



**HAL**  
open science

# Évolution des diodes lasers pour les télécommunications optiques : Lasers accordables, Lasers à émission par la surface, Lasers bas coûts

Joel Jacquet

## ► To cite this version:

Joel Jacquet. Évolution des diodes lasers pour les télécommunications optiques : Lasers accordables, Lasers à émission par la surface, Lasers bas coûts. Micro et nanotechnologies/Microélectronique. Université Montpellier II - Sciences et Techniques du Languedoc, 2004. tel-00922621

**HAL Id: tel-00922621**

**<https://theses.hal.science/tel-00922621>**

Submitted on 29 Dec 2013

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

**UNIVERSITÉ DE MONTPELLIER II**

SCIENCES ET TECHNIQUES DU LANGUEDOC

# **THÈSE**

Pour obtenir le diplôme

## **Habilitation à Diriger des Recherches**

Intitulée

### **Évolution des diodes lasers pour les télécommunications optiques**

Lasers accordables, Lasers à émission par la surface, Lasers bas coûts.

Présentée par

**Joël JACQUET**

Soutenue le 25 Juin 2004

**Devant la commission d'examen :**

**Président**

C. Alibert                      Professeur                      Université Montpellier

**Rapporteurs**

D. Decoster                      Professeur                      Université Lille – IEMN

M. de Labachellerie              Directeur de Recherche              CNRS – LPMO Besançon

A. Muñoz Yagüe                      Directeur de Recherche              CNRS - LAAS Toulouse

**Examineurs**

E. Tournié                      Professeur                      Université Montpellier

C. Boisrobert                      Professeur                      Université Nantes



## Table des matières

<b>0 - Remerciements .....</b>	<b>7</b>
<b>I - Résumé .....</b>	<b>9</b>
A - Curriculum Vitae.....	9
B - Liste des brevets .....	11
C - Encadrement Doctorants .....	13
D - Responsable de collaborations avec des Universités.....	16
E - Participation à des projets externes .....	17
F - Encadrement de stagiaires.....	18
G - Rapports de stages et de thèse .....	18
<b>II – Synthèse des travaux de recherche.....</b>	<b>19</b>
A - Introduction / Préambule .....	19
B - Laser à haute pureté spectrale et modulable en fréquence.....	20
C - Laser accordable à réseau de Bragg distribué : le laser DBR.....	23
D - Laser accordable DBR avec absorbant saturable : conversion de longueur d'onde.....	25
E - Convertisseur de fréquence indépendant de la polarisation : le DBR en déplétion de porteurs....	27
F - Laser accordable à réseau de Bragg distribué DBR pour réseau WDM.....	29
G - Cavité LAsEr largement et Rapidement Accordable : Source CLARA .....	32
H - Laser à cavité verticale et émission par la surface à 1,3 $\mu\text{m}$ (VCSELs) .....	35
I - Laser à cavité verticale et émission par la surface à 1,55 $\mu\text{m}$ (VCSELs).....	37
J - Émetteur – Récepteur intégré pour le terminal d'abonné : TANIA .....	41
K - Source laser bas coût pour application WDM : COLORATUR .....	43
L – Conclusion / Perspectives .....	45
<b>III – Liste des Publications .....</b>	<b>47</b>
A – Articles publiés dans des revues internationales .....	47
B – Articles présentés à des Conférences internationales : Colloques avec actes.....	51
C – Articles présentés à des conférences nationales ou Workshops internationaux – Colloques sans actes.....	58
D - Séminaires .....	62
E – Papiers invités.....	63
F - Rapports d'étude .....	64



*À Adrien,*

*À Fabienne,*



## 0 - Remerciements

*Le travail présenté dans ce mémoire couvre une partie des recherches entreprises sur la période 1986 – 2003 au sein du département composants optoélectroniques du centre de recherche d'Alcatel à Marcoussis. Les résultats cités dans ce mémoire ont été obtenus grâce à l'infrastructure et aux excellents moyens technologiques mis à notre disposition par Alcatel. Je voudrais en tout premier lieu remercier tous ceux qui à Alcatel ont initié, créé, développé et soutenu cette activité et en particulier Jacques Benoit qui a créé ce laboratoire et l'a orienté dans des axes stratégiques pertinents et Marko Erman qui l'a amené à son apogée.*

*Les études auxquelles j'ai contribué durant ces presque 20 années m'ont permis de rencontrer un grand nombre de personnes que je voudrais remercier ici sincèrement, sans pouvoir les citer toutes, pour ce qu'elles m'ont apporté. Qu'elles soient des collègues « composants » ou « systèmes » au sein d'Alcatel ou des personnes rencontrées à l'occasion de projets académiques, nationaux ou Européens, d'échanges formels ou informels, elles ont toutes contribué à ce travail et je veux leur exprimer ma reconnaissance.*

*La totalité des résultats présentés dans ce mémoire n'aurait pu voir le jour sans l'immense expérience acquise par toutes les personnes qui ont travaillé sur les composants à Marcoussis et sans le savoir-faire des technologues du laboratoire que je voudrais souligner ici. Je voudrais en particulier remercier Nina Plais, Christine Chaumont et Francis Poingt qui en plus de leur compétence ont été des compagnons fidèles depuis mes débuts à Marcoussis. Je voudrais y ajouter Alice Vuong et Estelle Derouin avec qui j'ai eu plaisir à travailler. Dans des registres différents, je voudrais remercier Christophe Starck, lui aussi compagnon de la première heure, Nicolas Bouché et Héléne Sillard pour leur compétence et contribution à ce travail.*

*J'ai eu la chance de croiser ou d'encadrer de nombreux stagiaires ou thésards. Ils m'ont tous beaucoup apporté et c'est certainement à leur contact que s'est peu à peu dessinée ma vocation et que cette HDR s'est imposée. Je voudrais remercier « mes thésards » Julien Boucart, Aurélien Bergonzo et Ali Guermache pour leur contribution non négligeable à ce manuscrit. Je voudrais y ajouter Paul Salet auprès de qui j'ai énormément appris.*

*En dehors du laboratoire j'ai eu la chance de rencontrer un grand nombre de personnes qui ont beaucoup compté pour moi. Du côté des équipes systèmes d'Alcatel, je voudrais remercier Jean-Michel Guabriagues, Michel Sotom et Dominique Chiaroni qui m'ont permis de participer à des expériences pionnières dans le tout nouveau domaine - pour l'époque - de la commutation optique. Merci à Guang-Hua Duan pour les quasi permanentes et non moins enrichissantes collaborations que nous avons eues depuis nos débuts de jeunes thésards à Télécom Paris.*

*Cette HDR a pu se dérouler dans les meilleures conditions grâce à Claude Alibert qui a tout organisé à la perfection. Merci de m'avoir incité à rédiger ce mémoire, merci pour les conseils judicieux, pour la relecture détaillée du manuscrit et pour les corrections, merci d'avoir présidé le jury. J'en profite pour remercier toutes les personnes du CEM2 à l'Université de Montpellier avec qui j'ai toujours eu un immense plaisir à travailler. Je voudrais remercier les autres membres du jury Eric Tournié et Christian Boisrobert ainsi que les rapporteurs Michel de Labachellerie, Antonio Muñoz Yagüe et Didier Decoster pour leur soutien et conseil à diverses occasions.*



## I - Résumé

### A - Curriculum Vitae

## JACQUET Joël

Nationalité française,  
Né le 12 janvier 1962 (42 ans),  
Marié, 1 enfant

- **Coordonnées personnelles :**  
33 Rue du Hurepoix  
91470 LIMOURS – France  
**Tel :** 01 6491 4226  
**Mobile :** 06 8408 5214
- **Coordonnées professionnelles :**  
Alcatel, Route de Nozay  
91460 Marcoussis – France  
**Tel :** 01-6963-1557,  
**Mail :** Joel.Jacquet@alcatel.fr

**Ingénieur physicien, Docteur en électronique et communications,  
Responsable d'un groupe de recherche**

#### FORMATION :

- **Doctorat** en électronique et communications (Télécom Paris) : Juin 1992
- **Ingénieur** de l'École Nationale Supérieure de Physique de Marseille : Juin 1986.
- **DEA** *optique et traitement de l'image* (Université d'Aix-Marseille III) : Septembre 1986
- **Licence de Physique** (Université d'Aix-Marseille III) : Septembre 1984

#### COMPÉTENCES PROFESSIONNELLES :

- **Recherche et encadrement de jeunes chercheurs :**
  - Encadrement de doctorants.
  - Encadrement de stagiaires de DEA et d'écoles d'ingénieurs
- **Technique :**
  - Conception et caractérisation des composants à semi-conducteurs, Optique, Optoélectronique, Physique des semi-conducteurs, Télécommunications.
  - Bonne connaissance des systèmes (transmission, commutation de paquets, réseau d'accès...).
  - Grands intérêts pour les matériaux et procédés.
- **Gestion de projets :**
  - Discussion avec les équipes systèmes pour la définition des besoins. Rédaction du plan d'étude.
  - Veille technologique. Suivi de la concurrence. Respect du système qualité.
  - Animation des réunions d'avancement, respect du planning, rédaction des rapports.

- **Management :**

- Organisation du travail. Respect du calendrier pour les études, délégation et suivi des responsabilités aux pilotes d'étude.
- Gestion du groupe (de 10 à 20 personnes) : Ressources humaines, Recrutement, évolution de carrière, plan de formation individuelle, définition et suivi des objectifs (entretiens individuels).

**EXPÉRIENCE PROFESSIONNELLE** (*Centre de recherche d'Alcatel, Marcoussis, France*) :

- **1986 - 1989 : *Doctorant, Division Composant Optoélectronique***
  - Conception, fabrication et caractérisation de lasers accordables pour des systèmes de transmission à détection cohérente.
- **1990 - 1993 : *Ingénieur de recherche, Unité Composants Photoniques***
  - Étude de convertisseur de longueur d'onde pour la commutation optique.
  - Participation au projet européen ATMOS.
- **1994 : *Expert technique, Unité Composants Photoniques***
  - Co-responsable du transfert industriel du laser DFB à Alcatel Optronics.
- **1995 – 1998 : *Chef de projet, Unité Composants Photoniques***
  - Responsable du projet sur les lasers à émission par la surface (VCSELs).
  - Coordinateur du projet Européen ACTS VERTICAL. Encadrement d'une thèse.
- **1998 - 2001 : *Chef de groupe (Groupe Accès et Interconnexion puis Groupe Laser WDM)***
  - Développement de composants à bas prix pour le réseau local.
  - Coordinateur de 2 projets nationaux RNRT (TANIA et COLORATUR).
  - Initiateur et responsable Alcatel du projet IST Tunvic (VCSEL accordable).
- **2002 – 2004 : *Chef de groupe (Groupe laser de pompes à 1480 nm)***
  - Participation au transfert industriel vers Alcatel Optronics (maintenant Avanex France) de lasers de puissance à 1480 nm pour l'amplification Raman.
  - Encadrement d'une thèse sur des nouveaux concepts de lasers accordables.
  - Encadrement d'une thèse sur les lasers de puissance.

**DIVERS :**

- Détenteur de plus de 20 **brevets d'invention**.
- **Auteur ou co-auteur de plus de 120 publications** (dans des revues et à des conférences internationales).
- Membre associé, Alcatel Technical Academy.
- « reviewer » de publications pour IEEE ou IEE.

