la photodiode, celui de l'émission spontanée dans la diode électroluminescente et l'émission stimulée dans la diode laser [6].

Pour avoir l'effet laser il faut :

- Avoir une inversion de population
- Assurer le pompage (injection du courant)

L'effet laser a été décrit en 1917 par Einstein, il repose sur trois phénomènes physiques qui décrivent l'interaction d'un atome avec la lumière (voir Figure I.3).

1. **l'émission spontanée:** l'atome excité peut revenir dans son état initial, appelé « état fondamental », en laissant partir un photon de même longueur d'onde que celui qu'il avait absorbé pour passer dans l'état excité. Ce processus trouve son application dans la diode électroluminescente.
2. **l'émission stimulée :** lorsqu'un atome excité reçoit un photon dont la longueur d'onde aurait permis de l'exciter s'il avait été dans son état fondamental, ce photon peut « déclencher » (on dit « stimuler ») la désexcitation de l'atome. L'atome va alors émettre un deuxième photon, de même longueur d'onde que celui qu'il a reçu, mais aussi dans la même direction et avec la même phase que le premier. Nous allons voir par la suite qu'elle est à la base du fonctionnement du laser.
3. **l'absorption :** un atome qui reçoit un photon de longueur d'onde adéquate, peut l'absorber. Il est alors dans un « état excité ». [3]

I.5 Principe du laser

Pour produire de la lumière cohérente, on a besoin d'inverser la population d'électron, c'est-à-dire faire passer l'atome d'un état d'énergie E_1 à un état d'énergie E_2 . Pour se faire, nous devons utiliser une source externe dite de pompage. En effet quand il y a inversion de population, le nombre de photon émis par émission stimulée est supérieure au nombre de photon absorbé. Et l'intensité de la lumière incidente (celle qui a permis le pompage donc de créer l'inversion de population) est donc accrue.

Pour avoir un effet laser on a besoin d'un processus de contre réaction. Un semi-conducteur de type p (inversions de population réalisée par pompage) est situé entre deux miroirs. Une émission spontanée va émettre un photon (en l'absence de miroir, on ne peut avoir que de l'émission spontanée), ces photons vont se propager vers les miroirs et vont être amplifiés par émission stimulée.

Après réflexion sur les deux miroirs, les ondes vont revenir à leur position d'origine. Ainsi, pourvu que la puissance absorbée par le milieu d'amplification et les miroirs ne dépassent pas la puissance fournie par l'émission stimulée, l'effet d'amplification peut commencer à fonctionner. [4]

I.6 Composants caractéristiques du laser

- **Le gain optique :**

Pour inverser la population des porteurs dans un laser, il suffit d'introduire d'autres porteurs à la cavité active. La production d'une lumière cohérente est réalisée dans le cas où la densité des porteurs injectés dépasse une certaine valeur qu'on appelle la densité de transparence de porteurs N_T . En satisfaisant cette condition, un gain optique est obtenu, il est exprimé sous cette forme :

$$g_{peak} = A(N - N_T) \quad (I.3)$$

Avec : N_T représente la densité des porteurs et A le gain différentiel. [5][6]

- **La contre-réaction :**

La contre réaction est indispensable pour obtenir l'effet laser. Comme on l'a déjà expliqué, le milieu actif est situé entre deux miroirs partiellement réfléchissants avec indice de réflexion R_1 et R_2 comme le montre la figure ci-dessous.

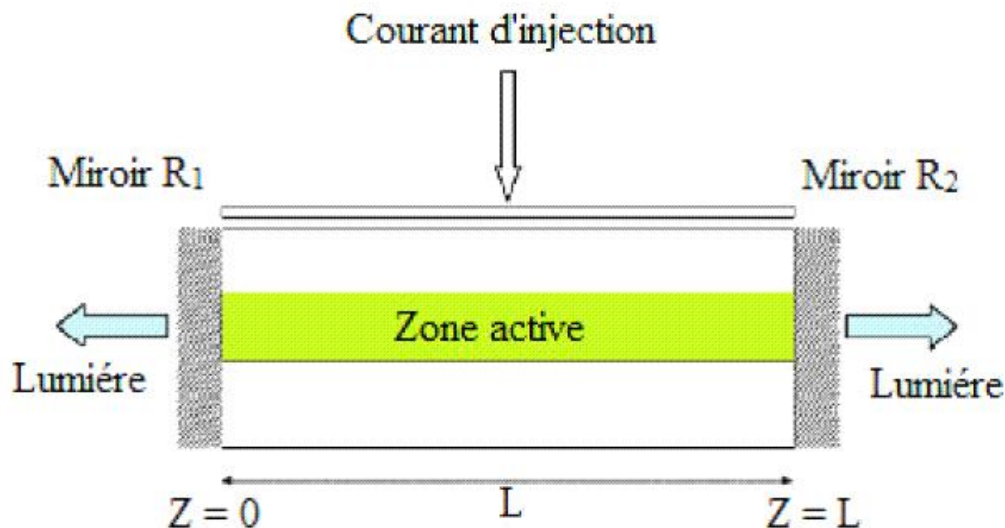


Figure I.4 : Structure d'une diode laser à cavité résonante Fabry-Pérot.

Avec une succession de réflexion aux extrémités des miroirs, l'onde lumineuse est générée et amplifiée. La puissance optique résultant d'une facette du laser est exprimée par

$$P_{out}(I) = n_d \times [h \times \nu / 2 \times e](I - I_{th}) \quad (I.4)$$

$$g = a_{int} + \frac{1}{2 * l} \ln\left(\frac{1}{R1 * R2}\right) \quad (I.5)$$

Avec : a représente l'efficacité quantique différentielle, h la constante de Planck, ν la fréquence optique, e la charge de l'électron et I le courant injecté. [7]

I.7 Noyau du laser (diode laser) :

On peut distinguer deux types :

a. Laser à une couche

Une homo-jonction P-N est la réunion de deux semi-conducteurs de même composition et de types de dopage différents. Une polarisation directe correspond à une tension positive

appliquée au matériau P et permet aux trous et aux électrons de diffuser et de se recombiner au voisinage de la jonction. L'épaisseur de la zone de recombinaison ou zone active est fixée par les mécanismes de diffusion et de recombinaison et il est de l'ordre de quelques microns.

Les lasers à homo-jonction présentent des courants de seuil importants ($> 10\text{mA}$), ce qui engendre un échauffement de la jonction. Un autre problème, consiste en la difficulté de recombinaison trou électron à cause de la largeur de la zone de gap.

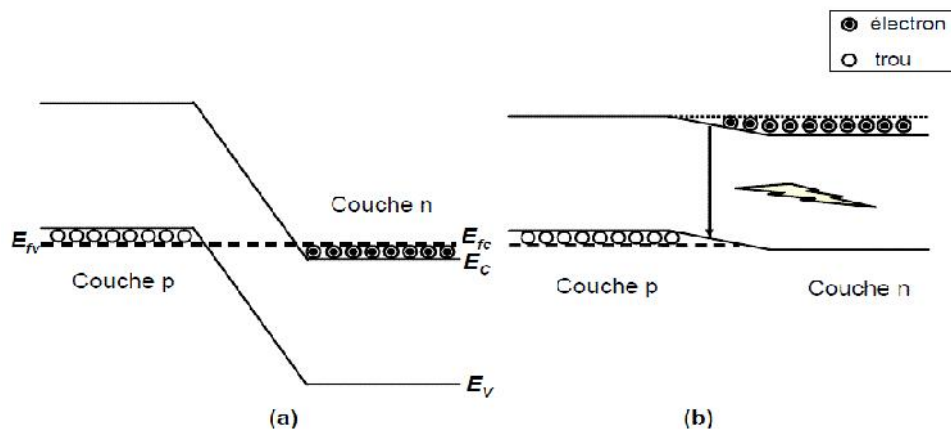


Figure I. 5 : Diagramme des bandes énergétiques d'une jonction p-n très dopée en équilibre thermodynamique (a) et sous polarisation directe (b).

b. Laser à multicouches

Un moyen d'ajuster par construction l'épaisseur de la zone active est de réaliser par épitaxie une structure à double hétérojonction qui comprend une couche du matériau qui représente la couche active entre deux couches de matériaux de types respectivement P et N. ces jonctions appelées hétérojonctions par ce que situées entre des matériaux de bandes interdites différentes, constituent des barrières de potentiel pour les électrons et les trous : c'est le confinement électronique.

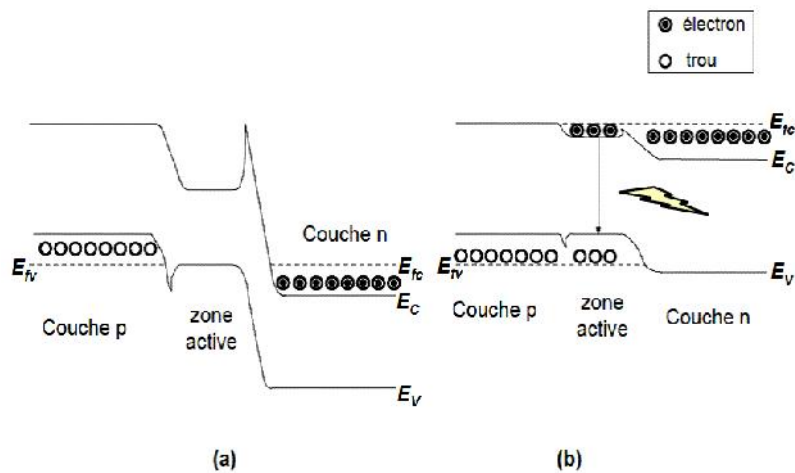


Figure I. 6 : Diagramme des bandes énergétiques d'une jonction p-n très dopée à double hétéro structure en équilibre thermique (a) et sous polarisation directe (b). [8]

Une structure à hétérojonction est très intéressante. Le confinement des porteurs dans la couche active est assuré grâce à la différence des niveaux énergétiques. La largeur réduite de la bande interdite fait en sorte que l'indice de réfraction de la zone active soit plus élevé. [8]

I.8 Diode laser

Un laser est une source qui fournit de la lumière. Le terme LASER provient de l'acronyme Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation. En français : amplification de la lumière par émission stimulée de radiation.

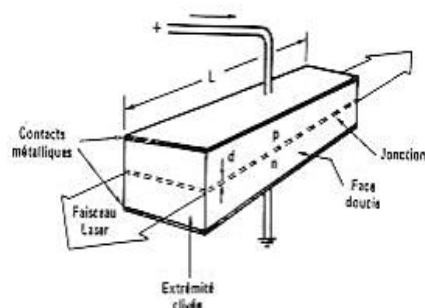


Figure I.7: Schéma d'une diode dont la largeur est d'un demi-millimètre environ.

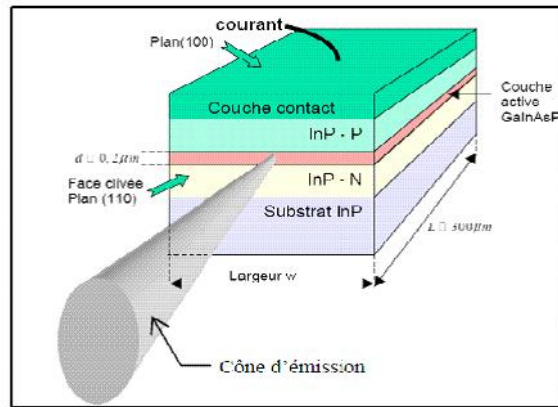


Figure I.8 : Structure d'une diode laser au GaAs. [9].

Une diode laser à base de l'Arséniure de Gallium (GaAs) est schématisée ci-dessus. Cette dernière présente l'avantage de confiner les porteurs par une barrière de potentiel électrostatique dans un volume très réduit qui est la zone active. Ce confinement permet d'obtenir pour un courant d'injection, une densité de porteurs élevée et par conséquent un gain élevé. La puissance optique émise, varie proportionnellement avec le signal appliqué [9].

