

✕ Les communications du troisième millénaire s'appuieront sur des réseaux optiques, capables de véhiculer des informations à des débits variés allant de quelques milliers à plusieurs milliards de bit/s. L'information codée sous forme de lumière est transportée par fibres optiques, dont les plus courantes sont réalisées à base de silice. Le spectre d'absorption de ces fibres révèle deux maxima de transmission pour les longueurs d'onde infrarouge 1,3 et 1,53 μm . C'est là que l'on saisit toute l'importance de développer des émetteurs lasers à une longueur d'onde proche de ces minima d'absorption.

Deux principales voies sont actuellement ouvertes :

La première utilise les propriétés optiques des matériaux semiconducteurs III-V, en particulier GaInAs qui émet dans la gamme 0,9 – 1,6 μm . Le développement des différentes techniques de croissance (MBE, MOCVD,...) permet actuellement la maîtrise de l'épitaxie de ces matériaux, autorisant la croissance de super-réseaux et la réalisation de diodes lasers. Même si ces composants sont actuellement utilisés dans les réseaux de transmission optique, ils présentent néanmoins certains inconvénients, tels un fonctionnement optimal qu'à basse température ainsi que la complexité des techniques utilisées pour leur réalisation.

La seconde fait appel aux transitions internes des ions TR^{3+} , conduisant à des émissions internes quasi indépendantes de la température et de la nature du matériau hôte. Parmi l'ensemble des terres rares, l'erbium revêt un intérêt particulier. En effet, les ions Er^{3+} peuvent être utilisés pour la réalisation de composants émetteurs et amplificateurs à 1,53 μm . Toutefois, l'incorporation d'erbium au sein de monocristaux et de fibres optiques est sérieusement limitée, car dans ces matériaux la concentration d'ions actifs ne dépasse pas la centaine de ppm.

Pour ces raisons, nous avons été amené à rechercher des matrices appropriées pour l'incorporation de l'erbium. Ces matrices devront répondre aux exigences suivantes :

- 1) concentration élevée en erbium, au delà de la solubilité limite, de l'ordre de quelques pour cent,
- 2) grande largeur de bande interdite, pour observer une luminescence importante à température ambiante,
- 3) matériau pouvant être déposé en couches minces sur des substrats semiconducteurs, en général le silicium, permettant la réalisation de structures hybrides regroupant le circuit de commande, le système émetteur et le support de propagation de l'onde émise.

Dans la première partie, relative à la présentation des résultats sur la luminescence de

l'erbium implanté dans des monocristaux de silicium, nous avons clairement montré la difficulté d'incorporer cette terre rare, en de fortes concentrations, dans les semiconducteurs. Elle présente, en effet, une tendance à la ségrégation; la luminescence se faisant alors à partir d'amas répartis en surface, et ce quelque soit le matériau utilisé.

Au vu des résultats présentés, pourrions-nous affirmer que le silicium monocristallin pourrait trouver des applications en optoélectronique ? Dans les réponses à apporter, il faut être très prudent. Nous avons vu que l'intensité de luminescence de l'erbium, dans le silicium à 77K, était comparable à celle mesurée dans d'autres semiconducteurs, tel que GaAs. Cependant, il faut noter que l'émission à la température ambiante était beaucoup trop faible (de 3 ordres de grandeur), même si elle est concurrentielle à celle mesurée dans d'autres matériaux de gaps équivalents ou inférieurs.

Une évaluation critique des paramètres du matériau suggère en fait que le système monocristallin Si:Er n'a aucun avenir dans la réalisation de diodes électroluminescentes, d'amplificateurs ou de modulateurs. Le codopage avec des impuretés telles que l'oxygène, conduisant à un environnement isolant de la terre rare, peut s'avérer une voie intéressante, dans la mesure où cet élément est connu en tant qu'activateur de la luminescence de l'erbium. Par ailleurs, l'incorporation d'impuretés particulières peut augmenter la solubilité de la terre rare dans la matrice, réduire la cinétique de variation de l'intensité de photoluminescence en fonction de la température (quenching), et améliorer la qualité électrique du matériau. ✕