**B - Liste des brevets**

1. **Tunable Semiconductor laser** (Laser à semi-conducteur accordable)  
P. Brosson, J. Jacquet, C. Artigue, D. Leclerc, J. Benoit  
88 15467      FR 2 639 773      EP 0 370 443      US 90/4 920 542      JP 188985
2. **Semiconductor Laser with Saturable Absorber**  
(Laser à semi-conducteur à absorbant saturable)  
J. Jacquet, D. Leclerc, J-L. Liévin, D. Sigogne  
91 02352      FR 2 673 333      EP 0 501 871      US 94/5 283 799      JP/82902
3. **Integrated Opto-Electronic Component** (Composant optoélectronique intégré)  
S. Gurib, J. Jacquet, C. Labourie, E. Gaumont-Goarin  
95 09541      FR 2 737 582      EP 0 762 576      US 97/5 652 812      JP/121072
4. **Method of Fabricating a Surface Emitting Semiconductor Laser**  
(Procédé de fabrication d'un laser semiconducteur à émission par la surface)  
F. Brillouet, J. Jacquet, A. Plais, L. Goldstein, P. Salet  
95 15544      FR 2 743 196      EP 0 782 228      US 98/5 747 366      JP/186400
5. **Method of Manufacturing a Surface-Emitting Laser**  
(Procédé de fabrication d'un laser à émission par la surface)  
A. Plais, P. Salet, J. Jacquet, F. Poingt, E. Derouin  
96 08338      FR 2 750 804      EP 0 817 337      US 98/5 854 088      JP / 65268
6. **Procédé de fabrication d'une cavité résonante pour composant optique**  
(Multi etch-stop VCSEL)  
C. Starck, J-Y. Emery, J. Jacquet, A. Plais, P. Salet,  
96 11127
7. **Procédé de fabrication d'un laser semi-conducteur à émission de surface**  
L. Goldstein, F. Brillouet, C. Fortin, P. Salet, J. Jacquet  
96 11198      FR 2 753 576
8. **Procédé de fabrication de laser semiconducteur à émission de surface et laser et matrice de lasers fabriqués selon ce procédé**  
A. Plais, J-L. Lafrayette, J. Jacquet, F. Brillouet  
96 12186
9. **Process for fabricating a semiconductor opto-electronic component and component and matrix of components fabricated by this process**  
(Procédé de fabrication d'un composant optoélectronique à semi-conducteur et composant et matrice de composants fabriqués selon ce procédé)  
L. Goldstein, F. Brillouet, C. Fortin, J. Jacquet, P. Salet, J-L. Lafrayette, A. Plais  
97 03413      FR 2 753 577      EP 0 829 934      US 6 046 065      JP 107389
10. **Device, in particular a semiconductor device, for processing two waves, in particular light waves**  
(Dispositif, notamment à semi-conducteur, pour le traitement de deux ondes, notamment lumineuses)  
J. Jacquet, S. Gurib, F. Doukhan, H. Le Quellec  
96 15083      FR 2 756 938      EP 0 847 113      US00/6 148 015      JP/177154
11. **Filtre de Fabry – Pérot accordable**  
J. Jacquet, P. Salet, F. Brillouet, A. Plais, C. Starck  
97 00681      FR 2 758 631

- 12. Laser Structure with current and optical confinement by mean of tunnel junction**  
(Structure laser avec confinement optique et électrique réalisé au moyen d'une jonction tunnel)  
C. Starck, J. Jacquet, L. Goldstein, J. Boucart
- 13. Surface Emitting Semiconductor Laser**  
(Laser à Semiconducteur à émission de surface)  
F. Brillouet, J. Jacquet, P. Salet, L. Goldstein, P. Garabédian, C. Starck, J. Boucart  
97 04074 FR 2 761 822 EP 0 869 593 US 00/ 6 052 398 JP/321952
- 14. Composant Optoélectronique à semi-conducteur à couplage de surface et dispositif émetteur Récepteur incluant ce composant**  
J. Jacquet, A. Plais, L. Goldstein, P. Salet, E. Duda  
97 07426
- 15. Wellenlängenmonitor und Verfahren zur Untersuchung von Trägerwellenlängen**  
(Low cost and compact integrated wavelength locker)  
H-P. Mayer, F. Le Gall, J. Jacquet
- 16. Edge-Emitting Semiconductor Tunable Laser**  
(Laser accordable à semi-conducteur à émission par la tranche)  
J. Jacquet  
00 10366 FR 2 812 769 EP 1 307 955 US2002/0151126 WO 02/13335
- 17. Laser that can be tuned quickly over a wide band**  
(Laser accordable de façon rapide et large) US 6822981  
J. Jacquet  
01 02490 FR 2 821 495 EP 1 235 318 US2002/0118711 JP2002/299755
- 18. Generator of short light pulses** (Génération de brèves impulsions optiques)  
J. Jacquet, G-H. Duan  
01 13260 FR 2 831 005 EP 1 306 942 US2003/0086449
- 19. Optical Cavity Resonating over a continuous range of frequencies**  
(Cavité optique résonante sur une plage continue de fréquences)  
G-H. Duan, H. Helmers, A. Leroy, J. Jacquet US 6795623 Avanex  
01 13261 FR 2 830 991 EP 1 306 941 US2003/0081639
- 20. Multiple-Section Electro-Optical Monolithic Component**  
(Composant monolithique électro-optique multisections)  
F. Mallécot, Ch. Chaumont, J. Jacquet, A. Leroy, A. Plais, J. Harari, D. Decoster  
01 14760 FR 2 832 223 WO 03 / 043148 US2004/0264516
- 21. Wavelength tunable Optical Filter** (Filtre optique accordable en longueur d'onde)  
S. Khalfallah, J. Jacquet US 6 744 941 Avanex  
02 04865 FR 2 838 833 EP 1 355 176 US2003/198435 JP2003/315755
- 22. Waveguide with variable refractive index**  
(Dispositif optique à indice de réfraction variable)  
X. Andrieu, A. Pastouret, J. Jacquet, S. Barusseau  
03 00028 FR 2 849 700 EP 1 435 540 US2004/131314 JP2004/212993
- 23. Self-Pulsating distributed Bragg reflector lasers including a chirped grating**  
(Dispositif laser auto-pulsant à réflecteur de Bragg distribué à pas variable)  
G-H. Duan, H. Helmers, A. Leroy, P. Brosson, J. Jacquet  
03 06424 FR 2 840 119

## C - Encadrement Doctorants

### a ) - Thèses dirigées

- 1) **Julien BOUCART** *"Conception et  
Élaboration de Lasers A Cavité Verticale à 1,55  $\mu\text{m}$  pour les Télécommunications Optiques"*  
Thèse de Doctorat de l'Institut National des Sciences Appliquées de Toulouse, soutenue le 1<sup>er</sup> Juin 99.  
**Jury** : F. Lozes-Dupuy, F. Mollot, L. Chusseau, G. Patriarche, J. Barrau, J. Jacquet, R. Baets
- 2) **Aurélien BERGONZO** *"Étude des lasers  
largement et rapidement accordables incluant un réseau de Bragg échantillonné ou à pas variable"*  
Thèse de Doctorat de l'université Lille1, IEMN, Soutenue le 18 Décembre 03.  
**Jury** : A. Cappy, D. Decoster, L. Chusseau, J. Le Bihan, J. Jacquet, G-H. Duan, M. Renaud
- 3) **Ali GUERMACHE** *"Etudes des diodes lasers à  
semi-conducteurs à puissance de saturation élevée émettant à 1480nm pour l'amplification Raman "*  
Thèse de Doctorat de Télécom Paris, 2005.

### b ) – Thèses co-dirigées dans le cadre de collaborations

- 4) **Pascal LANDAIS** *"Contribution à l'étude  
sur la conversion en longueur d'onde et la récupération d'horloge par des lasers à semi-conducteurs"*  
Thèse de Doctorat de l'École Nationale Supérieure des Télécommunications de Paris, le 20 Déc. 95  
**Jury** : Ph. Gallion, H. Kawaguchi, J-M. Lourtioz, G-H. Duan, J. Jacquet, C. Kazmierski, J-C. Simon
- 5) **Guillaume PHAM** *"Contribution à l'étude du phénomène  
d'autopulsation dans les lasers à semi-conducteurs et de la récupération d'horloge tout-optique"*  
Thèse de Doctorat de l'École Nationale Supérieure des Télécommunications de Paris, le 23 Jan. 98  
Jury composé de : G. Alquié, J. Benoit, J-C. Bouley, Ph. Gallion, J. Jacquet, J. O'Gorman, G-H. Duan
- 6) **Frédéric GENTY** *"Étude et réalisation de lasers à cavité verticale antimonium fonctionnant à 1,55  $\mu\text{m}$  sur InP "*  
Thèse de Doctorat de l'université de Montpellier II, Soutenue le 20 Novembre 1998.  
**Jury** : C. Alibert, L. Chusseau, D. Decoster, S. Gaillard, J. Jacquet, J. Le Bihan, J. Massies
- 7) **Mikhael MYARA** *"Caractérisation et modélisation de lasers  
accordables à DBR émettant autour de 1,55  $\mu\text{m}$ . Étude des bruits d'amplitude et de largeur de raie."*  
Thèse de Doctorat de l'université de MontpellierII, Soutenue le 8 Décembre 2003.  
**Jury composé de** :R. Alabedra, C. Boisrobert, D. Decoster, J. Jacquet, B. Orsal, P. Signoret

### c ) – Autres participations à Jury de Thèse

- 8) **Corinne CHAUZAT** *"Module d'encodage en longueur d'onde pour matrice de commutation tout optique"*  
Thèse pour le diplôme d'ingénieur du Conservatoire National des Arts et Métiers, le 22 Mai 95.  
**Jury composé de** : J-C. Canit, D. De Bouard, J-L. Guillaume, G. Hincelin, J. Jacquet, P. Juncar
- 9) **Pierre-Damien BERGER** *"Application  
de la technique de photoreflectivité à la caractérisation de microcavités semiconductrices"*  
Thèse de Doctorat de l'Institut National des Sciences Appliquées, Lyon, le 23 Octobre 97  
Jury : C. Bru-Chevallier, A. Chenevas, D. Decoster, G. Guillot, M. Illegems, J. Jacquet, A. Munoz-Yague
- 10) **Francine JÉRÉMIE** *"Contribution à l'étude de la génération des états comprimés de la  
lumière par lasers semi-conducteurs : Théorie classique et applications aux lasers DFB 1,55  $\mu\text{m}$ "*  
Thèse de Doctorat de Télécom Paris (ENST), soutenue le 23 Jan. 98  
**Jury** : M. May, W. Elsässer, A. Levensson, J. Arnaud, Ph. Grangier, J. Jacquet, Ph. Gallion