La jonction PN est constituée de surfaces réfléchissantes, qui forment un espace accueillant les radiations émises. Les autres faces représentent les électrodes. Dans le cas où la jonction n'est pas polarisée, le niveau de Fermi E_f possède une valeur constante dans toute la structure et tous les états d'énergie inférieure à E_f sont remplis du côté P comme du côté N . Dans le cas contraire, les électrons émigrent de N vers P . Le déplacement des électrons et des trous vers les électrodes créent une énergie sous forme d'émission électromagnétique. Pour conserver le déséquilibre entre l'émission stimulée et les pertes par absorption vers l'extérieur, on doit injecter un courant assez important. [10]

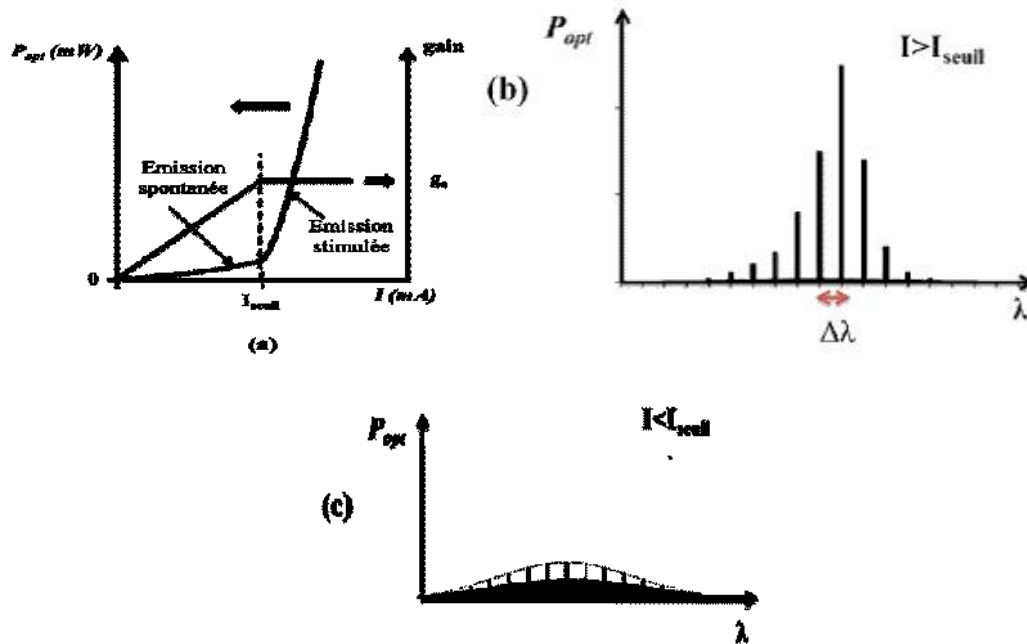


Figure I.9 : (a) puissance-courant d'une diode laser, (b) Spectre au-dessus du seuil : émission stimulée, (c) spectre sous le seuil : émission spontanée [11]

L'évolution du gain et de la puissance optique d'émission en fonction du courant de pompe. Pour des courants de pompe respectivement au-dessus et en-dessous du courant de seuil, les figures I.7 (b) et (c) indiquent le spectre d'émission du laser.

- Lorsque $I < I_{seuil}$, il ya de l'émission spontanée. On a la puissance optique est proportionnelle au courant.
- Lorsque $I > I_{seuil}$, il ya l'émission stimulée. La puissance optique émise par émission stimulée évolué d'une manière efficace. [12]

I.9 Laser à cavité verticale émettant par la surface (VCSELs)

Pour répondre aux besoins du marché et suivre la croissance de l'internet, chaque fibre optique devra supporter des débits allant jusqu'à 1 Tbits/s au lieu de 160 Gbits/s actuellement. Ce qui veut dire détenir des émetteurs rapides, compacts, non refroidis, peu onéreux et émettant dans la fenêtre de transmission des fibres en silice (1.3 et 1.55 μm). Aujourd'hui, un fort potentiel de recherche est engagé dans de telles sources de lumière, capables d'augmenter le débit, tout en maintenant des coûts de production faibles

Le premier laser à cavité verticale (VCSEL) a été présenté en 1979 par une équipe japonaise. Ce VCSEL, dont le milieu amplificateur était formé *GaAs* en accord de maille sur *InP*,

présente à $1,3 \mu\text{m}$ une émission laser à la température de 77 K en régime d'injection impulsionnelle.

Les VCSEL émettant à $1,55 \mu\text{m}$ en régime d'injection électrique continu atteint une densité de courant de seuil record de $2,5 \text{ kA/cm}^2$ [13]

I.10 Utilité des VCSELs

- Excellente couplage avec les fibres optiques
- Type de fonctionnement est : monomode longitudinal.
- Possibilité de réaliser des matrices de ces composants pour des applications d'interconnexions parallèles et de multiplexage en longueur d'onde.
- Bas niveau de seuil laser induit par le faible volume de la couche active. [14]

I.11 Le choix de longueur d'onde de $1.5 \mu\text{m}$ dans les télécommunications par fibre optique

La longueur d'onde de $1.5 \mu\text{m}$ est très importante dans le domaine de télécommunication, puisqu'elle représente la fréquence pour laquelle la fibre optique a un minimum d'absorption.

Ce qui nous impose le choix de notre émetteur autour de cette longueur, pour minimiser le nombre d'amplificateurs optiques tout au long de la liaison. [15]

I.12 Constitution de VCSELs :

La constitution des lasers à cavité verticale émettant par la surface (VCSELs) est donnée par :

- le milieu actif entre deux miroirs de forte réflectivité
- Les miroirs du VCSEL appelés miroirs de Bragg sont réalisés par des techniques de croissance par épitaxie.
- La zone active, siège de l'émission, est composée d'un matériau de fort indice. [16]

- La réflectivité maximale correspondant à la longueur d'onde du miroir pour un nombre N de périodes s'exprime par:

$$R = \left(\frac{n_1 - n_2}{n_1 + n_2} \right)^2 \quad (I.6)$$

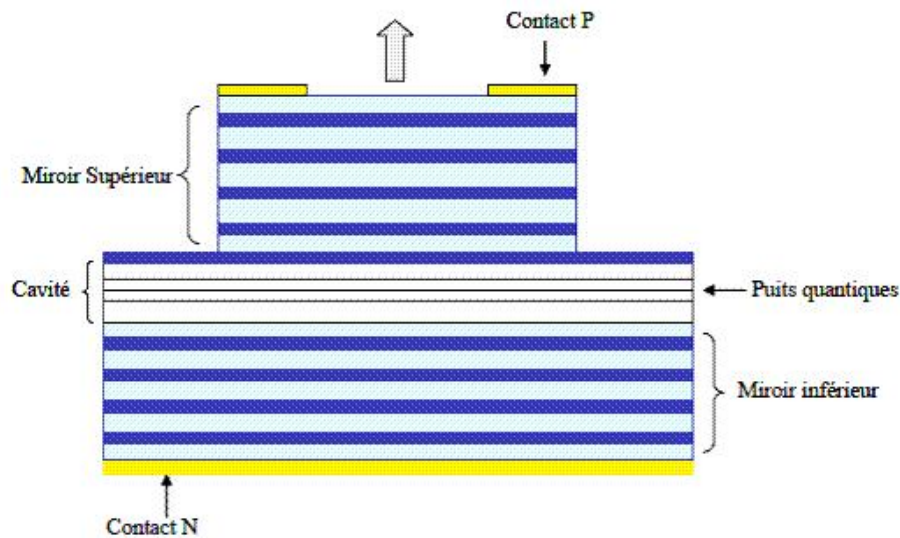


Figure I.10: Schéma d'un laser à cavité verticale émettant par la surface(VCSEL) [16]

I.14 Le phénomène de confinement et ses technique dans le VCSEL

Dans les VCSELS il faut avoir le confinement car son utilité est exprimée dans la permission de confiner à la fois les porteurs et les photons pour faciliter le déclenchement de l'effet laser. D'autre part il permet la réduction du courant de seuil du composant.

Ceci est réalisable selon trois techniques qui sont : l'implantation ionique, la gravure d'une méso et l'utilisation d'un diaphragme d'oxyde enterré.

Chaque technique a son rôle :

La première technique consiste à créer des défauts cristallins et les lignes de courant sont ainsi confinées dans la zone non implantée. La deuxième méthode est la gravure d'une méso au niveau du miroir supérieur du VCSEL, où on obtient un confinement par l'indice. La dernière méthode, celle du diaphragme permet un confinement électro-optique.

Le confinement électrique et optique reste comme facteur d'une importance capitale dans le VCSELS. [17]

La loi de confinement est donnée par : [17]

$$G_{mod} = \Gamma \cdot G_{puits} \quad (I.7)$$

Γ : le facteur de confinement optique

G_{mod} : le gain de la structure

G_{puits} : gain dans la zone active

I.15 Le système GaAs et ses propriétés

I.15.1 le gallium et ses sources

La propriété chimique de gallium soit acide, soit basique et d'après le tableau périodique il appartient, comme le bore, l'indium, le thallium et l'aluminium au groupe IIIA. Il se dissout dans les solutions alcalines, pour donner des gallates, et dans les acides minéraux, à l'exception de HNO_3 qui le passive.

On peut distinguer deux sources considérables : la bauxite qui est de loin la plus importante et le résidu de zinc. Ces deux sources sont rentables pour la production exemplaire du gallium. [18]

I.15.2 Définition du système choisi (GaAs)

Pour utiliser la fenêtre des longueurs d'onde des télécommunications, on a exploité les propriétés de GaAs. Ceci, en employant la structure GaAlAs/GaAs proposée en 1996.

A partir de là, plusieurs recherches ont été effectuées sur ce nouveau matériau pour réaliser des systèmes optiques performants. Par exemple dans la stabilité en température des lasers InGaAsN, il y a une très grande dispersion dans les valeurs de T_0 publiées: de 75 à 220 K. Cependant, les plus fortes valeurs correspondent systématiquement à des lasers à densités de courant de seuil supérieur à 1kA/cm^2 [19].

I.16 Les facteurs majeurs influents sur la température et le courant

Les différents paramètres qui sont derrière la variation de courant et la température sont nombreux, on cite deux:

- L'influence de la longueur de la cavité qui détermine la densité de porteurs à travers la condition du gain du seuil.
- Le coefficient Auger et de la durée de vie des porteurs non radiatifs.

La variation de courant en fonction de température est donnée par la relation suivante : [20]

$$I = i_0 \exp\left(\frac{\Delta t}{t_0}\right) \quad (\text{I. 8})$$

I.17 Comment influent les paramètres sur les puits dans le *GaAs* ?

Le premier facteur à effectuer, c'est l'évaluation de l'épaisseur et les compositions optimales d'indium et d'azote dans le puits pour obtenir une émission laser autour de 1,5 μm avec le maximum de gain possible. Puis en limitant les compositions maximales en indium et en azote respectivement, à 45 % et 1.9 % afin de ne pas atteindre la limite de relaxation de contraintes et/ou de ne pas incorporer trop de défauts.

La croissance de l'épaisseur de puits se traduit par une augmentation du gain et par un décalage spectral vers les grandes longueurs d'onde. L'utilité majeure des propriétés de gain peut être limitée par la qualité des matériaux en raison des fortes contraintes engendrées par de forts taux d'Indium. La relation qui donne le nombre de monocouches et la concentration des composés de système est donnée par : [21]

$$N = \frac{2(x - 0.7)}{(1 - x)} \quad (\text{I. 9})$$

I.18 L'évolution énergétique de bande interdite pour des éléments binaires et ternaires

L'énergie de bande s'attache d'une manière efficace avec l'indium et l'azote. Si on introduit une quantité d'indium et d'azote dans le *GaAs* on aura la diminution d'énergie de bande interdite qui permet d'envisager la gamme d'émission jusqu'à là réservée à l'*InP*. L'effet de l'azote se répercutant essentiellement sur la bande de conduction comme il ya l'obtention d'un fort confinement électronique lors de décalage de bande de conduction entre le puits quantique et la barrière *GaAs*. En plus de ceci il y a une réduction de la fuite des porteurs lors de l'échauffement, causé par le quaternaire et pourrait en théorie conduire à des valeurs de T_0 de l'ordre de 180 K [22].