- 11) Nicolas BOUCHÉ** "Étude de la dynamique, de l'émission laser, de l'amplification et de la commutation dans les structures laser à cavité verticale à 1,55  $\mu\text{m}$ "  
Thèse de Doctorat de l'Institut National Polytechnique de Grenoble, soutenue le 6 Mai Juin 98.  
**Jury composé de :** G. Chartier, B. Deveaud, J. Jacquet, J-Y. Marzin, R. Raj, G. Stephan
- 12) Bruno BÈCHE** "Étude de filtres spectraux accordables en optique intégrée sur semi-conducteur III-V : guide biréfringents dans les multicouches GaAs/AlAs."  
Thèse de Doctorat de l'Université de Franche-Comté, soutenue le 20 Janvier 99.  
**Jury** composé de : J-P. Goedgebuer, D. Decoster, A. Munoz-Yagüe, J. Jacquet, H. Porte, E. Bigler.
- 13) Frédéric VAN DIJK** "Conception, élaboration sous contrôle optique en temps réel, fabrication et caractérisation de lasers à cavité verticale (VCSELs) pour l'émission à 840 nm"  
Thèse de Doctorat de l'Institut National des Sciences Appliquées, Toulouse, soutenue le 2 Déc. 99  
**Jury :** D. Decoster, L. Chusseau, S. Loualiche, J. Jacquet, R. Kuszelewicz, A. Martinez, S. Paineau, C. Fontaine
- 14) Naveena BULDAWOO** "Module d'émission-réception pour communications optiques à base d'amplificateur optique à semi-conducteur"  
Thèse de Doctorat de l'université de Montpellier II, Soutenue le 13 Décembre 99.  
**Jury :** G. Cambon, R. Alabedra, S. Mottet, J. Le Bihan, Ph. Gallion, H. Dupont, J. Jacquet
- 15) Frédéric BŒUF** "Spectroscopie Optique Linéaire et Non Linéaire dans les Micro-cavités de semi-conducteurs II-VI à base de CdTe"  
Thèse de Doctorat de l'université Joseph Fourier – Grenoble 1, Soutenue le 16 Octobre 2000.  
**Jury composé de :** P. Saguët, J-Y. Marzin, F. Tassone, J-Y. Dubots, J. Jacquet, Le Si Dang
- 16) Bob BELLINI** "Étude théorique et expérimentale de guides optiques à base de polymères pour la réalisation de commutateurs électro-optiques"  
Thèse de Doctorat de l'université des sciences & technologies, Lille, Soutenue le 10 Novembre 2000.  
**Jury composé de :** E. Constant, D. Decoster, J-P. Vilcot, S. Laval, J. Zyss, J. Chazelas, J. Jacquet, F. Murgadella, P. Van Daele
- 17) Guillaume BELLEVILLE** "Étude des diodes lasers à émission par la surface : analyse statique, spectrale et spatiale, évaluation des bruits d'intensité électrique et optique en basse et moyenne fréquence"  
Thèse de Doctorat de l'université de Montpellier II – , Soutenue le 19 Décembre 2000.  
**Jury :** R. Alabedra, C. Boisrobert, J. Graffeuil, J. Jacquet, S. Paineau, B. Orsal, P. Signoret, S. Jarrix
- 18) Yaneck GOTTESMAN** "Exploration de la réflectométrie à faible cohérence pour l'analyse des composants et circuits photoniques"  
Thèse de Doctorat de l'université d'Aix-Marseille, Soutenue le 22 Octobre 2001.  
**Jury :** C. Amra, E. Rao, R-P. Salathé, Ph. Gallion, J. Jacquet, F. Lozes-Dupuy, C. Boisrobert, Y. Jaouën
- 19) Christophe GOSSET** "Spectroscopie Optique Linéaire et Non Linéaire dans les Micro-cavités de semi-conducteurs II-VI à base de CdTe"  
Thèse de Doctorat de Télécom Paris (ENST), soutenue le 16 Décembre 2002  
**Jury :** Ph. Gallion, L. Chusseau, J. Le Bihan, J. Jacquet, J-L. Oudar, J-C. Simon, G-H. Duan
- 20) Juan Manuel CAMPOS SANDOVAL** «Contribution à l'étude de la largeur de mode dans les diodes laser DBR à puits quantiques à 2 sections - Analyseur spectral ultra rapide pour liaisons WDM»  
Thèse de Doctorat de l'université de Paris XI, Orsay, Soutenue le 27 Fevrier 2004.  
**Jury** composé de : J-C. Bolomey, C. Boisrobert, M. Lescure, A. Destrez, J. Jacquet, Z. Toffano
- 21) Aldrice BAKOUBOULA** "Conception et caractérisation de filtres optiques et de VCSELs accordables à base de micro système sur substrat InP pour les réseaux optiques multiplexés en longueur d'onde"  
Thèse de Doctorat de l'INSA de Lyon , Soutenue le 7 Juillet 2004.  
**Jury :** C. Gorecki, S. Loualiche, G. Guillot, I. Sagnes, T. Benyatou, J-L. Leclercq, J. Jacquet

**22) Frédéric DROSS**

*"Sources laser à cascade bipolaire pour la modulation directe"*

Thèse de Doctorat de Télécom Paris (ENST), soutenue le 9 Novembre 2004

**Jury** : S. Loualiche, F. Lozes-Dupuy, J. Jacquet, J. Chazelas, A. Daryoush, B. Vinter, P. Gallion, F. Van Dijk

**23) Philippe SIGNORET**

*"Etude des lasers à Semiconducteur au second ordre : Bruit d'Amplitude – Bruit de fréquence"*

Thèse d'Habilitation à Diriger des Recherches (HDR), Université de Montpellier II, le 16 Décembre 04

**Soutenue devant le Jury** : A. Brun, D. Decoster, P. Gallion, J. Jacquet, B. Orsal, R. Alabedra

**24) Charlotte BRINGER**

*"Technologie des VCSEs à diaphragme d'oxyde : Application à la détection en cavité verticale"*

Thèse de Doctorat de l'Institut National des Sciences Appliquées, Toulouse, prévue le 10 Février 05

**Jury** : C. Gorecki, J. Jacquet, L. Chusseau, T. Camps, P. Destruel, V. Bardinal

## **D - Responsable de collaborations avec des Universités**

**1) Telecom Paris, 1991-1995 :** Étude des lasers bistables pour la conversion de longueur d'onde.

Une thèse soutenue dans ce cadre : **P. Landais.**

**2) Telecom Paris, 1995-1998 :**

Étude des lasers autopulsant pour l'extraction de l'horloge optique.

Une thèse soutenue dans ce cadre : **G. Pham.**

**3) Université Montpellier, CEM2, 1995-1998 :**

Fabrication de lasers émettant par la surface (VCSEL) à base de matériau Antimoniure.

2 Thèses soutenues dans ce cadre : **F. Genty, G. Almuneau.**

**4) Université de Gand (IMEC), 1998 :** Étude de LED à  $\mu$ cavité.

**5) Institut Fresnel (Marseille), 1995 :**

Étude des propriétés optiques des couches minces pour miroir VCSELS.

**6) CEMES (Toulouse), 1996 - 1999 :**

Étude des propriétés cristallographiques du matériau métamorphique GaAlAs épitaxié en désaccord de maille sur InP pour application aux miroirs VCSELS.

1 Thèse soutenue dans ce cadre : **J. Boucart.**

**7) Université de Montpellier 1999 - 2003 :**

Étude du bruit dans les lasers accordable de type DBR et dans les VCSELS.

2 Thèses soutenues dans ce cadre : **G. Belleville, M. Myara.**

**8) Université de Lille (IEMN), 2000 – 2003 :** Étude des lasers accordables à base de polymère.

1 Thèse soutenue dans ce cadre : **A. Bergonzo**

**9) Université de Gand (IMEC), 2002 :**

Étude du problème de l'asservissement des lasers accordables DBR.

## E - Participation à des projets externes

### 1) 1987–1990 : **Projet européen Race 1027** (Système de transmission à détection cohérente)

**Participation** au worpackage sur les sources à haute pureté spectrale, modulables en fréquence et accordables en longueur d'onde. Co-auteur de 6 délivrables.

### 2) 1991 – 1994 : **Projet Européen RACE 2039 ATMOS** (ATM Optical Switching)

**Participation** au workpackage sur les convertisseurs de longueur d'onde. Responsable de la fourniture des modules lasers accordables pour le démonstrateur. Co-auteur de 2 Deliverables.

**3) 1995-1998, **Projet Européen ACTS VERTICAL**** (Laser à émission par la surface). **Coordinateur de projet** : animation des réunions techniques et plénières, suivi des groupes de travail, présentation lors des audits, rédaction des rapports annuels, interface avec la commission. Auteur ou co-auteur de 13 Deliverables.

**Budget** : 5.8 M€,

**Participants** : Alcatel, University college London, Royal Institute of Technology Stockholm, France Telecom (CNET), Université de Gand (IMEC), Université d'Ulm, École Polytechnique Fédérale de Lausanne, Université d'Athènes.

### 4) 1999-2001, **Projet National RNRT TANIA** (Composant pour l'accès).

**Coordinateur du projet** : Rédaction et soumission du projet, animation des activités, rédaction des rapports annuels, présentation lors des audits...

**Budget** : 3.8 M€, **Participants** : Alcatel, Radiall, Université de Lille (IEMN), Alcatel Optronics.

### 5) 1998-2000, **Projet National RNRT COLORATUR**

(Laser COnnectorisé en cavité externe avec choix de la LongueuR d'onde dAns le connecTeUR) :

**Coordinateur du projet**, même rôle que pour TANIA. Rédaction du rapport final. Présentation Audit.

**Budget** : 2.8 M€, **Participants** : Alcatel, Highwave, Université de Lille (IEMN), Alcatel Optronics.

### 6) 2000-2003 : **Projet IST TUNVIC** (VCSEL accordable):

**Participation** au lancement et à la rédaction de la proposition. Responsable du Worpackage IV (Spécifications et mesures systèmes). Rédaction de 4 Délivrables.

**Budget** : 2.2 M€

**Participants** : Royal Institute of Technology Stockholm, France Telecom (CNET), École Centrale de Lyon, Université de Darmstadt, INSA de Lyon, Université de Kassel, Alcatel.

## F - Encadrement de stagiaires

- 1) Rodolphe GUILLOTEAU  
" *Modélisation et caractérisation d'une diode laser bistable déclenchable optiquement* "  
Stage de 3ème année de l'Ecole Supérieure d'Electricité, Juin 1992
- 2) Frédéric SERRE  
" *Etude théorique et expérimentale de lasers bistables à absorbeur saturable pour optimiser leur rapidité de déclenchements optique* "  
Stage de 3ème année de l'Ecole Nationale Supérieure de Physiques de Marseille, Déc. 1992
- 3) Sandrine ADEVAH-POEUF  
" *Etude expérimentale de lasers DBR multisections déclenchable optiquement et accordables en longueur d'onde* "  
Stage de 3ème année de l'Ecole Nationale Supérieure de Physiques de Marseille, Juin 1993
- 4) Cécile ESCALÈRE  
" *Etude expérimentale de lasers DBR multisections déclenchable optiquement et accordables en longueur d'onde* "  
Stage de 3ème année de l'Ecole Nationale Supérieure de Physiques de Marseille, Juin 99
- 5) Diane DE GAUDEMARIS  
" *Etude d'une diode laser à cavité externe largement accordable* "  
Stage de 3ème année de l'Ecole Supérieure d'Optique, Septembre 2002

## G - Rapports de stages et de thèse

- 1) J. JACQUET  
" *Automatisation d'un banc de mesure de gain des lasers* ":  
Rapport de stage de 3ème année de l'Ecole Nationale Supérieure de Physique de Marseille effectué au Centre National d'Etude des Télécommunications, RP/PAB/BAG/630 , Nov. 1985
- 2) J. JACQUET  
" *Modélisation de l'influence des miroirs sur les pertes au seuil d'un laser DFB* "  
Rapport de stage de DEA de l'Ecole Nationale Supérieure de Physique de Marseille et de l'université d'Aix - Marseille III, effectué aux Laboratoires de Marcoussis, Juin 1986
- 3) J. JACQUET  
" *Contribution à l'étude de lasers à Semi-conducteurs multisections émettant à 1,55  $\mu\text{m}$  accordables en longueur d'onde* "  
Thèse de Docteur en Electronique et Communications de l'Ecole Nationale Supérieure des Télécommunications, Telecom Paris 92 E 027, 24 Juin 1992

## **II – Synthèse des travaux de recherche**

### **A - Introduction / Préambule**

Les travaux présentés ci-après reprennent mes activités depuis le début de ma thèse en 1986. Ils ont été entièrement réalisés dans le centre de recherche d'Alcatel à Marcoussis dans le but de concevoir, réaliser et tester des composants optoélectroniques à semi-conducteurs pour des applications en télécommunications optiques. Ces composants sont à base de Phosphure d'Indium (InP) et sont destinés à émettre ou détecter de la lumière à des longueurs d'ondes proches de 1300 ou 1550 nm suivant l'application. J'ai pu bénéficier de toute l'infrastructure nécessaire au développement et à l'aboutissement des projets couvrant aussi bien les moyens technologiques (épitaxie et structuration des matériaux) que les moyens de caractérisation jusqu'aux expérimentations système grâce à l'utilisation de plate-formes de test disponibles à Alcatel. Les résultats présentés ici sont par conséquent le fruit d'un travail d'équipe ; je m'attacherai en fin de chaque paragraphe à préciser ma contribution personnelle aux résultats.

## B - Laser à haute pureté spectrale et modulable en fréquence

### a) Contexte de l'étude

Dans ce projet, qui a fait partie de mes travaux de thèse, l'objectif était de concevoir, fabriquer et tester, dans des expériences de transmissions, des lasers à faibles largeurs de raie et modulables en fréquence. Dans le système étudié, la modulation est de type FSK (Frequency Shift Keying), l'information est codée par la fréquence du laser. En détection, le signal optique est mélangé à un oscillateur local émettant un flux continu. Le battement entre les deux ondes, sur la photodiode de détection, génère le signal à détecter à une fréquence intermédiaire. Ce type de détection, dit « détection cohérente », permet une très grande sensibilité et un multiplexage en fréquence dense. Un tel système nécessite d'une part des lasers à haute pureté spectrale (largeur de raie très petite devant le débit) et d'autre part des lasers présentant de fortes sensibilités à la modulation de fréquence (FM exprimée en MHz/mA) et des réponses plates avec la fréquence pour éviter les distorsions liées à la longueur des séquences transmises. Nous avons étudié et mis au point les structures répondant à ces critères.

### b) Résultats

Dans un premier temps les lasers DFB (Distributed Feedback) ont été étudiés et optimisés en vue d'améliorer leur largeur de raie. L'utilisation de puits quantiques, pour réaliser la couche active, a été déterminante pour atteindre cet objectif. Après optimisation, des largeurs de raie inférieures à 5 MHz ont pu être obtenues de manière reproductible.

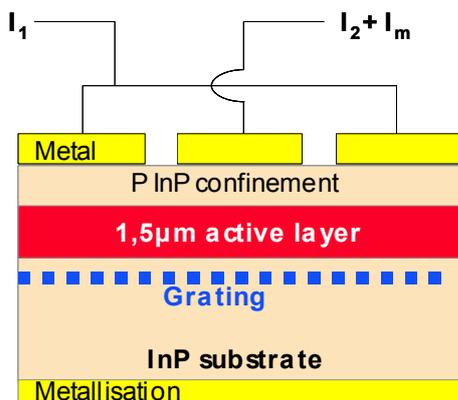
Nous avons ensuite mis au point des structures DFB multi-électrodes pour répondre au besoin de laser modulable en fréquence. Dans ces structures, l'injection de courant se fait au travers de plusieurs électrodes commandées indépendamment les unes des autres. On peut donc contrôler le profil de la densité de porteurs au sein de la cavité. Les calculs montrent que l'on peut ainsi réaliser des structures à très fortes efficacités FM peu sensibles aux effets thermiques et qui présentent une réponse plate en fréquence. Deux structures ont particulièrement été étudiées et les résultats comparés à ceux d'un DFB standard.

- **DFB standard** : l'efficacité obtenue est de l'ordre de 100 MHz/mA et la réponse n'est pas plate en fréquence du fait d'une forte influence des effets thermiques sur la réponse FM ; effets qui ne se manifestent que jusqu'à 1 MHz environ.
- **DFB 3 électrodes<sup>1</sup>** : ce composant est scindé en 3 sections d'égales longueurs *Figure 1*. Les deux sections latérales sont reliées électriquement et sont commandées par un seul courant. La section centrale est commandée par un deuxième courant. Quand celui-ci est faible, on peut obtenir des efficacités FM très grandes (supérieures à 1 GHz/mA) qui permettent de s'affranchir des effets thermiques et obtenir une réponse plate.
- **Phase Tunable DFB** : ce composant est un DFB à 2 sections dont l'une des sections plus courte que l'autre, ne contient pas de réseau *Figure 3*. La modulation de courant est appliquée sur cette section ; des sensibilités de plusieurs GHz/mA sont obtenues de manière très reproductible avec

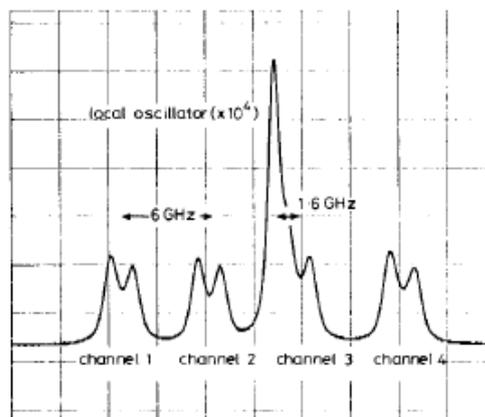
---

<sup>1</sup> D. LECLERC, J. JACQUET et al, **Electronics Letters**, Vo. 25, n°1, p.45-47 (January 1989)

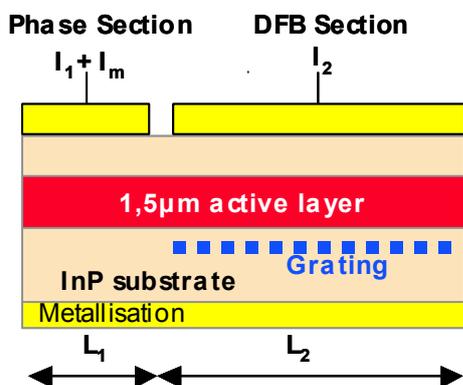
ce type de composant **Figure 4**. Grâce à ces composants, des expériences systèmes ont pu être menées avec succès <sup>2</sup>.



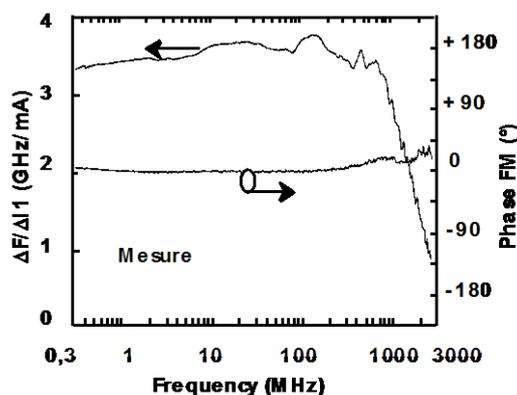
**Figure 1 :**  
de principe du DFB à 3 électrodes



*Schéma* **Figure 2 :** 4 canaux transmis, l'oscillateur local est accordé sur le 3<sup>ème</sup> canal<sup>2</sup>



**Figure 3 :**  
Schéma de principe du « Phase Tunable » DFB laser



**Figure 4 :** Réponse FM en module et en phase du Phase Tunable DFB laser<sup>3</sup>

**c) Contribution personnelle**

Dans ce projet, j'étais en charge de la conception et de la caractérisation des composants fabriqués.

- Mon travail a débuté par la mise au point d'un logiciel qui permet de calculer, à partir de la théorie des modes couplés, les caractéristiques d'un laser DFB standard : courant de seuil, rendement externe, puissance de sortie, largeur de raie, taux d'extinction des modes secondaires... Les règles de conception pour l'obtention d'une faible largeur de raie ont été déduites de ce travail (grandes longueurs, fort coefficient de couplage du réseau Kappa).
- Expérimentalement, j'ai participé à la mise au point du banc de mesure de largeur de raie par la méthode self hétérodyne. J'ai pu ensuite valider la modélisation par un grand nombre de mesures de

<sup>2</sup> N. FLAARONNING et al, **Electronics Letters**, Vol 26, N° 13, P 869-870 June 90

<sup>3</sup> J. JACQUET et al, **5<sup>th</sup> IPRM'93**, Paper WD2, P 513-516, Paris, April 93

DFB. Pour analyser les résultats il était important de connaître la valeur du coefficient de couplage du réseau. J'ai donc établi et validé une méthode fiable pour mesurer cette valeur.

- Plus spécifiquement sur les lasers multi électrodes, j'ai adapté les bancs de mesure standards et participé à leur automatisation par l'encadrement de nombreux stages. La mesure de la réponse FM a été faite avec un premier banc de mesure en collaboration avec les équipes systèmes. Ce banc a permis de se familiariser avec ce type de mesure mais il s'est avéré insuffisant du fait qu'on ne pouvait enregistrer la mesure qu'en amplitude. Un deuxième banc a donc été installé permettant la mesure en phase ; je n'ai fait qu'initier ce deuxième banc.
- Un grand nombre de mesures de réponse FM sur les lasers DFB 3-électrodes a été réalisé dans le cadre de cette thèse et nous a permis de comprendre et d'analyser le comportement des lasers. Pour cette analyse, j'ai développé un logiciel qui calcule la réponse AM et FM en module et en phase sous une modulation petit signal. Cette modélisation s'appuie sur la résolution des équations d'évolutions des photons et des porteurs dans une cavité multi sections. J'ai introduit un profil de photon non constant dans la cavité et démontré le rôle important de ce facteur sur la réponse FM. Ceci a conduit à la mise au point du laser « Phase Tunable ».
- Enfin, j'ai eu l'opportunité de participer à la réalisation des expériences de transmission systèmes réalisées avec les composants décrits, en l'occurrence les DFB à 3 électrodes. Dans cette expérience, nous avons 4 canaux espacés de 6 GHz modulés simultanément avec des signaux aléatoires à 565 Mbit/s chacun, Figure 2. Ces 4 transmetteurs sont à base de lasers DFB à 3 électrodes. En réception, l'oscillateur local est lui aussi un laser DFB à 3 électrodes. On a vu en effet que par modification des courants de commande d'un tel laser, une accordabilité de plus de 2 nm (250 GHz) était possible. Le signal est détecté sur une paire de photodiode équilibrée puis amplifié. Une bonne sensibilité et une faible pénalité ont été obtenues sur les 4 canaux.
- Ce travail a été réalisé dans le cadre du programme européen RACE 1027. J'ai été fortement impliqué dans ce programme et notamment j'ai écrit ou co-écrit 3 rapports d'avancement sur ces sources modulables. J'ai aussi participé aux réunions et passé deux séjours d'une semaine à STL (Londres) et CSELT (Turin) dans le cadre d'expériences système croisées.
- Par ailleurs, dans le cadre d'une collaboration avec Telecom Paris, on a pu démontrer que ces lasers pouvaient autopulser et ainsi être utilisés pour la récupération d' horloge.

#### **d) Conclusion de l'étude**

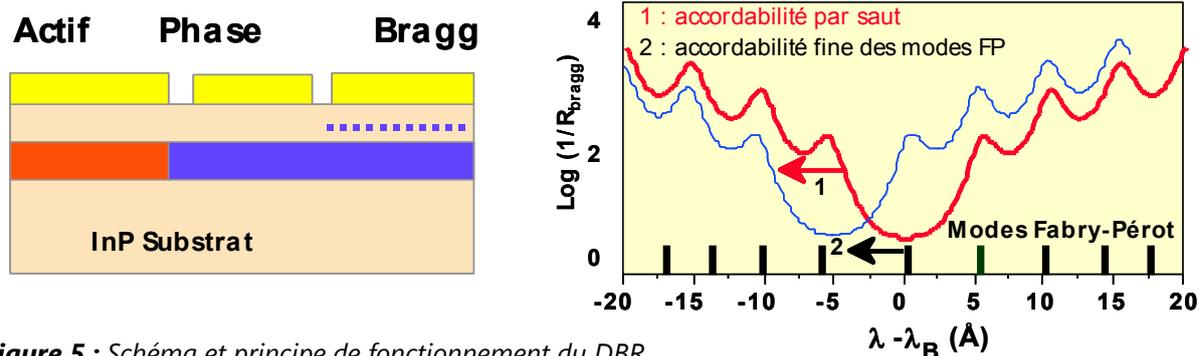
Le travail réalisé dans le cadre de cette étude aura permis de faire la démonstration de transmission à détection cohérente. Il a aussi permis d'initier d'autres études, dans lesquelles je n'étais plus impliqué, utilisant un schéma de modulation de type DPSK (Differential Phase Shift Keying) plus performant en terme de transmission mais plus exigeant en terme de performance composant notamment sur la largeur de raie. On peut dire que la compréhension des lasers DFB, que l'on a eue grâce à cette étude, aura eu des retombées bénéfiques au moment de la mise au point du laser DFB pour application WDM soit en émission continue et modulation externe soit en modulation directe pour les transmissions à 2,5 Gbit/s sur 200 km.