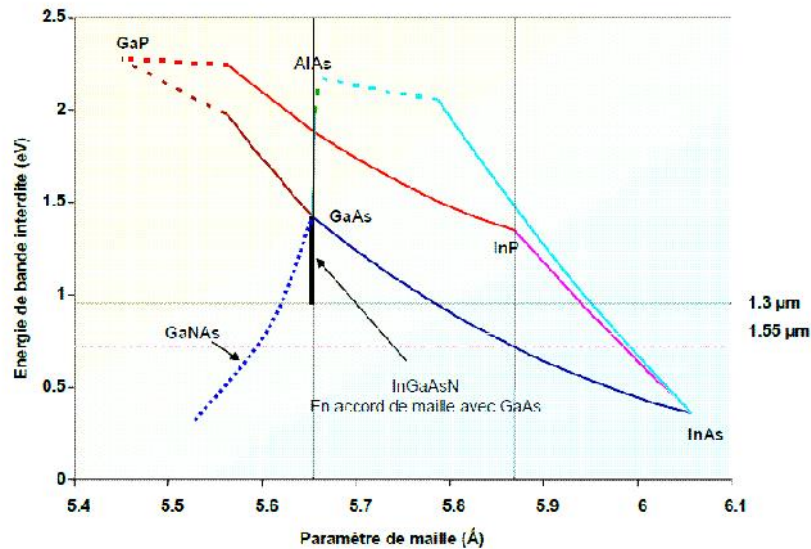


Figure I.11: Evolution d'énergie de bande interdite pour les binaires et ternaires [22]

I.19 Problématique

Le problème d'optimisation des paramètres d'une liaison optique se présente selon plusieurs types de fibres optiques. Pour notre cas, on a opté pour une fibre optique à gradient d'indice et un émetteur qui fonctionnent à des longueurs d'ondes de 0.85 à $1.5 \mu\text{m}$. Pour connaître les performances de telle fibre optique et tel émetteur, il faut trouver les paramètres qui caractérisent cette liaison. Pour cela, on a essayé d'optimiser les paramètres les plus importants. La longueur d'onde d'émission, le gain, les pertes internes de cavité, le rendement d'émission optique, la dispersion modale, l'atténuation et d'autres paramètres.

I.19 Conclusion :

Au cours de ce chapitre, nous avons souligné l'intérêt des lasers pour les liaisons optiques.

Nous avons détaillé le principe de fonctionnement des dispositifs qui font partie d'une liaison optique analogique et leurs caractéristiques fondamentales.

Ce chapitre nous a donc permis de montrer qu'une diode laser à cavité verticale émise par la surface (VCSEL) est très importante dans l'émission au tour de $1.5 \mu\text{m}$ comme nous avons également décrit un facteur capital des VCSELs qui est le confinement optique.

Finalement, nous avons vu que les diodes laser à base GaAs présentent des caractéristiques et des propriétés spécifiques.

Chapitre II

Algorithmes Génétique

II Les Méta heuristiques

II.1 Présentation

Comment on peut définir le méta heuristique ? :

- ‘heuristique’ qui vient du verbe ‘heuriskein’ et qui signifie ‘trouver’.
- ‘méta’ qui est un suffixe signifiant ‘au-delà’, à un plus haut niveau.

On peut voir le méta heuristique comme une « boîte à outils » algorithmique, utilisable pour résoudre différents problèmes d’optimisation.

Les métas heuristiques sont utilisés pour obtenir une valeur approchée de l’optimum global lorsqu’on a des problèmes complexe

Le réseau Meta heuristiques conjugué le terme comme l’ensemble de concepts exploité pour définir des méthodes heuristiques, pouvant être appliqués à une grande variété de problèmes.

[23]

II .2 Organisation et classification des métas heuristiques

Pour bien classifier les métaheuristiques est de distinguer celles qui travaillent avec une population de solutions de celles qui ne manipulent qu’une seule solution. Les méthodes qui travaillent avec une population de solutions sont appelées méthodes évolutionnaires.

On peut cependant distinguer :

- les approches trajectoire

Ces algorithmes partent d’une solution initiale (obtenue de façon exacte, ou par tirage aléatoire) et s’en éloignent progressivement, pour réaliser une trajectoire dans l’espace des solutions en tentant de se diriger vers des solutions optimales. [23]

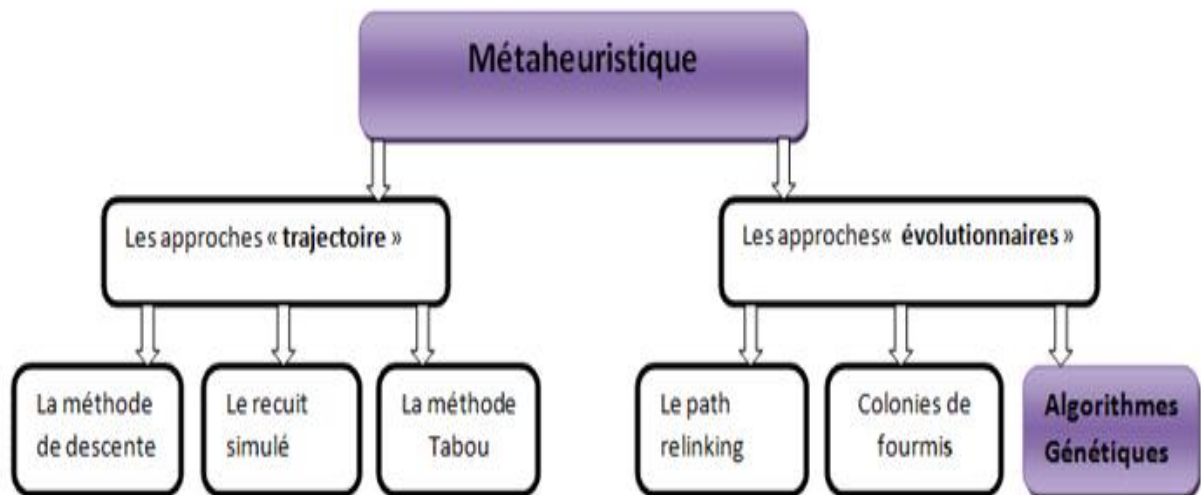


Figure II .1 : Schéma de classification des méta heuristiques [23].

II .3 C'est quoi l'algorithme génétique?

Les algorithmes génétiques (AG) basée sur le mécanisme de la sélection naturelle et se sont révélés très efficaces dans l'optimisation avec beaucoup d'applications réelles comme dans les stratégies de financement et d'investissement, la robotique et les télécommunications. La population est l'introduction des AGs. Par les opérations génétiques : la sélection, le croisement et la mutation, une nouvelle population est obtenue. En utilisant le processus de sélection, les individus les plus "convenables" qui sont basés sur la valeur de la fonction d'adaptation sont choisis ; le croisement et la mutation s'appliquent alors pour créer la nouvelle population. L'opération génétique est arrêté lorsque il y a une satisfaction du critère d'optimisation.

II.4 Terminologie et mécanisme d'algorithme génétique

Les mécanismes de l'évolution des espèces ayant inspiré les Algorithmes Génétiques sont nombreux, complexes et souvent difficiles à mettre en évidence.

- Individu ou Chromosome : c'est la représentation par une chaîne de bits d'un point de l'espace de recherche.
- Population : est l'ensemble des individus. A chaque instant t , la population est appelée « génération ».
- Gène : est l'ensemble des propriétés caractérisant un individu de la population.

- Génotype : est la représentation interne de l'individu, il est constitué de l'ensemble des gènes
- Phénotype : est une visualisation externe de l'individu, il indique son aptitude à subsister dans son environnement donc à se reproduire.
- Allèle : est l'ensemble des valeurs que peut prendre un gène. Généralement, l'ensemble des allèles est fixe et constant au cours de l'évolution.
- Fonction d'Adaptation ou Fitness : est une valeur estimée à partir de la solution (individu). Elle permet de déterminer la capacité d'adaptation de l'individu i dans la génération t . [24]

Les liens entre les terminologies naturelles et artificielles sont résumés dans le tableau suivant :

Naturelle	Artificielle
Chromosome	Chaîne
Gène	Caractère
Allèle	Valeur de caractère
Locus	Position dans la chaîne
Génotype	Structure
Phénotype	Structure codée
Epistasia	Non linéaire

Tab II .1 : liens entre les terminologies naturelles et artificielles.[24]

II.5 Les majeurs principes

Les techniques génétiques sont basées sur deux facteurs à effectuer :

- 1- Une fonction de codage de données en entrée sous forme d'une séquence de bits.
- 2- Trouver une fonction $U(x)$ pour pouvoir calculer l'adaptation d'une séquence de bits x .

Lorsque on établit ces deux fonctions on peut appliquer l'AG :

- 1- Générer aléatoirement quelques séquences de bits.
- 2- Mesurer l'adaptation de chacune des séquences présentes.
- 3- Reproduction des séquences en fonction de son adaptation.
- 4- Faire l'opération de croisement aléatoirement de quelques paires de séquences.

5- Faire l'opération de mutation d'un bit choisi aléatoirement dans une ou plusieurs séquences.

6- Retour à l'étape 2 (mesurer l'adaptation à nouveau). [25]

II.6 Codage et population initiale

Avant tous, il faut représenter les différents états possibles de la variable dont on cherche la valeur optimale sous forme utilisable pour un AG: c'est le codage. Donc cela permet d'établir une connexion entre la valeur de la variable et les individus de la population, de manière à imiter la transcription génotype-phénotype qui existe dans le monde vivant.

On peut distinguer trois types de codage : le codage binaire, le codage réel et le codage en base n [25].

II.6.1 Codage binaire

Ce codage a été le premier type à être utilisé dans le domaine des AG. Il présente plusieurs avantages : alphabet minimum {0,1}, facilité de mise en point d'opérateurs génétiques et existence de fondements théoriques. [26].

II.7 Opération d'algorithme génétique

Les algorithmes génétiques sont basés sur trois types d'opérateurs génétiques :

- La sélection et appariement des individus.
- Le croisement (crossover).
- La mutation.

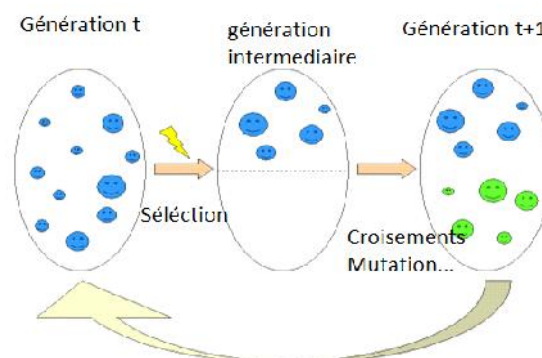


Figure II.2 : Schéma explicatif de fonctionnement de l'AG.

II.7.1 L'opérateur de sélection

L'opérateur est chargé de définir qui seront les individus de P qui vont être dupliqués dans la nouvelle population P et vont servir de parents (application de l'opérateur de croisement et mutation).

Cet opérateur permet aux individus d'une population de survivre, de se reproduire ou de mourir. En règle générale, la probabilité de survie d'un individu sera directement liée à son efficacité relative au sein de la population.

- **L'opérateur capitale la roulette**

La sélection des individus par le système de roulette s'inspire des roues de loterie. A chacun des individus de la population est associé un secteur d'une roue. L'angle du secteur étant proportionnel à la qualité de l'individu qu'il représente. Nous tournons la roue et Nous obtenons un individu. Les tirages des individus sont ainsi pondérés par leur qualité. Et presque logiquement, les meilleurs individus ont plus de chance d'être croisés et de participer à l'amélioration de notre population.

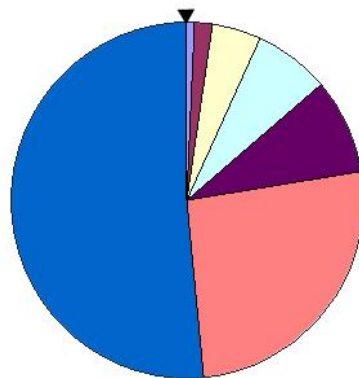


Figure II.3. Schéma d'une roulette [25].

- **L'élitisme et son utilité**

Grace à la fonction d'adaptation, on filtre les individu et seul la moitié supérieure de la population correspondant aux très bonne composants est sélectionnée, nous avons constatés que la pression de sélection est trop forte.

II.7.2 Méthodes de croisement

Le croisement est l'une des propriétés naturelles de l'ADN, et les opérations de croisement sont faites d'une manière analogique.

A / croisement binaire (important)

A-1 / croisement en un point

La sélection est faite d'une manière au hasard pour un point de croisement, pour chaque couple (fig. II-4). Sachant que le croisement s'effectue directement au niveau binaire, et non pas au niveau des gènes. Un chromosome peut donc être coupé au milieu d'un gène, sachons que les chromosomes sont généralement beaucoup plus longs.

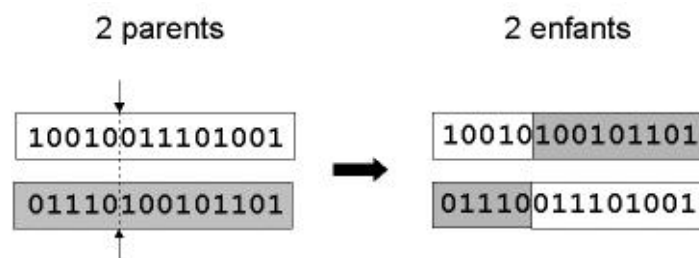


Figure II .4: Schéma du croisement en 1 point. [27].

A-2 / croisement entre deux points

Toujours la sélection est au hasard : deux points de croisement. On a sélectionné cette opérateur grâce à son utilité efficace que le précédent. Néanmoins nous n'avons pas constaté de différences notables dans la convergence de l'algorithme.

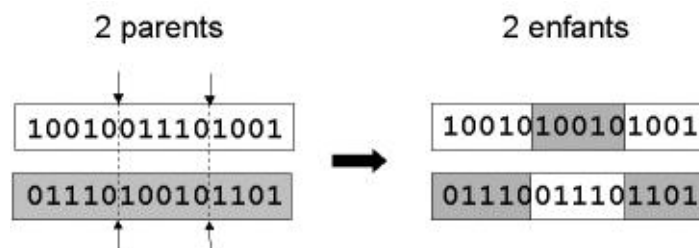


Figure II.5 : représentation schématique du croisement en 2 points. [27]

Notons que d'autres formes de croisement existent, du croisement en k points jusqu'au cas limite du croisement uniforme.

II.7.3 Méthodes de mutations

Les méthodes de mutation sont différentes on cite la suivante :

A/ Mutation binaire

C'est l'inversion d'un bit dans un chromosome et cela revient à modifier aléatoirement la valeur d'un paramètre du dispositif. Les mutations jouent le rôle de bruit et empêchent l'évolution de sa figure. Elles permettent d'assurer une recherche aussi bien globale que locale, selon le poids et le nombre des bits mutés. Comme, elles donnent l'optimum global avec garantis.

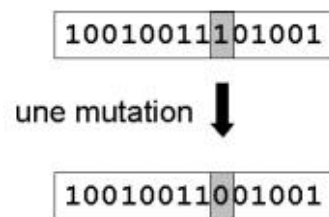


Figure II.6: représentation schématique d'une mutation binaire dans un chromosome [27].

II.8 Conclusion

Dans ce chapitre, on a mis l'accent sur les Algorithmes génétiques, et nous avons décrit le fonctionnement des différents opérateurs d'un algorithme génétique.

Les algorithmes génétiques sont très importants pour l'optimisation des différents paramètres.

Chapitre III

Testes et Résultats

III.1 Introduction.

Dans ce chapitre, nous allons étudier et présenter la simulation de la diode laser émettant autour d'une longueur d'onde de $1.5 \mu\text{m}$ à base de GaAs. Comme on a optimisé l'effet de l'atténuation et la dispersion dans la fibre optique nous utilisant en premier temps le logiciel « Matlab », ces programmes permettent de simuler l'élément capital dans tout le système d'émetteur qui est la diode laser (DL) et la procédure se déroule en plusieurs étapes. Par la suite, pour une simulation profonde et efficace, nous allons nous intéresser à l'application et l'interprétation des résultats d'une méthode méta heuristique basée sur les algorithmes génétiques parmi les mieux réputées par leur efficacité en termes d'optimisation.

III.2 Description du système d'émission optique utilisant une diode laser :

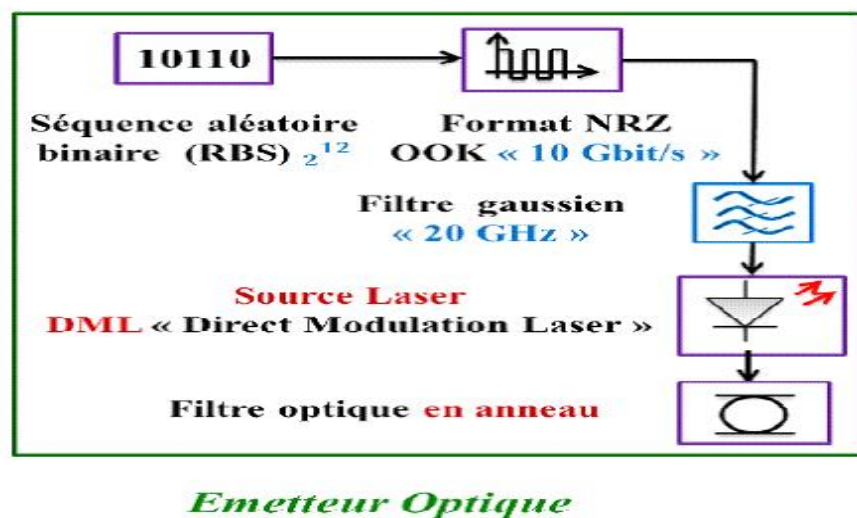


Figure III.1 Schéma de simulation de l'émetteur optique

Cette figure présente la simulation d'un émetteur optique, afin de simuler cette dernière il faut générer un signal électrique qui possède l'information, puis n va filtrer par un filtre gaussienne. Ce signal électrique module le courant injecté dans la diode laser qui convertisse par la suite le signal contenant l'information.

III.2.1 Génération des données :

Les données électriques sont générées à partir d'une séquence aléatoire binaire « 1 » et « 0 » d'une longueur de séquences de N bits.

III.2. 2 Le filtrage :

Le filtre est caractérisé par une bande passante plus étroite que l'étendue spectrale du signal.



Figure III.2 Schéma de simulation de la source optique

III .3 Les grandeur de la diode laser et différentes constantes choisie pour l'étude :

PARAMETRE	VALEUR
La longueur d'onde	1.5 μm
La réflectivité R1 R2	R1=0.3 R2=0.5
Les indices de réfraction n1 n2	n1=4 n2=3.5
Le rendement quantique différentielle	0.67
Les pertes internes de cavité	0.40
Le gain modal	[0.022 :0.03]
La vitesse de la lumière	$3*10^8$
Le facteur de confinement optique	[0.045_0.06]
La fréquence optique	50khz
La constante de Planck(h)	$6.62*10^{-34}$
La charge d'électron(e)	$1.9*10^{-19}$
Le nombre de monocouche	6
Le pourcentage d'Al	[0.96 :0.99]
Le courant de seuil	5 mA
Nombre de porteur	
La longueur d'onde de la cavité	300nm
Rendement totale	0.50
la puissance optique	5w
le gain de pic	[0.01:0.09]

Tableau III.1 Les valeurs de l'échantillons de VCSEL choisie pour l'étude

III.4 Résultats de la simulation:

- **Variation de rendement totale en fonction de courant**

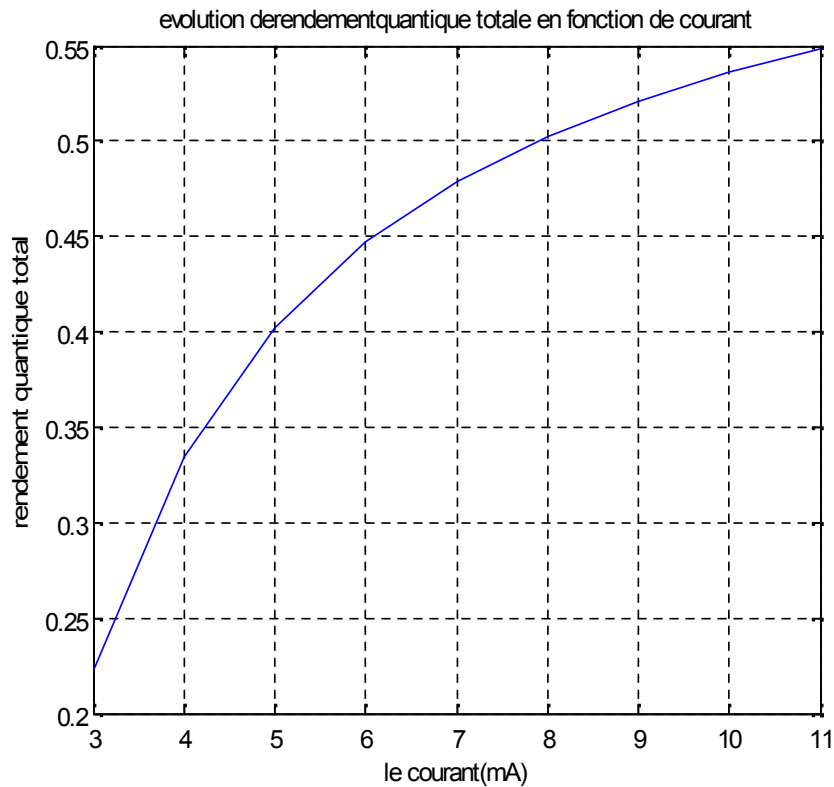


Figure III.3 la variation de rendement quantique en fonction de longueur d'onde

D'après la figure ci-dessus, on voit que l'allure d'évolution de rendement total en fonction du courant est une courbe croissante et les deux grandeurs sont bien proportionnelles. Le rendement est maximal (0.55) lorsque le courant atteint 11 mA et donc pour une émission optique d'un rendement utile et efficace il faut avoir des intensités de courant considérables

- **Variation de coefficient de réflexion en fonction de l'indice de réfraction n_2**

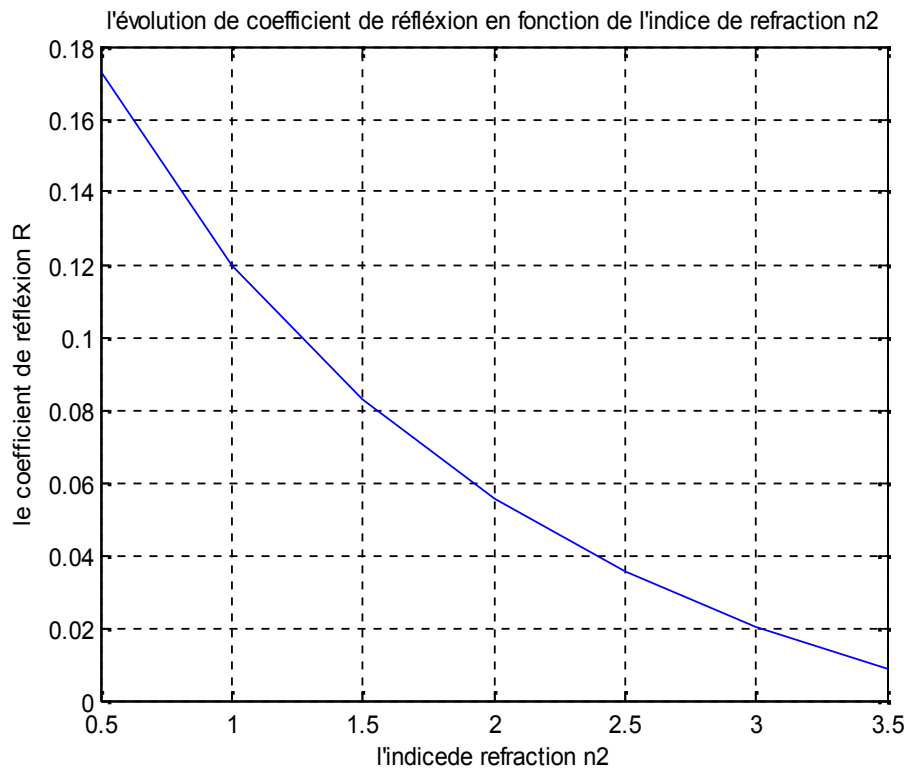


Figure III.4 La variation de pertes internes de la cavité en fonction de l'indice de réfraction n_2

La figure ci-dessus représente l'évolution des pertes internes de la cavité d'une diode en fonction de l'indice de réfraction n_2 . La courbe a une allure décroissante. On peut voir facilement que les pertes internes de la cavité atteignent le maximum pour une valeur d'indice de réfraction de 0.5, et le minimum pour 3.5.