## C - Laser accordable à réseau de Bragg distribué : le laser DBR

### a) Contexte

Nous avons vu dans le paragraphe précédent que les systèmes à détection cohérente nécessitent un oscillateur local accordable en réception. L'accordabilité détermine le nombre de canaux que l'on peut transmettre ; elle doit donc être la plus large possible. C'est avec cet objectif, toujours dans le cadre de la thèse et du projet européen RACE1027, que nous avons développé une structure laser DBR accordable. Cette structure doit, par ailleurs, avoir une largeur de raie faible (en dessous de 10 MHz).

La structure que nous avons étudiée est représentée *Figure 5*. Il s'agit d'un laser à 3 sections intégrées sur InP. La section active génère la puissance optique, la section de Bragg permet de sélectionner un mode de la cavité Fabry-Pérot. Par injection de courant dans cette section, on modifie l'indice optique et par conséquent la longueur d'onde de Bragg. On peut ainsi sélectionner successivement plusieurs modes Fabry-Pérot. C'est une accordabilité grossière par saut de mode. La section de phase intercalées entre les sections actives et de Bragg sert à contrôler finement le mode Fabry-Pérot toujours par injection de porteurs. En ajustant simultanément les courants de phase et de Bragg, on peut réaliser une accordabilité continue de la longueur d'onde.



**Figure 5** : Schéma et principe de fonctionnement du DBR

### b) Résultats

Nous avons réalisé ces structures et les avons testées. Une accordabilité de 5 nm a été obtenue pour une puissance supérieure à 10 mW. Sur cette plage d'accord, la largeur de raie a pu être maintenue en dessous de 10 MHz. Avec une telle accordabilité et en utilisant un système identique à celui qui est décrit précédemment, on pourrait détecter une centaine de canaux modulés à 565 Mbit/s et espacés de 6 GHz. En augmentant le confinement optique (avec une couche plus épaisse) et électronique (avec un matériau à plus faible gap) l'accordabilité peut être étendue au-delà de 10 à 15 nm. C'est ce que l'on démontrera par la suite pour les applications WDM (§ 5).

### c) Contribution Personnelle

Le développement de ce composant a été réalisé dans le cadre de ma thèse. J'ai développé un logiciel qui permet de calculer toutes les caractéristiques statiques du DBR : courant de seuil, rendement externe, largeur de raie, profil du champ électromagnétique à l'intérieur de la cavité... toutes ces caractéristiques étant données en fonction des courants injectés dans les sections d'accord

(en fonction de la longueur d'onde émise). Ce travail a permis la conception et l'optimisation des lasers.

L'injection de courants dans les zones d'accord induit un changement d'indice et une modification des pertes (les deux étant liés par les relations de Kramers-Krönig). Il était donc primordial pour avoir un logiciel aussi prédictif que possible de connaître avec précision les variations d'indice et de pertes avec la densité de porteurs injectés dans ces sections. Pour cela, j'ai monté une expérience qui permet d'évaluer séparément chacun de ces paramètres<sup>4</sup>. Outre une amélioration du logiciel, cela a permis d'étudier et d'optimiser le matériau constituant les couches d'accord.

Après la fabrication des composants à laquelle je n'ai pas participé, si ce n'est par un rapide « stage » pendant lequel j'ai contribué à la mise au point de l'inscription holographique des réseaux localisés, j'ai testé les puces sur les bancs que j'ai adaptés. En particulier, j'ai mis au point avec l'aide d'un stagiaire l'automatisation de l'enregistrement des spectres optiques en fonction des courants d'accord.

Reprenant les conclusions de l'étude sur le DFB à 3 électrodes, nous avons, en parallèle, conçu et réalisé un DBR à 4 électrodes. Comme dans le cas du Phase Tunable DFB, la section active de gain est scindée en deux parties ce qui permet, en modulant la petite section faiblement polarisée, d'obtenir une réponse FM plate. Les composants mesurés ont permis de vérifier cette propriété. D'un point de vue système, ce DBR à 4 électrodes peut donc être utilisé à la fois comme émetteur accordable et oscillateur local. D'un point de vue économique, il est très attractif d'avoir le même composant capable d'assurer les deux types de fonctions.

#### **d) Conclusion de l'étude**

Ces composants, qui ont été développés comme les lasers DFB 3 électrodes pour les systèmes à détection cohérente, n'ont finalement pas été utilisés pour ce type d'application mais ont été implantés dans une expérience de commutation optique. Dans ce démonstrateur de matrice de commutation optique 4x4, la longueur d'onde est utilisée comme élément de routage de l'information. À l'entrée de la matrice, le signal est converti à la longueur d'onde ad'hoc. En sortie, les filtres optiques déterminent la sortie physique du signal : telle longueur d'onde est orientée vers telle fibre de sortie. Entre ces deux étages, se trouve un étage pour régler les problèmes de contention : deux paquets d'information qui veulent aller sur la même sortie au même moment. Cet étage est réalisé grâce à des lignes à retard commandées par des portes optiques.

Dans cette application, nos DBR ont été utilisés dans l'étage de conversion de longueur d'onde à l'entrée de la matrice. Ils étaient utilisés comme source accordable dans des convertisseurs soit optique – électronique – optique, soit tout optique à base d'amplificateurs à semi-conducteurs. Cette démonstration de commutation optique faite à ECOC'93 a été une étape importante dans le développement de l'optique pour le routage et la gestion de l'information dans les réseaux.

---

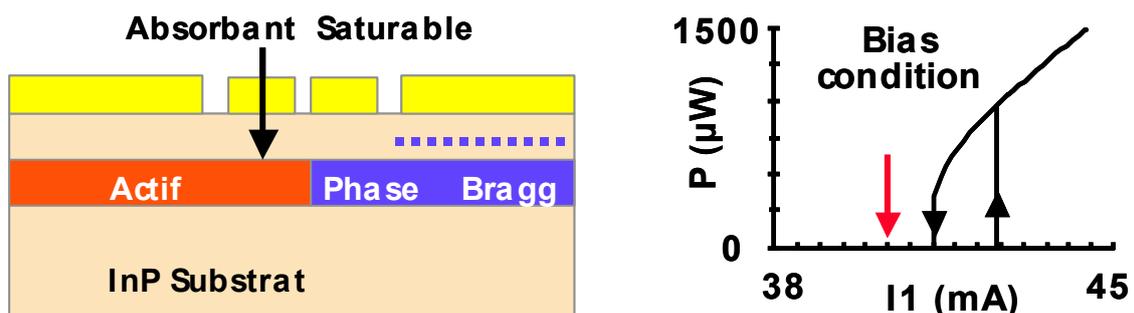
<sup>4</sup> P. BROSSON et al, **Electronics Letters**, Vol. 25, N° 24, P. 1623-1624 (1989)

## D - Laser accordable DBR avec absorbant saturable : conversion de longueur d'onde.

### a) Contexte

Si dans la section de gain du DBR une partie de la couche active n'est pas pompée électriquement, elle se comporte comme un absorbant saturable au sein de la cavité laser. On observe sur la caractéristique Puissance – Courant de ce laser un comportement bistable avec hystérésis. Quand le courant injecté dans la section active augmente progressivement, l'émission spontanée générée et guidée vers l'absorbant vient pomper optiquement ce dernier. Au-delà d'un certain courant actif, l'absorbant devient transparent et le laser se déclenche. De la même manière, quand le courant actif décroît, l'émission laser continue tant que la densité de photons est suffisante pour maintenir l'absorbant à la transparence. En dessous d'un certain niveau, l'absorption dans la cavité redevient très grande et le laser s'éteint brutalement.

On a rapidement compris que ce type de comportement pouvait présenter un intérêt pour le traitement tout optique du signal. On peut par exemple réaliser la fonction de conversion de longueur d'onde. En pré-polarisant le DBR bistable légèrement avant l'hystérésis, toute impulsion optique d'intensité lumineuse suffisante peut déclencher le laser *Figure 6*. À la fin de l'impulsion, le DBR s'éteint car l'absorbant redevient insuffisamment pompé optiquement. On convertit ainsi le signal de la longueur d'onde d'entrée, qui est à priori quelconque pourvu qu'elle tombe dans la bande d'absorption de l'absorbant saturable, à la longueur d'onde du DBR bistable. Comme la longueur d'onde émise par ce dernier est accordable, on a un convertisseur de longueur d'onde accordable. On a vu dans la conclusion du paragraphe précédent l'intérêt d'un tel dispositif pour les systèmes de commutation optique. Un autre avantage de cette approche est lié à l'absorbant saturable qui permet la régénération du signal et notamment son taux d'extinction.



**Figure 6** : schéma du DBR à 4 électrodes et caractéristique  $P(I)$  bistable obtenue avec un tel composant

### b) Résultats

L'étude menée au laboratoire a permis de concevoir et réaliser des DBR bistables à absorbant saturable. L'optimisation des dimensions de l'absorbant et de la section active a permis de réaliser les premières démonstrations. Le débit maximum du signal que l'on veut convertir est néanmoins limité par le temps de recouvrement de l'absorbant ou encore par la durée de vie des porteurs dans l'absorbant saturable. Sur proposition de Telecom Paris, nous avons réduit cette durée de vie en

bombardant de protons l'absorbant saturable. Cette méthode nous a permis de réaliser une conversion de longueur d'onde à 2,5 Gbit/s avec ces structures à absorbant saturable<sup>5</sup>.

### c) Contribution Personnelle

Dans cette étude, j'ai été à l'origine de la découverte accidentelle du DBR à absorbant saturable puisque c'est en mesurant un DBR standard que le caractère bistable des composants désalignés est apparu. J'ai donc ensuite participé avec les équipes systèmes aux discussions qui ont permis de tirer profit de cette nouvelle fonction. Ces discussions ont abouti à la définition de nouvelles architectures systèmes et à l'édition de spécifications pour le composant.

Au sein du laboratoire, j'étais responsable de cette étude et à ce titre, j'étais en charge de :

- La modélisation de cette structure. Dans un premier temps, j'ai établi un modèle simple permettant de calculer la caractéristique Puissance – Courant actif d'un laser DBR bistable. Ce modèle basé sur la résolution des équations dynamiques du laser a permis de dimensionner les premières structures réalisées. Ensuite, la résolution dynamique de ces équations a été faite par la méthode de Runge-Kutta dans le cadre d'un stage de fin d'étude que j'encadrais.
- La conception et le suivi de la fabrication de ces structures. En relation avec les technologues, plusieurs schémas d'absorbant saturable ont été dessinés et la technologie de fabrication a été mise au point. Les différentes géométries testées ont permis de valider les modèles statiques et dynamiques réalisés. En particulier, j'ai mis au point un absorbeur dont l'absorbance pouvait être commandée par une tension inverse.
- La caractérisation des composants fabriqués. Ceci comporte les tests statiques standards et les caractérisations dynamiques en environnement systèmes. Pour les deux types de mesures, j'ai mis au point les bancs de mesures permettant de tester ces nouveaux composants ; notamment une expérience système incluant le test de BER (Bit Error Rate) jusqu'à 2,5 Gbit/s.
- La gestion d'une **collaboration avec Telecom Paris**. Cette collaboration avait pour objectif la modélisation et la caractérisation de lasers bistables et l'optimisation de ces structures<sup>6</sup>. Mon rôle ici était de fournir les composants à tester et de discuter l'analyse des résultats obtenus pour orienter la suite de l'étude. **Les thèses de P. Landais et G. Pham** ont été réalisées dans le cadre de cette collaboration.
- La **participation au projet européen ATMOS** dans le cadre du workpackage « convertisseur en longueur d'onde ». J'étais en charge de l'étude du convertisseur tel que présenté ici.