On peut déduire qu'en présence d'un matériau qui a un indice de réfraction important, les pertes sont minimales.

- **Variation de confinement optique en fonction de gain modal**

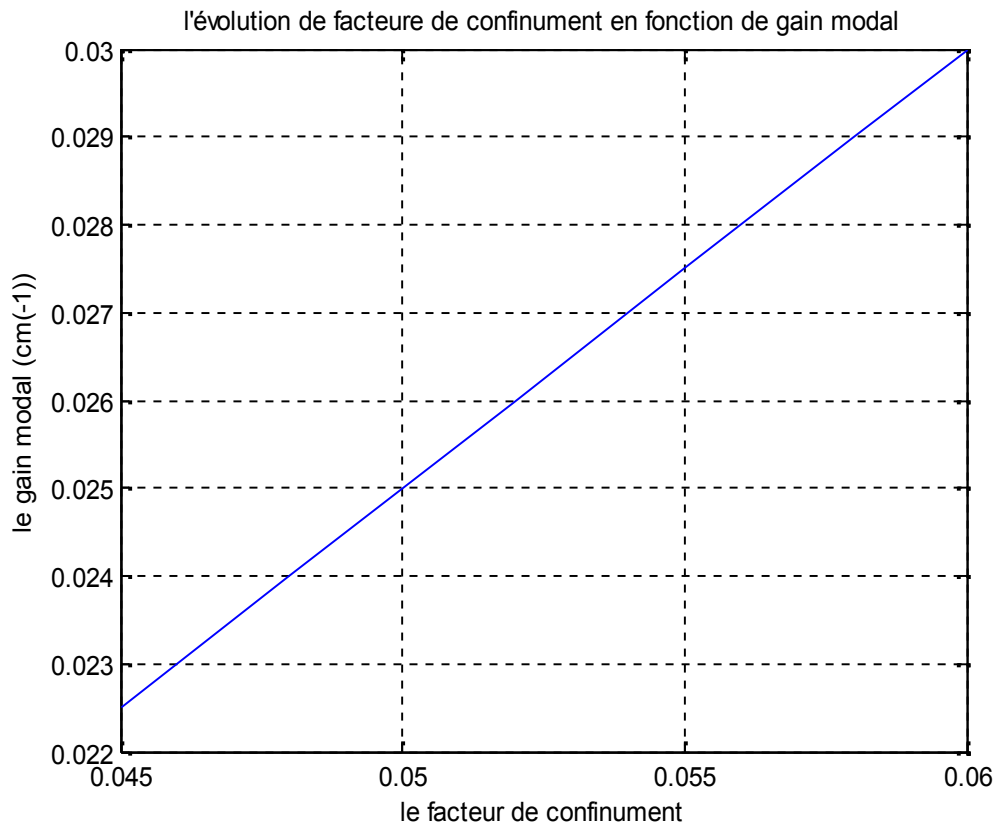


Figure III .5 l'évolution de gain modale en fonction de facteur de confinement optique

L'allure du gain modal en fonction du facteur de confinement est une ligne droite croissante. On constate que le facteur de confinement optique est proportionnel au gain modal de la diode laser. L'optimisation du facteur de confinement (A) est très importante dans le VCSEL. La croissance du gain modal nous permet d'avoir un confinement optique considérable dans la zone active de la diode laser. Ce qui permet la réduction du courant de seuil du composant, comme il facilite le déclenchement de l'effet laser ; ce qui implique une émission optique considérable.

- **Variation de rendement quantique totale en fonction de rendement différentielle**

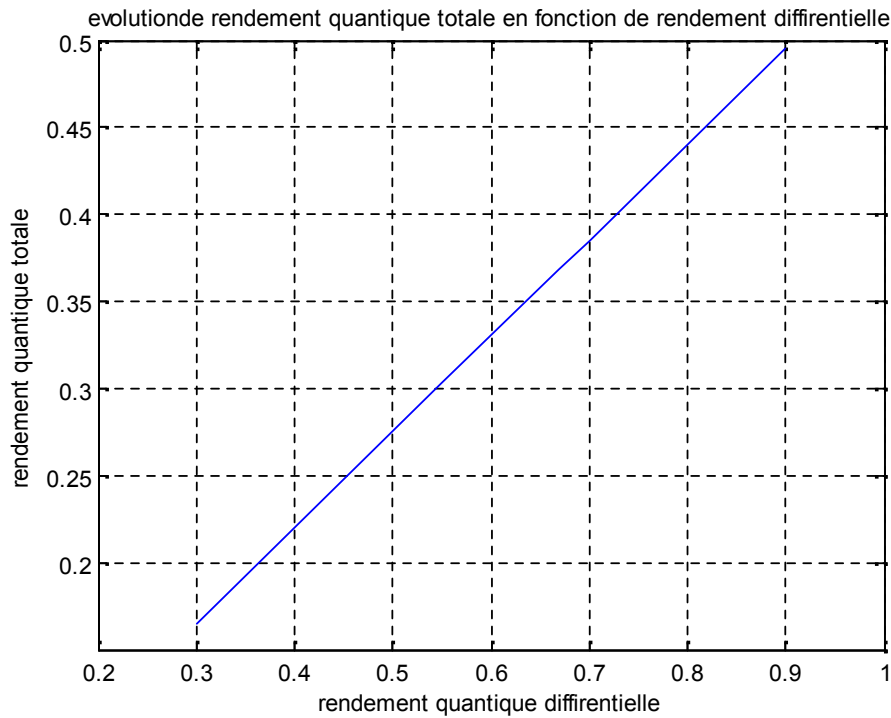


Figure III.6 l'évolution de rendement quantique total en fonction de rendement quantique différentielle

D'après la figure ci-dessus, on remarque que l'évolution de l'allure de rendement quantique totale en fonction du rendement quantique différentiel est une droite croissante continue, on a bien constaté que les deux rendements sont proportionnelles et le rendement quantique total est maximal (0.5) aux alentours d'un rendement quantique différentiel de valeur 0.9. Ceci dit, en présence d'un rendement quantique différentiel important, le rendement total sera efficace et utile ce qui permet d'avoir une émission optique puissante autour de 1.5 μm et répondant au besoin des télécommunications optiques.

- **Variation de pertes internes de la cavité en fonction de l'indice de réfraction n_2**

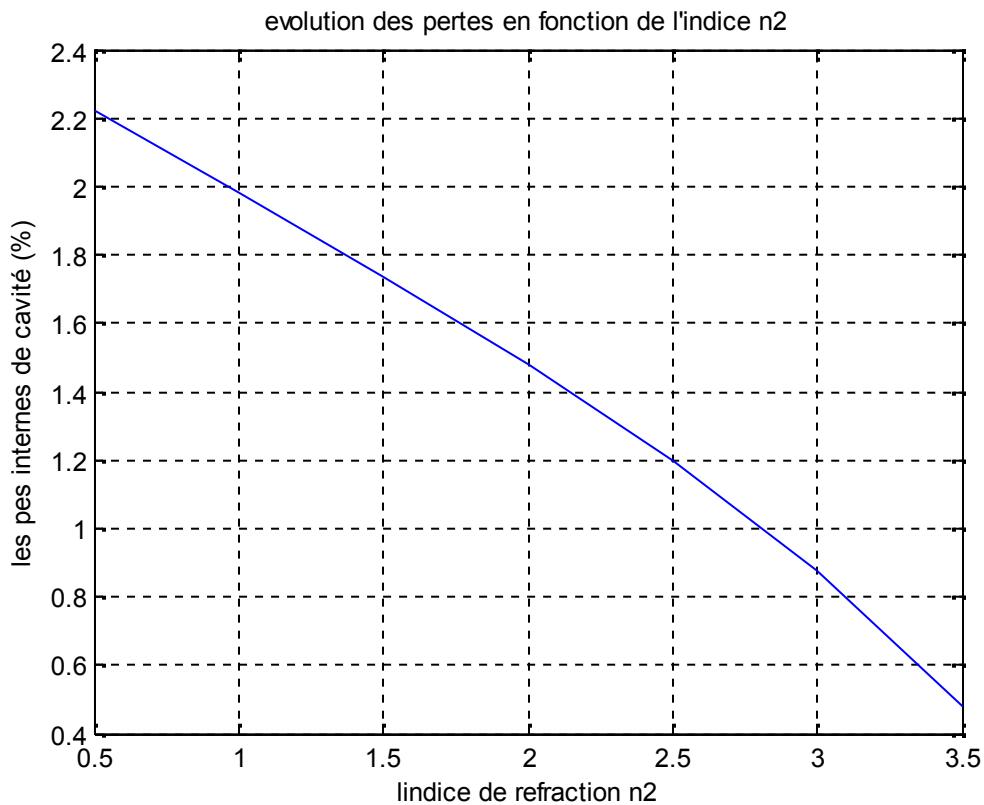


Figure IV.7 La variation de pertes internes de la cavité en fonction de l'indice de réfraction n_2

La figure ci-dessus représente l'évolution des pertes internes de la cavité d'une diode en fonction de l'indice de réfraction n_2 . La courbe a une allure décroissante. On peut voir facilement que les pertes internes de la cavité atteignent le maximum pour une valeur d'indice de réfraction de 0.5, et le minimum pour 3.5.

On peut déduire qu'en présence d'un matériau qui a un indice de réfraction important, les pertes sont minimales.

- **Variation de la puissance optique en fonction de la longueur d'onde**

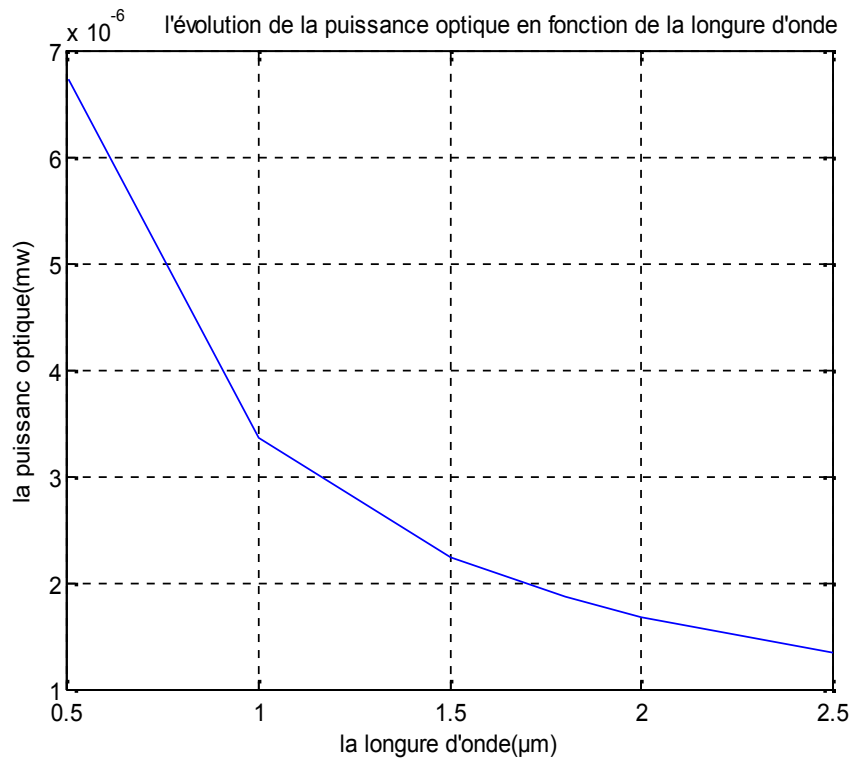


Figure. III 8 L'évolution de la puissance en fonction de la l'longueur d'onde

Après avoir fixé la valeur de n_d à 0.67 et le courant à 3.7 mA, nous allons étudier la variation de la puissance optique en fonction de la longueur d'onde. La courbe est de forme décroissante. La puissance optique est maximale, elle atteint $6.8 \cdot 10^{-6}$ (mw) pour une valeur de longueur d'onde de $0.5 \mu\text{m}$ et donc pour une émission optique utile et puissante il faut opter pour de faibles longueurs d'onde.

- Variation des pertes internes de la cavité en fonction de gain optique

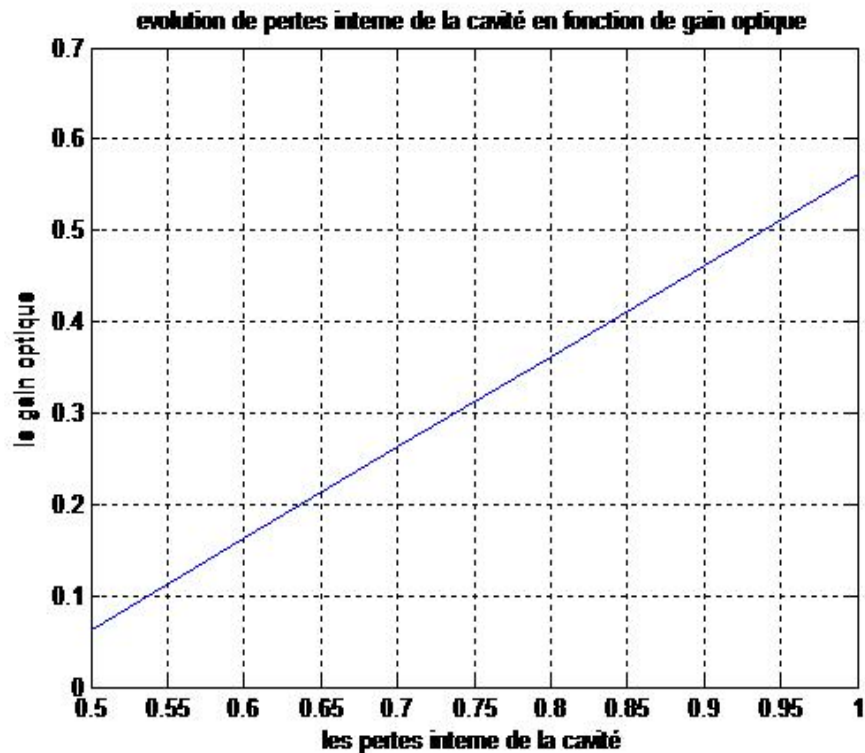


Figure III.9 L'évolution du gain optique en fonction de pertes internes de cavité

La courbe de l'évolution du gain en fonction de pertes internes de la diode laser est une droite croissante ne passant pas par l'origine, elle est sous forme $g(x)=a(x)+b$, on constate que le gain et les pertes sont bien proportionnels. Alors on peut dire que la diminution du gain permet de minimiser les pertes internes de la cavité de la diode laser dues à l'absorption. Ce qui permet aux pertes intra-cavités d'être compensées par le milieu amplificateur ainsi, nous pouvons obtenir l'effet Laser et l'émission optique est réalisée.

- **Variation de gain optique en fonction de coefficient de réflexion R1**

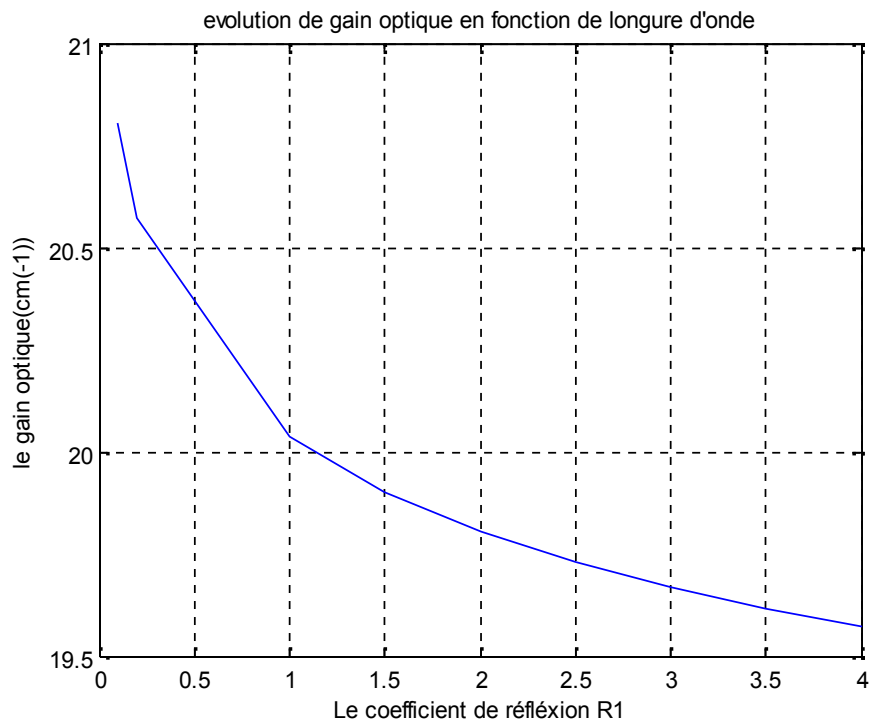


Figure III .10 L'évolution de gain optique en fonction de l'indice de réflexion R1

L'allure de variation du gain optique en fonction de l'indice de réflexion R_1 du miroir de Bragg est une courbe décroissante elle est sous forme $g = R1(x)+b$, on a remarqué que lorsque le gain augmente l'indice de réflexion diminue et donc on peut dire qu'un résonateur optique de type Fabry Pérot est constitué de deux miroirs plans parallèles sont caractérisés par un coefficient de réflexion en intensité $R1$ et $R2$ et semi-réfléchissants qui sont séparés d'une distance L , entre lesquels les ondes lumineuses effectuent des allers retours. La valeur de l'indice du semi-conducteur est de l'ordre de 3,5 correspondants à une valeur de gain de 19.63 ce qui permet d'obtenir des coefficients de réflexion à l'interface semi-conducteur/air d'environ 30%. Ceci permet d'avoir une amplification dans le résonateur plus accrue et permet d'avoir l'émission optique convenable de la diode laser.

III.5 Partie algorithme génétique:

III.6 Déroulement de l'algorithme génétique :

- **Selections**

Elle est basée sur deux stratégies :

- **Algorithm de selection proportionnelle :**

Appelé aussi roulette. Pour chaque individu, la probabilité d'être sélectionné est proportionnelle à son adaptation au problème (valeur de la fonction objective). Un bon individu a une forte chance pour passer à la génération suivante. Un mauvais individu a une faible chance pour passer à la génération suivante.

Si le meilleur individu n'a pas été sélectionné pour passer à la génération suivante, on a recours à une stratégie d'élitisme.

- **Elitisme:** une stratégie élitiste consiste à conserver dans la population, d'une génération à l'autre, au moins l'individu ayant la meilleure performance.

- **Croisement :**

Le type de croisement qu'on a utilisé: c'est un croisement binaire en deux points.

- **Mutation:**

On a choisie une mutation binaire en un point. C'est-à-dire, prendre un individu de la population aléatoirement et de choisir un bit aléatoirement et le complémenter.

- **Reproduction:**

Les individus de la population courante et les individus issus du croisement et/ou de la mutation, vont être élus pour passer à la génération suivante. De ce fait, on a opté pour les paramètres suivants :

- **Taille de la population:**

La taille de la population est fixée à 120 pour l'ensemble de nos expériences.

- **La population initiale:**

Elle est générée de façon aléatoire, c'est-à-dire pour chaque gène d'un individu, une valeur aléatoire est prise parmi toutes les valeurs du domaine de variation.

- **Le taux de recouvrement:**

Il définit le pourcentage des individus sélectionnés, qui recevront une opération de croisement, la production de deux petits. Selon nos expériences, il est fixé à 100%.

- **Le taux de mutation:**

Il définit le pourcentage de personnes qui recevront une opération de mutation, soit une valeur (gènes) sera modifiée. Il est fixé aussi à 5%.

- **Injection de nouveaux individus :**

On injecte aléatoirement de nouveaux individus en cas de blocage (maximum locale), et après un certains nombre d'itérations (dans les deux premières expériences 200 itérations).

III.7.1 Liste des programmes de l'algorithme génétique qu'on a développé:

Programmes	Fonctions
Pop_in	Génération de la population initiale
Décodeur	Convertisseur binaire /réel
Fitness	la fonction de fitness
Maxim	trouver le meilleur individu
Probaselec	calcule des probabilités de sélection
Rouecasi	La sélection
Croisement	le chois de croisement
Mutation	la mutation
Pro_p	le programme principal

III .7 Résultats de la simulation:

- **Optimisation de l'atténuation dans la fibre optique**

Comme nous savons, l'atténuation du flux lumineux est dépende de la puissance qui diminuer en fonction de son parcours à l'intérieur de la fibre optique. La diminution de cette puissance d un coefficient d'atténuation $k=0.4$ est interprété par la figure suivante :

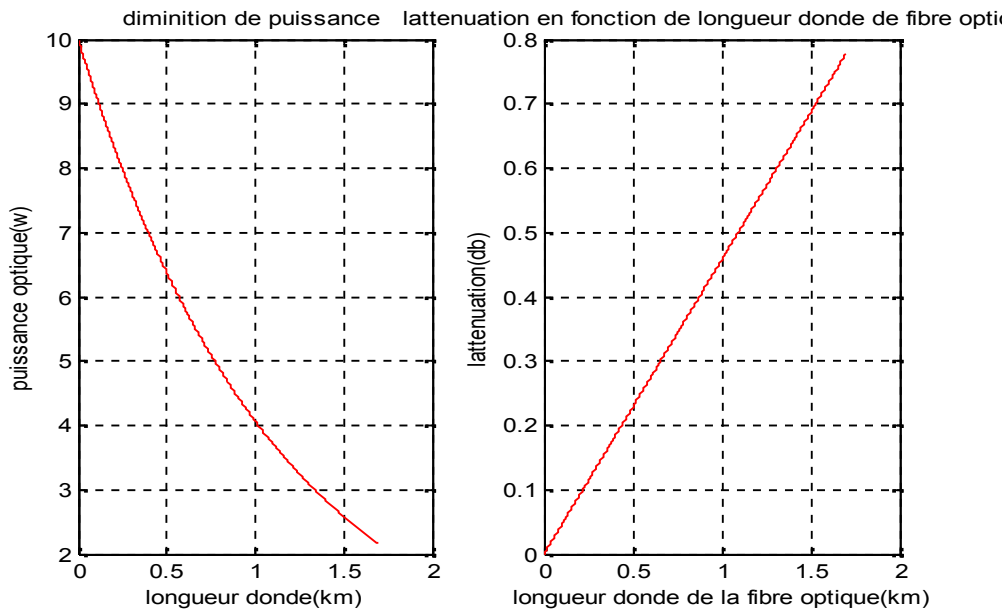


Figure III .11 l'évolution de l'atténuation en fonction de longueur d'onde

D'après cette figure on remarque que l'augmentation de la longueur d'onde de la fibre optique implique l'augmentation de coefficient de l'atténuation et la diminution de la puissance lumineuse.

- **Optimisation de la variation de gain en fonction de l'indice de réfraction n_1**

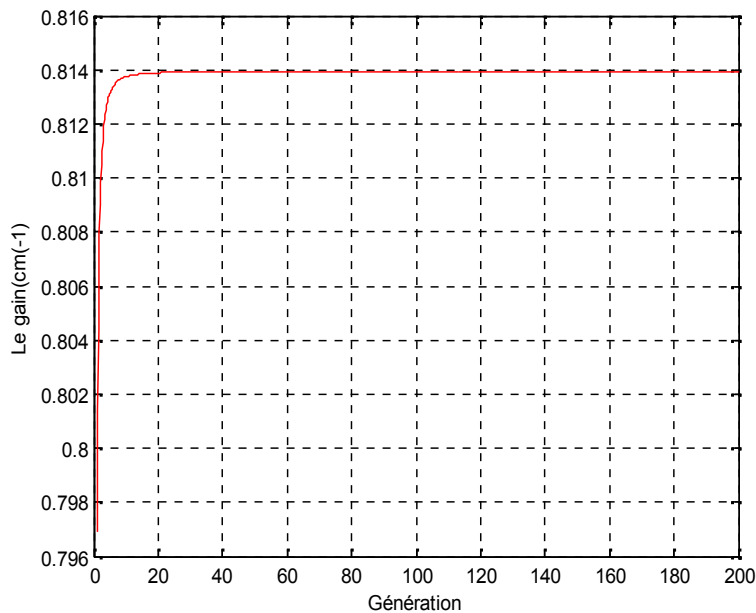


Figure III.12 évolution de la fonction fitness en fonction de génération

D'après le tracé de cette figure on voit qu'à partir de la 20^{ème} génération la fonction fitness est fixée à une valeur de 0.816, cette valeur représente la valeur maximale de gain de qui est 0.814 cm^{-1} .