### d) Conclusion de l'étude

Du fait des limites en terme de rapidité du DBR bistable, on s'est rapidement intéressé à d'autres approches dans le cadre du projet ATMOS et notamment du DBR en saturation de gain (§ 4).

---

<sup>5</sup> J. JACQUET et al, **19<sup>th</sup> ECOC'93** - Montreux (Switzerland), Paper TuC6.5, P. 293 (Vol 2) Sept. 93

<sup>6</sup> G. H. DUAN, P. LANDAIS, J. JACQUET, **IEEE Journ. of Quant. Electronics**, Vol 30, n° 11, Nov. 94

## **E - Convertisseur de fréquence indépendant de la polarisation : le DBR en déplétion de porteurs**

### **a) Contexte**

Nous avons vu précédemment qu'avec le DBR à absorbant saturable le débit du signal à convertir ne peut excéder 2,5 Gbit/s du fait de la durée de vie des porteurs trop grande dans un régime d'absorbant saturable. Dans le cadre du projet européen ATMOS, une équipe de l'université du Danemark a démontré que l'on pouvait utiliser un laser standard pour réaliser la conversion de longueur d'onde. Le principe de fonctionnement est le suivant : le laser DBR est polarisé au-dessus du seuil. Quand une impulsion optique externe est injectée dans le DBR, le signal est amplifié au sein de la couche active du DBR provoquant une consommation de porteurs et ainsi une diminution de la puissance émise du DBR. Le DBR étant au-dessus du seuil en régime d'émission stimulée, on espère ainsi pouvoir faire de la conversion de longueur d'onde à des débits plus élevés jusqu'à 10 Gbit/s plus en ligne avec les objectifs systèmes visés.

### **b) Résultats**

La structure proposée ci-dessus a néanmoins le défaut d'être sensible à la polarisation ce qui d'un point de vue système est rédhibitoire. L'objectif de notre étude a donc été de concevoir un DBR accordable insensible à la polarisation. En pratique, cela signifie que le matériau actif ainsi que la structure ruban doivent être conçus et réalisés de telle manière que le gain net soit identique pour les modes TE et TM<sup>7</sup>. Pour fabriquer ce composant, Figure 7, nous avons réutilisé la structure développée par ailleurs pour les amplificateurs optiques à semi-conducteurs insensibles à la polarisation. Cette structure comprend un matériau actif massif (Bulk) et une structure de guide quasi carrée (largeur du ruban de 0,8  $\mu\text{m}$ ). La section active se termine par un adaptateur de mode adiabatique pour que le couplage à la fibre se fasse avec le maximum d'efficacité. Bien que très inspiré de la structure d'amplificateurs optiques, le guide actif a du néanmoins être adapté à celui des sections d'accord du DBR pour d'une part éviter les réflexions parasites à l'interface actif - passif et d'autre part maintenir une accordabilité importante (guide passif de largeur supérieure à 2  $\mu\text{m}$ ). Nous avons donc proposé d'utiliser la section de phase pour adapter les guides actifs et passifs de manière progressive. La structure réalisée nous a permis de démontrer la conversion de longueur d'onde jusqu'à 5 Gbit/s avec régénération du taux d'extinction et sans contrôle de polarisation<sup>7</sup>.

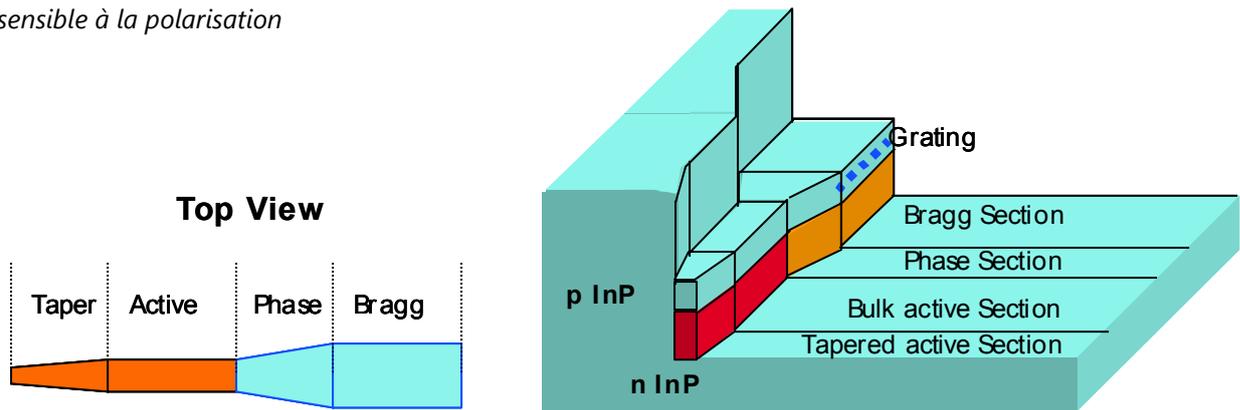
### **c) Contribution personnelle**

Dans ce projet, j'avais la responsabilité de la conception et du suivi de la fabrication technologique des composants. Aucune modélisation spécifique n'a été faite sur ce type de composant. La caractérisation statique et dynamique des composants a été faite par un tiers sur les bancs expérimentaux que j'avais mis au point pour le DBR à absorbant saturable. Cette étude faisait partie du **projet européen ATMOS** dont j'avais la responsabilité au niveau du laboratoire.

---

<sup>7</sup> S.GURIB, **CLEO 96** - Paper C M F-5, PP 36 - 37, Anaheim ( USA ), June 96.

**Figure 7:** Schéma de principe du DBR insensible à la polarisation



#### d) Conclusion de l'étude

Pour l'application à la conversion de longueur d'onde, les structures interférométriques à base d'amplificateurs optiques à semi-conducteurs introduits dans chacun des deux bras d'un Mach-Zehnder ont montré un plus grand potentiel que les structures DBR développées dans notre étude. Notamment, ces structures interférométriques permettent de régénérer le signal converti, c'est à dire améliorer le taux d'extinction en sortie par rapport à celui du signal d'entrée. D'autre part, elles permettent la régénération à des débits allant jusqu'à 40 Gbit/s (bien plus grand que la bande passante des DBR). La conversion en longueur d'onde à base de DBR insensibles à la polarisation a donc été abandonnée.

Par la suite, il s'est avéré que cette structure était néanmoins parfaitement adaptée pour un système de **recupération d'horloge tout optique indépendant de la polarisation**. Pour cette application, la longueur de la section de Bragg est réduite si bien que le laser obtenu est multi mode longitudinal (4 modes environ dans notre cas). Par ailleurs, la cavité totale est clivée de telle manière que l'intervalle spectral libre (ISL), exprimé en fréquence, entre les modes Fabry-Pérot corresponde au débit du signal dont on veut extraire l'horloge. Par exemple, pour récupérer l'horloge d'un signal à 40 Gbit/s, la longueur de la cavité doit être proche de 1 mm. La section active de ce DBR est le siège de mélange à 4 ondes qui exacerbent le battement entre les modes longitudinaux de la cavité. En conséquence, le laser autopulse naturellement à la fréquence correspondant à l'ISL des modes Fabry-Pérot. Un signal NRZ pseudo aléatoire injecté dans ce composant permet au DBR de se synchroniser sur le débit du signal (si celui-ci tombe dans la bande d'accrochage du DBR autopulsant). Expérimentalement ce comportement a été vérifié ; l'horloge d'un signal à 40 Gbit/s a été extraite grâce à notre DBR<sup>8</sup>. Le signal émis par celui-ci est un train d'impulsions optiques à 40 Gbit/s dont le taux d'extinction est supérieur à 7dB et la gigue temporelle inférieure à 1 ps. Cette opération est indépendante de l'état de polarisation du signal d'entrée. Ces travaux ont fait l'objet d'une partie de la **thèse de C. Gosset**. Une autre thèse a été définie pour prendre la suite du sujet et est actuellement en cours avec **J. Renaudier**.

<sup>8</sup> G.-H. DUAN et al, **CLEO'03**, Paper CThQ, Anaheim (USA), May 03

## F - Laser accordable à réseau de Bragg distribué DBR pour réseau WDM

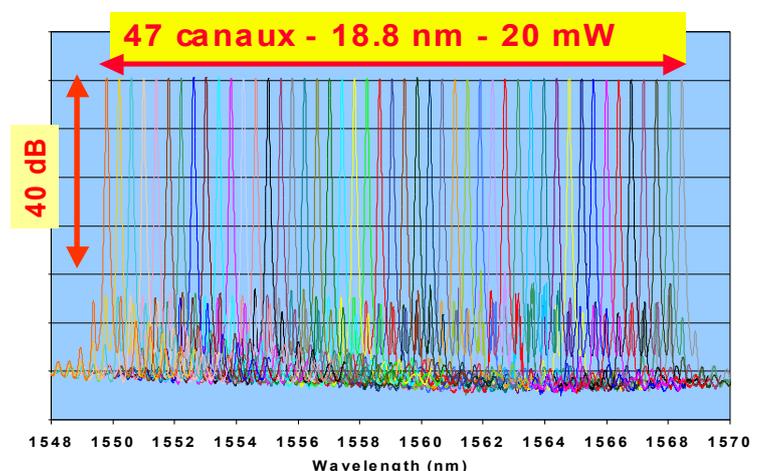
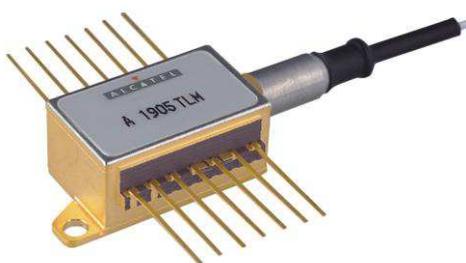
### a) Contexte

L'utilisation de lasers accordables dans les systèmes de transmission WDM permettra une simplification de la gestion des stocks. Le même laser peut être utilisé pour n'importe quel canal de la bande C contrairement au laser DFB qui nécessite au moins une dizaine de composants différents pour couvrir la même bande. De même pour prévenir une panne, un seul laser accordable pourra pallier la défaillance de n'importe quel canal. Au-delà de cet intérêt économique, les besoins systèmes en lasers accordables vont permettre une optimisation de la gestion du trafic au sein du réseau : ré-allocation dynamique des longueurs d'onde, gestion des pannes et des ressources du réseau en particulier si cette accordabilité est suffisamment rapide pour permettre une commutation au rythme des paquets.