- **Optimisation de gain de seuil en fonction de l'indice n2**

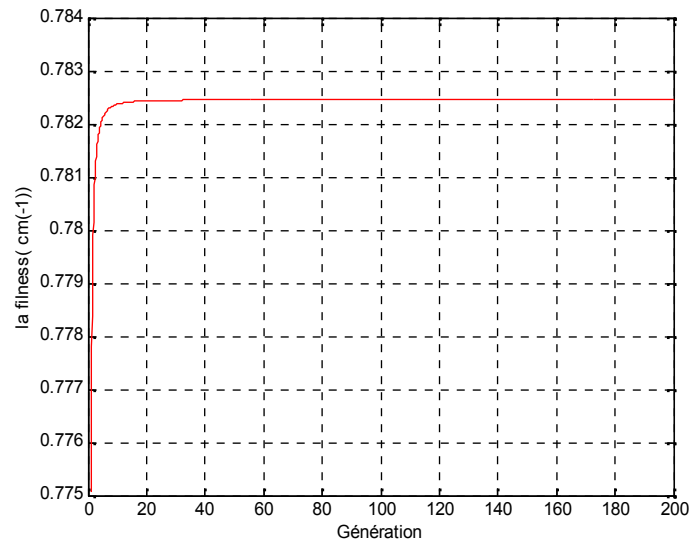


Figure III.13 évolution de fonction fitness en fonction de génération

On voit bien qu'à partir de la 19^{ème} génération la fonction fitness est fixée à une valeur de 0.7825 C'est-à-dire la valeur max de gain de seuil en fonction de l'indice de réfraction n2

- **Optimisation de rendement différentielle**

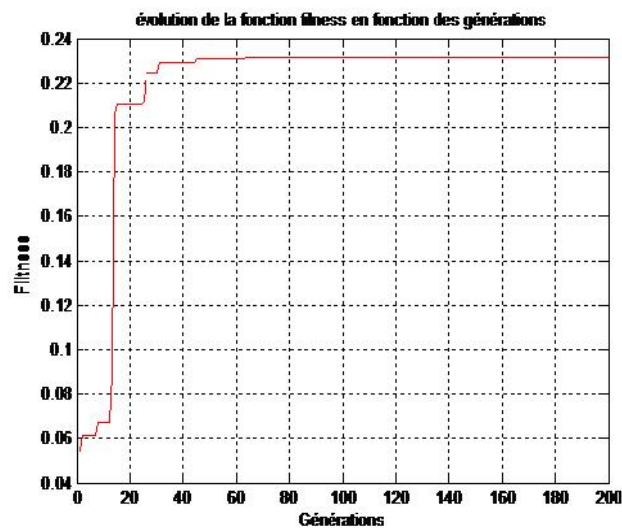


Figure III.14 évolution de la fonction fitness en fonction de génération

D'après le tracé de cette figure, on voit qu'à partir de la 45^{ème} génération, la fonction fitness est fixée à une valeur de 0.23 qui signifie la valeur maximale de rendement quantique différentielle correspondant à une longueur d'onde de la cavité de 300 nm.

Nos différentes grandeurs sélectionnées pour l'étude ont permis de générer d'excellents paramètres.

Les valeurs choisies nous permettent d'avoir des résultats satisfaisants et rationnels.

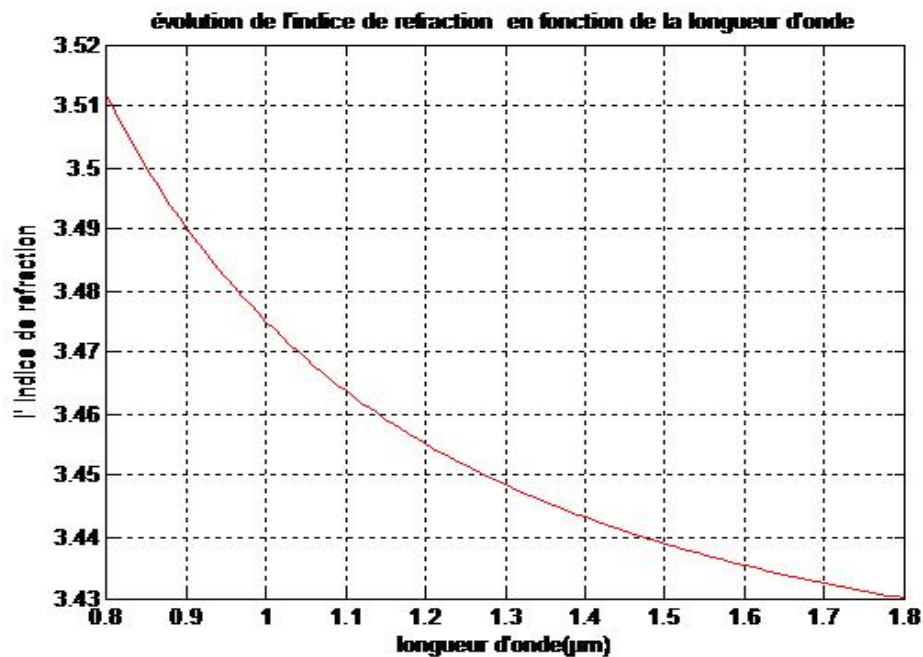


Figure III.15 L'évolution de longueur d'onde en fonction de l'indice de réfraction

Le tracé de cette figure nous montre l'évolution de l'indice de réfraction en fonction de la longueur d'onde qui est un arc décroissant, la longueur d'onde est maximale pour des valeurs de l'indice réduite.

pour l'émission optique à des longueurs d'onde considérables il faut opter pour des indices de réfraction qui sont réduits.

Fonction Teste :

- **Optimisation de gain et de puissance optique**

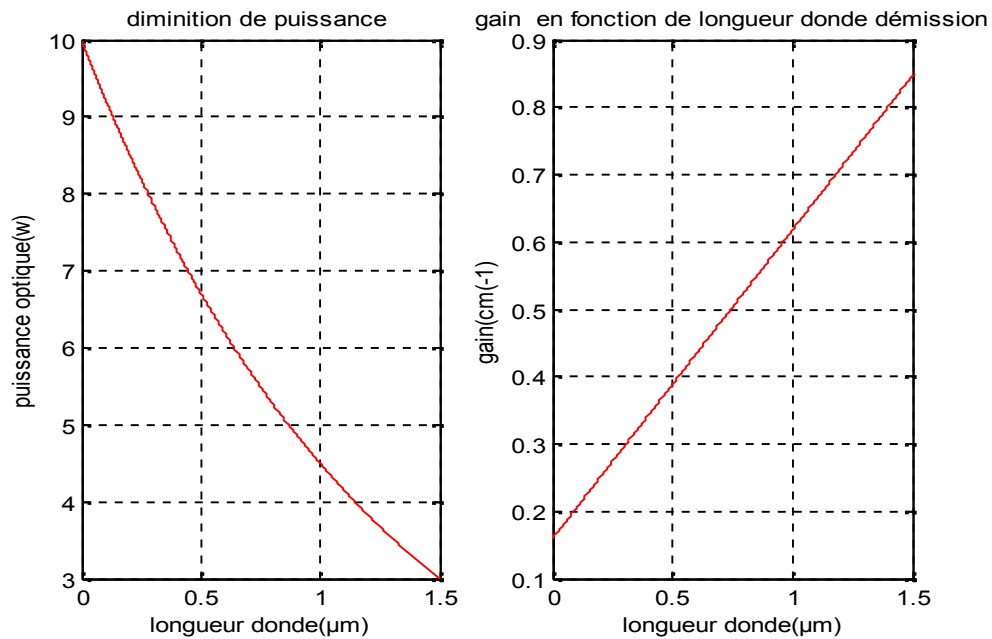


Figure III.16 Evolution de puissance et de gain en fonction de la longueur d'onde d'émission

On voit bien que lorsque la longueur d'onde augmente la puissance optique diminue à une valeur minimale de 1.5 μm et le gain atteint une valeur maximale 0.85cm^{-1} , l'exécution de ce programme

- **Optimisation d'effet de la dispersion modale**

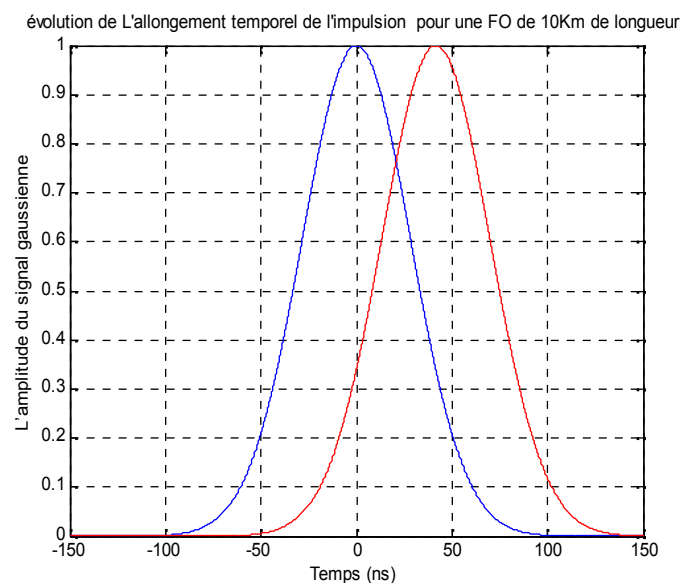


Figure III.17 Effet de la dispersion modale à 100 km.

D'après cette figure on voit que l'amplitude du signal gaussienne qui corresponde une valeur de la fibre optique de 100Km est meilleure à l'instant $t=0$, on a constate que l'impulsion s'est élargie dans le domaine temporel.

- **Optimisation de puissance optique et les pertes internes de cavité et la longueur d'onde**

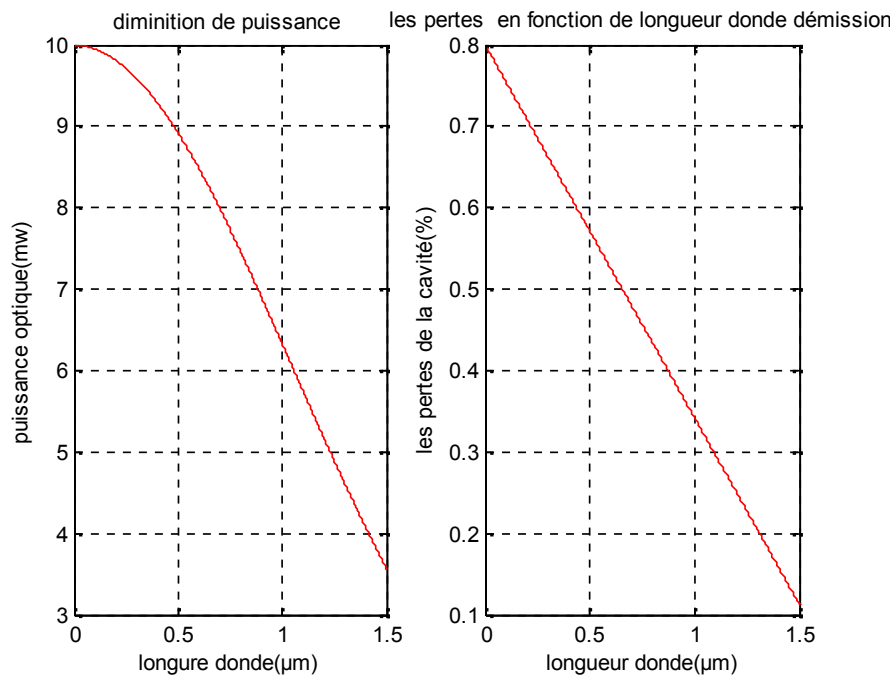


Figure III.18 Evolution de puissance et les pertes en fonction de longueurs d'onde

On voit que la puissance et les pertes internes de cavité sont meilleures pour des longueurs d'onde d'émission réduites

III.8 Conclusion :

A travers ce chapitre, on a expliqué la procédure de simulation avec le logiciel MATLAB comme on a illustré l'intérêt de la simulation.