### b) Résultats

L'objectif de cette étude était de mettre au point une structure laser de type DBR accordable sur au moins 16 nm (la moitié de la bande C) et capable d'émettre au moins 20 mW sur chacun des canaux de cette bande. En outre, cette structure devait être transférée à Alcatel Optronics, ainsi que son module incluant l'électronique de contrôle, pour être mise en production. Ce transfert a pu se faire grâce à :

- L'optimisation de la couche active qui a permis d'atteindre la puissance exigée : optimisation de la structure verticale et utilisation de convertisseur de mode pour un meilleur couplage à la fibre<sup>9</sup>.
- L'optimisation de la couche d'accord pour obtenir une accordabilité de 16 nm, qui n'induit pas trop de pertes optiques : utilisation d'un quaternaire 1,42  $\mu\text{m}$  et d'un guide de 400 nm<sup>10</sup>.
- La mise au point d'un algorithme qui permette de générer par extrapolation la table d'allocation des longueurs d'onde (pour chaque canal, la détermination des valeurs des paramètres température, courants actif, phase et Bragg) avec le minimum de mesures.
- La mise au point de l'électronique de commande qui comprend les drivers pour chacune des sections du laser, une EPROM dans laquelle sont stockés les paramètres de la table d'allocation, un microprocesseur qui pilote les drivers.



**Figure 8 :** Photo du module transféré et accordabilité record obtenue avec un DBR

<sup>9</sup> H. DEBREGAS-SILLARD et al, **28<sup>th</sup> ECOC'02**, Copenhague (Danemark), September 20

**Malgré la réussite de ce transfert,**

*Figure 8*, il faut noter les limites de notre approche principalement liées à l'accordabilité limitée mais aussi au problème d'asservissement qui n'est pas résolu expérimentalement. Dans un laser DFB utilisé dans une application WDM, on introduit un filtre Fabry-Pérot qui sert de discriminateur de fréquence. Il permet de générer un signal proportionnel à l'écart en longueur d'onde entre la fréquence ITU et la fréquence émise. Ce signal d'erreur est utilisé dans une boucle de contre réaction très simple qui permet de réagir sur la température du composant pour compenser la dérive. Une deuxième boucle de contre-réaction est utilisée pour maintenir la puissance constante ; toutes deux peuvent fonctionner simultanément perturbation mutuelle.

Dans un laser accordable de type DBR, le fonctionnement est tout autre et le nombre de paramètres interdépendants est beaucoup plus important. Par exemple, une baisse de puissance est compensée par une augmentation du courant actif ; ceci a pour conséquence de modifier la longueur d'onde à cause de l'échauffement produit. Cette modification est corrigée par ajustement des courants d'accord qui eux-mêmes entraînent une variation de puissance. Bien que rendus complexes par leur nombre, les phénomènes physiques qui régissent cette interdépendance entre les paramètres sont connus et l'asservissement en puissance et en longueur d'onde est parfaitement possible.

Les dérives liées au vieillissement de la puce ou du module et leurs conséquences sur la façon d'asservir sont par contre plus difficiles à anticiper. Il faut, pour être capable de bien comprendre les phénomènes physiques induits par ce vieillissement, faire de nombreuses expériences et enregistrer sous forme statistique les effets probables de telle ou telle dérive. C'est le prix à payer pour élaborer des algorithmes d'asservissement fiables.

Dans le cas des structures accordables, il faut ajouter que si on sait corriger ou asservir les paramètres d'un canal en temps réel, c'est à dire modifier les paramètres de la table d'allocation initiale pour maintenir la puissance et la fréquence du canal considéré, il est difficile de prédire le changement que cela occasionnera sur les paramètres des autres canaux. Là encore, il n'y a que l'accumulation de mesures qui sera en mesure de nous indiquer les phénomènes physiques à l'origine des dérives et qui pourra nous aider à fabriquer des algorithmes capables de modifier les paramètres de la table d'allocation de tous les canaux à partir de la dérive enregistrée sur un canal. Une alternative plus simple serait d'introduire un système de « rafraîchissement » des paramètres au moyen d'un système optique introduit dans le module. C'est ce que l'on a tenté de démontrer avec Supelec, voir §3.

**c) Contribution personnelle**

Dans ce projet de transfert, j'ai repris en collaboration avec l'ensemble de l'équipe DBR les étapes technologiques pour adapter le savoir – faire venant de France Telecom (CNET Bagnex) aux Buildings Blocks existant à Alcatel. En parallèle à ce travail de suivi technologique, j'ai initié et encadré partiellement la mise au point de la table d'allocation des lasers DBR.

Ensuite, mon travail s'est concentré sur le suivi du projet, l'encadrement de l'équipe et l'interface avec les équipes systèmes d'Alcatel ou avec des organismes externes. À ce titre, j'ai initié et

---

<sup>10</sup> H. DEBRÉGEAS-SILLARD, et al, **IEEE Photonics Technology Letters**, Vol 13, n°1, P. 4-6, Jan 01

suivi une collaboration avec **l'université de Gand (IMEC)** sur le problème de l'asservissement des DBR lié au vieillissement des puces. Ce travail a permis de proposer plusieurs solutions au problème posé avec des algorithmes originaux. Ceux-ci n'ont toutefois pas pu être validés expérimentalement.

De même, une collaboration avec **l'université de Montpellier (CEM2)** a été établie visant à étudier le bruit dans les puces DBR. Cette étude, qui a fait l'objet de la **thèse de M. Myara**, a permis de démontrer pour la première fois dans ce laboratoire, le caractère sous-poissonien du bruit blanc du laser. Ceci est une preuve de la très bonne qualité des procédés technologiques de fabrication. Les mesures de bruit ont par ailleurs confirmé l'importance des fuites optiques d'une section à l'autre (absorption de l'émission spontanée à  $1,42 \mu\text{m}$  dans la couche active et absorption de l'émission laser par les sections d'accord). Enfin, des mesures de largeurs de raie ont été faites sur ces composants permettant de démontrer qu'il était possible d'avoir une largeur de raie inférieure à 10 MHz sur l'ensemble de la plage d'accord. Néanmoins, l'apparition d'une composante Gaussienne sur le spectre Lorentzien enregistré dès que l'on injecte un courant dans les zones d'accord est le signe d'un bruit en  $1/f$  important dont l'origine n'est pas encore complètement comprise.

Toujours avec les lasers accordables de type DBR, j'ai initié et animé une collaboration avec **Supelec**. Ce travail a permis de développer une méthode originale de caractérisation rapide de l'accordabilité des DBR. Cette méthode est basée sur l'utilisation d'un interféromètre de type Michelson qui peut très facilement s'intégrer dans un boîtier de type Butterfly<sup>11</sup>. On peut ainsi envisager un tel système soit pour asservir la longueur d'onde du DBR soit pour rafraîchir en temps réel la table d'allocation. Cela suppose que le système autorise des « temps morts ». Par ailleurs ce travail a permis une investigation détaillée de la largeur de raie des composants. En particulier, l'impact du bruit de grenaille des courants d'accord et du bruit thermique de la résistance série de l'électrode de Bragg sur la largeur de raie est souligné. Ces travaux ont donné lieu à la soutenance de **thèse de M. Campos**.

Enfin, les lasers DBR que l'on a développés dans cette étude ont été testés par une méthode de réflectométrie optique à faible cohérence (OLCR) en collaboration avec le **LPN**. Au cours de ce travail, 3 méthodes ont été proposées et validées expérimentalement pour évaluer les caractéristiques d'un réseau de Bragg gravé dans un guide à base d' $\text{InP}$ <sup>12</sup>. Parallèlement, l'impact d'un défaut dans ce réseau a été étudié théoriquement et expérimentalement. Cette méthode s'est de plus révélée très efficace pour qualifier la technologie de fabrication des DBR, par exemple, les réflexions parasites au niveau du Butt-Joint. D'autre part, couplée à une mesure d'électroluminescence, la méthode OLCR a permis une investigation détaillée des phénomènes de vieillissement au sein des couches formant le composant. Ces travaux ont été faits dans le cadre de la **thèse de Y. Gottesman**.

#### **d) Conclusion de l'étude**

Bien que tous les problèmes ne soient pas encore résolus sur cette structure, le composant a été transféré et figure aujourd'hui au catalogue d'Avanex et les débouchés commerciaux même s'ils restent faibles, existent.

---

<sup>11</sup> J.M. CAMPOS et al, **IEEE Transactions on instrumentation & measurement**, V53, n1, Feb 04

<sup>12</sup> Y. GOTTESMAN et al, **IEEE Journal of Lightwave Technology**, Vol 20, n°3, March 2002

## G - Cavité LAsEr largement et Rapidement Accordable : Source CLARA

### a) Contexte

On a vu dans le paragraphe précédent l'intérêt que pouvait représenter un laser accordable en terme de coût et de performance dans les réseaux de télécommunications de demain. On a souligné les limites de la structure DBR en terme d'accordabilité. L'intérêt pour les systèmes est indiscutablement d'avoir une source qui permet de couvrir toute la bande C ou L (au moins 40 nm). De nombreux laboratoires ont proposé et développé des structures largement accordables répondant à ce besoin mais leur déploiement dans les systèmes ne s'est jamais vraiment imposé. L'utilisation de lasers largement accordables a été freinée par :

- La complexité des technologies et la disparité des approches techniques utilisées. Aucune solution ne s'est révélée indiscutablement supérieure aux autres. Il est aujourd'hui impossible pour les équipes systèmes de trouver deux fournisseurs différents utilisant la même technologie. Cela pose un problème critique pour le choix du fournisseur comme seconde source.
- La complexité des électroniques de commandes. On peut trouver des approches utilisant des MEMs (Micro Electro Mechanical Systems) qui utilisent des tensions de commande comprises entre 100 et 200 Volts. On a aussi des structures intégrées qui ne comptent pas moins de 4 et jusqu'à 6 électrodes. L'électronique et les algorithmes qui permettent de contrôler de telles structures sont très complexes et coûteux et les temps de programmation et de réglages pour chaque module contribuent encore à l'augmentation du coût.
- Le besoin d'un système d'asservissement fiable et robuste qui permette de garantir un fonctionnement sur 25 ans.
- Les temps de commutation entre canaux trop longs. Ils sont typiquement de l'ordre de la  $\mu$ s voire ms aussi bien pour les approches utilisant des MEMs que celles utilisant l'effet Vernier.

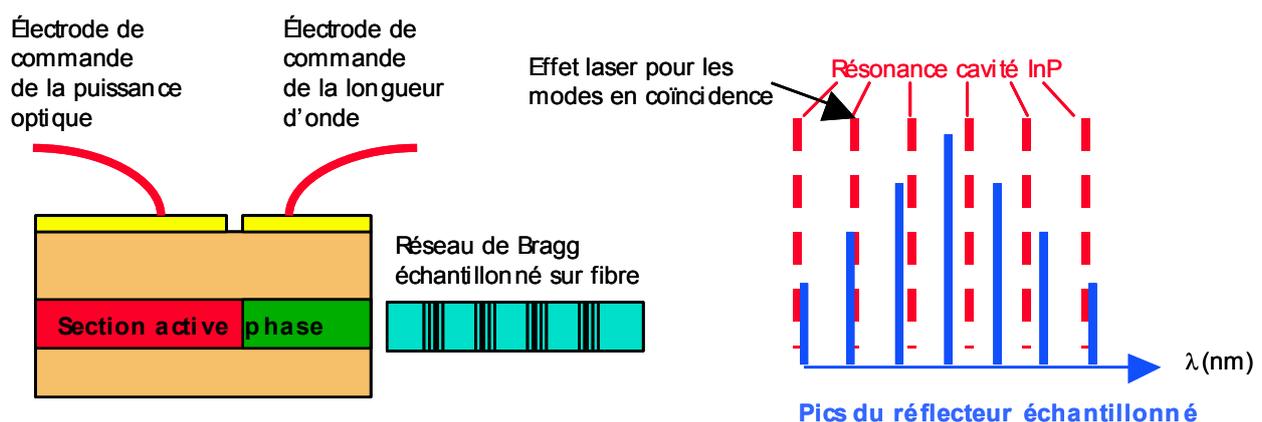


Figure 9 : Principe du laser largement accordable.