Dans ce chapitre, on a exploré un méta heuristique qui travaille sur une population de solutions candidates, basée sur les algorithmes génétiques. On remarque que les algorithmes génétiques qu'on a développés ont permis de générer de très bons paramètres.

Conclusion générale

Durant le dernière temps, les diodes laser ont eu un impact énorme sur la société et ce très souvent de façon invisible pour le grand public.

Les besoins des réseaux exigent l'exploitation de composants mettant en œuvre des technologies simples et à faible coût. Les travaux de ce mémoire ont porté sur l'étude d'évolution de dévers paramètre et composant d'une source de la longueur d'onde 1.5 μm . relié à la fibre optique.

A travers ce travail, on a décrit en premier lieu des généralités sur les liaisons optiques et des notions utiles d'optique. Ces bases théoriques constituent le point de départ pour un dimensionnement fidèle au bloc d'émission et le support de la liaison optique : principe de fonctionnement, atténuation émission stimulée.....etc.

Par la suite, on a mit l'accent sur les algorithmes génétique et les métras heuristique qui font partie d'étude de l'optimalité comme ils peuvent être utilisés en tant qu'une méthode de recherche combinatoire, incluant des propriétés basées sur le parallélisme et l'exploration, des heuristiques de recherche intéressante basées sur des principes d'auto-organisation.

Enfin, notre étude a permis de développer et de tester un programme d'optimisation qui donne des très bonnes résultats pour notre simulation.

Références Bibliographique :

- [1] Guy Pujolle, « *Les Réseaux, Édition 2003* » et EYROLLES, juin 2002
- [2] LAURENT. J; 2004 - « Communication Optique à très haut débits ».
- [3] G.P.AGRAWAL, « *Fiber-Optic Communication Systems*», Institute of optics University of Rochester New York, April 2010
- [4] G.P. Agrawal, « *Fiber-optic communication systems* » deuxième édition, *Wiley Series in Microwave and Optical Engineering*, Kai Chang, 1997.
- [5] O.BOUCARD, Thèse de Doctorat de l' université de Toulouse, Ecole Doctorale : Génie Electrique
- [6] T. T. Basiev, S. V. Vasiliev, M. E. Doroschenko, V. V. Osiko, V. M. Puzikov, M. B. Kosmyna "Laser and self-Raman-laser oscillations of $PbMoO_4:Nd^{3+}$ crystal under laser diode pumping" Opt. Lett. 31, 65-67 (2006)
- [7] ZOUINE. Y 2005 Thèse de doctorat de l'Université de LIMOGES « Contribution par la simulation système à l'étude des contraintes des composants optoélectroniques sur la transmission optique utilisant technique CDMA »
- [8] **G.P. Agrawal**, « *Fiber-optic communication systems* » deuxième édition, *Wiley Series in Microwave and Optical Engineering*, Kai Chang, 1997. Et I et M. Joindot, « Les télécommunications par fibres optiques », *Technique et Science des Télécommunications*, Dunod, 1996
- [9] . Basch, B., Egorov, R., Gringeri, S. 2006. "DWDM System Architecture and Design Trade-Offs". In Optical Fiber Communication Conference, 2006 and the 2006 National Fiber Optic Engineers Conference. OFC 2006. (Anaheim, CA, 5-10 Mars 2006
- [10] B. AMANA, CH. RICHTER et O. HECKMANN Université de Cergy-Pontoise-Master 1 Physique- Diode Laser 1997

[11] Thèse de O. BOUCHARD Doctorat de l' université de Toulouse , «Etude de diodes laser à cavité planaire entièrement définie par cristal photonique : nouvelle approche pour le contrôle de l' émission»Juillet 2008.

[12] Thèse Doctorat de l'université de Toulouse, «Etude de diodes laser à cavité planaire entièrement définie par cristal photonique : nouvelle approche pour le contrôle de l'émission» Ecole Doctorale : Génie Electrique, Electronique, Télécommunication, Juillet 2008.

[13] Thèse Doctorat de l'université de Toulouse, Etude de diodes laser à cavité planaire entièrement définie par cristal photonique : nouvelle approche pour le contrôle de l'émission» Ecole Doctorale : Génie Electrique,Electronique, Télécommunication, Juillet 2008.

[14] Thèse de l'Université Paul Sabatier de Toulouse Par Benoît Messant Conception, réalisation et caractérisation de diodes laser InGaAsN/GaAs à diaphragme d'oxyde pour les télécommunications optiques 13 décembre 2006

[15] thèse de doctorat de l université de paris 6 (Recherche, croissance cristalline et caractérisation de nouveaux matériaux pour micro lasers bleu et infrarouge) présenté par Cyril varona le 8 décembre 2006

[16] T. E. Sale, *Vertical Cavity Surface Emitting Lasers*, Ch.2, Wiley 1995

[17] J.M.Dallesasse, N. Holonyak Jr., A. R. Sugg, T. A. Richard and N. El-Zein,

[18] FAMEREE Bénédicte(Le Gallium, un métal rare, inépuisable grâce à sa production secondaire –Impacts et enjeux environnementaux et économiques de sa production jusqu'à sa récupération) 2011-2012

[19] Thèse de l'Université Paul Sabatier de Toulouse Par Benoît Messant Conception, réalisation et caractérisation de diodes laser InGaAsN/GaAs à diaphragme d'oxyde pour les télécommunications optiques 13 décembre 2006

[20] Thèse de l'Université Paul Sabatier de Toulouse Par Benoît Messant Conception, réalisation et caractérisation de diodes laser InGaAsN/GaAs à diaphragme d'oxyde pour les télécommunications optiques 13 décembre 2006

[21] THÈSE DOCTORAT DE L'UNIVERSITÉ DE TOULOUSE (Moustapha CONDE) 18 Novembre 2008

[22] Thèse de l'Université Paul Sabatier de Toulouse Par Benoît Messant Conception, réalisation et caractérisation de diodes laser InGaAsN/GaAs à diaphragme d'oxyde pour les télécommunications optiques 13 décembre 2006

[23] Isabelle D ,etude d heuristique a mémoire pour l affectation des fréquence

[24] Jin-Kao Hao, Raphael Dorne, « Study of Genetic search for the frequency assignment problem», Parc Scientifique Georges Besse F-30000 Nimes France.

[25] S .N .Sivanandam S.N. Peepa "Introduction to genetic Algorithms" 2008

[26] RIGAL'' Etude sur la Performance des Algorithmes génétiques Appliqué a une Classe de Problèmes d'Optimisation'' 02/12/2005 a l'IRCCYN

[27] Mehme dKantardzic "Data Mining: Concepts, Models, Methods, and Algorithms" 2003

TABLES DES MATIERES

Remerciement

Dédicace

Tables des matières

Listes des figures

Listes des tableau

Introduction générale.....

Chapitre 1 : Généralité sur les émetteur optique

I.1. Introduction.....	1
I.2 .Emetteur optique.....	2
I.2.1.Le composant principal d'un émetteur optique.....	2
I.2.3 .Les différents types d'émetteurs.....	2
I.3 Critère de choix des composants d'un émetteur optique.....	2
I.4 Effet laser et diode laser	3
I.5 Principe du laser.....	5
I.6 Composants caractéristiques du laser.....	5
I.7 Noyau du laser (diode laser).....	6
I.8 Diode laser.....	8
I.9 Laser à cavité verticale émettant par la surface (VCSELs).....	10
I.10 Utilité des VCSELs.....	11
I.11 Le choix de longueur d'onde de 1.5 µm dans les télécommunications par fibre optique.....	11
I.12 Constitution de VCSELs	11

TABLES DES MATIERES

I.14 Le phénomène de confinement et ses technique dans le VCSEL.....	12
I.15 Le système <i>GaAs</i> et ses propriétés.....	13
I.15.1 le gallium et ses sources.....	13
I.15.2 Définition du système choisi	13
I.16 Les facteurs majeures influents sur la température et le courant.....	13
I.17 Comment influent les paramètres sur les puits dans le <i>GaAs</i> ?.....	14
I.18 L'évolution énergétique de bande interdite pour des éléments binaires et ternaires.....	14
I.19 Conclusion	15

Chapitre II : Les algorithmes génétiques

II Les Méta heuristiques	16
II.1 Présentation	16
II.2 Organisation et Classification du méta heuristique.....	16
II.3 C'est quoi l'algorithme génétique?.....	17
II.4 Terminologie et mécanisme d'algorithme génétique.....	17
II.5 Les majeurs principes	18
II.6 Codage et population initiale	19
II.6.1 Codage binaire	19
II.7 Opérateurs génétiques.....	19
II.7.1 L'opérateur de sélection.....	20
II.7.2 Méthodes de croisement Croisement.....	22
II.7.3 Méthodes de mutations	22
II.8 Conclusion.....	22

Chapitre III : Simulation et résultats

III.1 Introduction.....	23
III.2 Description du système d'émission optique utilisant une diode laser.....	23

TABLES DES MATIERES

III.2.1 Génération des données	23
III.2. 2 Le filtrage.....	24
III .3 Les grandeur de la diode laser et différentes constantes choisie pour l'étude.....	24
III.4 Résultats de la simulation.....	25
III.5 Partie algorithme génétique.....	33
III.6 Déroulement de l'algorithme génétique	33
III .7 Résultats de la simulation.....	34
III.7.1Liste des programmes de l'algorithme génétique qu' on a développé.....	34
III.8 Conclusion.....	39
Conclusion générale.....	40

TABLES DES MATIERES

Résumé

Etude et optimisation d'un système d'émission Optique 1.5 μm

Une grande distance de propagation à un débit très important et de bonne qualité, associée à des coûts négligeables représentent un compromis qu'on souhaite atteindre. Ce dernier n'est réalisable sauf en présence de conditions appropriées. Le choix du système d'émission est l'une de ces conditions.

Notre travail consiste à faire l'étude et l'optimisation d'un système d'émission optique à 1.5 μm . Analyser de tels dispositifs, toujours plus performants, est un problème de plus en plus complexe, tant le nombre de paramètres influents sur ces performances est important.

Une étude spécifique sur la diode laser à cavité verticale émettant par la surface (VCSEL) a été réalisée. Nous avons également décrit un facteur capital des VCSELs qui est le confinement optique ; comme on s'est intéressé également, aux composants III-V les plus développés qui sont le GaAs et le AlAs et qui constituent actuellement les meilleurs miroirs de Bragg semi-conducteurs.

Pour contourner la complexité de notre étude, on a développé et testé un programme d'optimisation basé sur les algorithmes génétiques. La recherche d'un optimum s'effectue à partir d'une population et les algorithmes génétiques utilisent un mécanisme de recherche souvent "trop aveugle". Ils utilisent des règles de transition probabilistes, aléatoire, ce qui permet de détecter de très bonnes approches et de discerner l'optimalité efficace.

Abstract

Study and optimization of a transmission system Optical 1.5 microns

A large distance propagation at a very high flow and good quality combined with negligible costs represent a compromise that would like to archive. The latter is feasible unless there appropriate condition .the choice of the transmission system is one of these conditions.

Our job is to do the study and optimization of an optical transmission system to 1.5 μm

Analyze such devices ever more efficient, is a problem more and more complex as the number of influential parameter on performance is important.

A specific study on the laser diode A vertical cavity surface emitting (VCSEL) has been performed. We also was interested, to the most developed III-V component that are GaAs and AlAs, wich are currently the best semiconductor brrag mirrors

To get around the complexity, of our study it has developed and tested an optimization program based on genetique algorithms. The search for an optimum is from a population and genetic algorithms use a search mechanism often "too blind «they use probabilistic transition rules randon, which can detect very good approaches and discern effective optimality.