### b) résultats

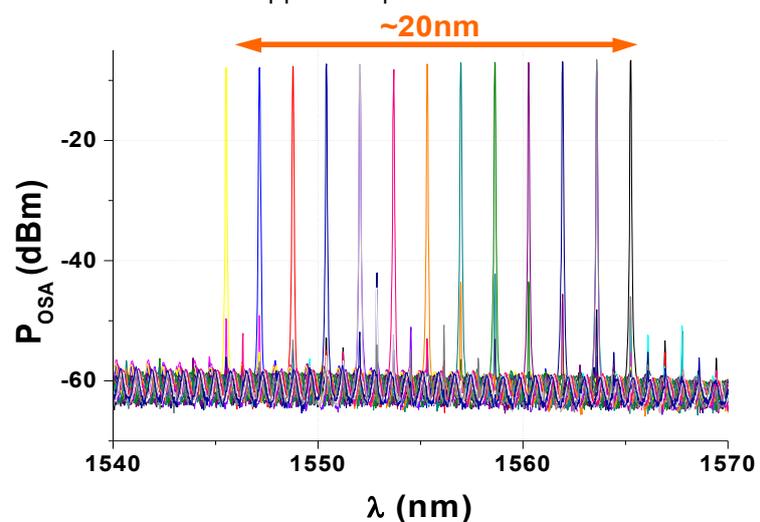
La solution que nous proposons pour remédier à ces défauts est représentée schématiquement sur la Figure 9. On utilise un effet Vernier entre le peigne de résonance d'un laser de type Fabry-Pérot à deux sections et le peigne de réflectivités d'un miroir de Bragg à réseau échantillonné. La longueur

d'onde est commandée en modifiant l'indice dans la section de phase du laser Fabry-Pérot ; ce qui permet de faire glisser un peigne par rapport à l'autre et ainsi atteindre n'importe quelle longueur d'onde sur le domaine considéré. Les caractéristiques attendues sont les suivantes :

- La commande en longueur d'onde est simple puisque faite avec un seul courant.
- Elle peut être rapide si le changement d'indice se fait par une tension (effet électro-optique).
- La fabrication du composant InP est simple puisqu'il s'agit d'un Fabry-Pérot (pas de réseaux).
- La fabrication de la fibre incluant le réseau échantillonné est simple aussi puisqu'on peut inscrire les réseaux à partir d'un masque de phase et d'une technique d'écriture directe au moyen d'un laser excimère.
- Le test et le tri des composants ne nécessitent pas de vérifier le caractère monomode du composant ; le comportement spectral du Fabry-Pérot est connu.
- Les longueurs d'onde émises par le composant sont celles définies par le réseau échantillonné. Elles sont donc stables dans le temps et ne nécessitent aucun asservissement. Néanmoins les paramètres de commande du laser Fabry-Pérot qui permettent d'atteindre tel ou tel canal sont, eux susceptibles d'évoluer dans le temps et de ce point de vue, le problème d'asservissement reste le même que pour un laser DBR. On peut cependant penser que cet asservissement sera plus simple car au premier ordre la longueur d'onde est commandée par le courant de phase uniquement et la puissance par le courant actif. Ceci n'a toutefois pas pu être vérifié expérimentalement.

Nous avons fabriqué et mesuré le composant CLARA dans le cadre d'une thèse. Les résultats ont permis de valider le concept. Une accordabilité supérieure à 20 nm commandée de façon monotone avec le seul courant de phase a été démontrée<sup>13</sup>, Figure 10. Sur cette gamme de longueur d'onde, la variation de puissance est inférieure à 0,5 dB autour d'une valeur moyenne de 10 dBm. Pour cette structure, il reste à mieux maîtriser la longueur du Fabry-Pérot au moment du clivage qui détermine l'ISL et par conséquent l'accordabilité du composant. Une version intégrée pourrait conduire à une meilleure reproductibilité de l'ISL. Un ajustement à posteriori de la longueur optique du Fabry-Pérot par une méthode à découvrir est aussi une voie de développement possible d'une telle structure.

**Figure 10 :** Accordabilité obtenue avec la source CLARA



<sup>13</sup> A. BERGONZO, J. JACQUET, et al, **IEEE Photonics Technology Letters**, Vol 15, n°8, Aug. 2003

**c) Contribution personnelle**

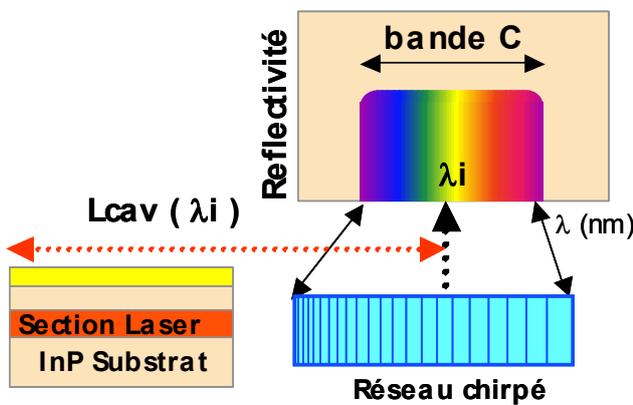
Dans ce projet, j'ai proposé l'idée de base qui a fait l'objet d'un dépôt de brevet. J'ai ensuite proposé et encadré la **thèse de A. Bergonzo** qui a permis la validation du concept. Par ailleurs, ce composant a fait l'objet d'une soumission de projet au RNRT.

**d) Conclusion de l'étude**

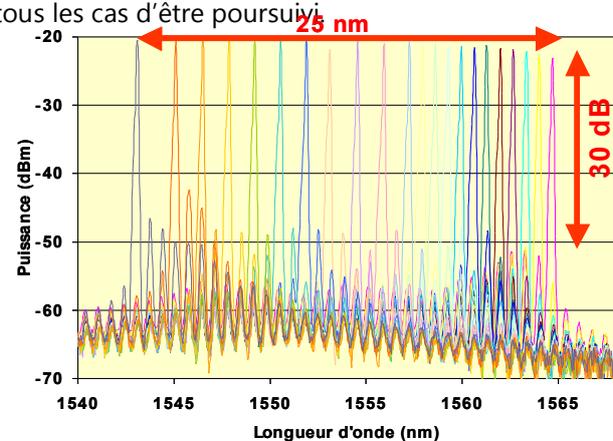
Le concept que l'on a proposé a été validé. Il reste néanmoins beaucoup de travail pour fiabiliser les résultats et faire de ce composant un produit industriel.

Un autre résultat de ce travail de thèse concerne le laser dit continuum. Dans ce laser en cavité externe à réseau chirpé, les fréquences de résonance de la cavité s'étendent sur une plage de longueur d'onde pouvant atteindre plusieurs dizaines de nm et donc potentiellement sur la bande C, Figure 11. Les règles qui définissent le fonctionnement d'une telle structure sont données dans la thèse et notamment les relations qui lient la valeur du chirp du réseau (en nm/cm), la longueur de la cavité et le domaine spectral couvert. Les réseaux de Bragg ont été fabriqués et la structure testée. Le fonctionnement continuum (émission sur un spectre large de longueur d'onde) n'a pas pu être vérifié. Néanmoins, avec cette structure utilisée en blocage de mode (modulation du courant actif), nous avons pu démontrer une accordabilité de plus de 40 nm en changeant la fréquence de modulation du courant<sup>14</sup>. La fréquence de modulation est environ 2 GHz, on travaille alors à une harmonique d'ordre élevé (30 à 60). Un exemple est donné Figure 12.

Une telle structure, même si elle n'a pas été validée complètement, peut trouver un intérêt pour certaines applications. Ce travail mérite dans tous les cas d'être poursuivi.



**Figure 11 :** Principe de fonctionnement de laser continuum qui explique la relation entre le pas du réseau et la longueur de la cavité



**Figure 12 :** Accordabilité obtenue avec une cavité dite continuum en blocage de mode. La fréquence de modulation varie de 2080 à 2113 MHz.

<sup>14</sup> A. BERGONZO et al, **IEEE Jour. of Select Topics in Quantum Electronics**, Vol., n, Nov/Dec03

## H - Laser à cavité verticale et émission par la surface à 1,3 µm (VCSELs)

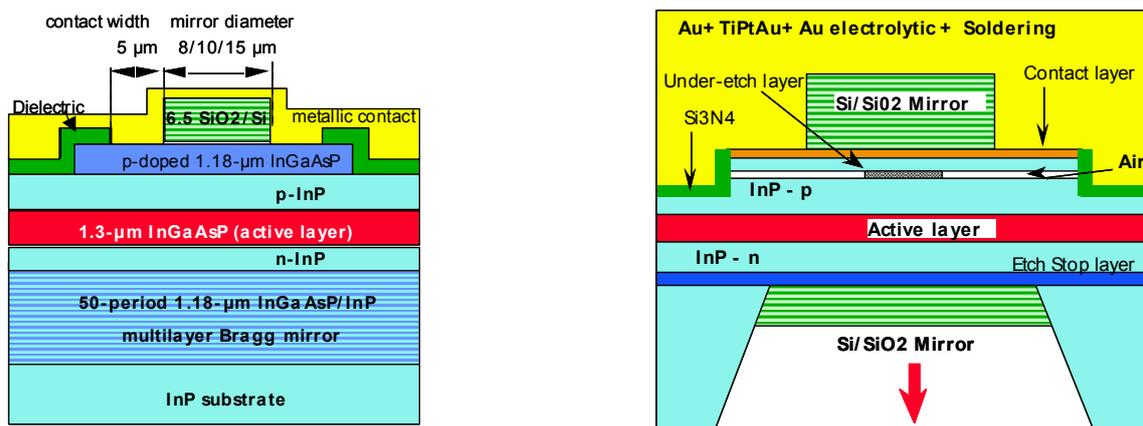
### a) Contexte

L'avantage de l'utilisation des VCSELs dans un système est essentiellement lié au faible coût de ce type de module pour les raisons suivantes :

- Le faisceau émis par un VCSEL est circulaire et peu divergent ( $< 7^\circ$ ), un couplage à la fibre meilleur que 90 % est donc attendu ainsi que des tolérances de positionnement relâchées. Le type de fibre utilisé est par ailleurs une simple fibre clivée droit.
- Aucun clivage n'est nécessaire pour tester les composants comme c'est le cas pour les lasers Fabry-Pérot dont le miroir de contre réaction optique est assuré par le clivage de la puce. On peut donc envisager un test complètement automatisé sur plaquette 2 pouces pour connaître les composants susceptibles d'être mis en module avec un bon rendement de fabrication.
- Les VCSELs sont, du fait de leur cavité très fine, des lasers intrinsèquement monomodes. Il est donc inutile d'enregistrer les spectres émis pour vérifier cette information.
- Les VCSELs sont des composants qui consomment peu d'énergie car leur volume actif est très faible comparé à un laser DFB. On attend un fonctionnement sans Peltier pour les VCSELs.
- Les VCSELs ayant des miroirs très réfléchissants ( $> 99\%$ ), la sensibilité au feedback est attendue plus faible que dans le cas de DFB.

L'intérêt du VCSEL apparaît si on rappelle que le prix d'un module optique standard est surtout lié

- au clivage individuel et à la sélection des bonnes puces à mettre en module,
- à l'alignement dynamique des puces lors de la mise en module,
- à l'utilisation d'un isolateur optique pour avoir de bonnes performances lors d'une transmission,
- à l'utilisation d'un élément Peltier pour refroidir le composant



**Figure 13 :** Schéma du VCSEL 1,3 µm avec miroir semi-conducteur ou diélectrique côté substrat

### b) résultats

Ce projet a débuté par le travail **de thèse de P. Salet** qui a permis de mettre en place les outils de simulation électrique, optique et thermique. Dans cette phase initiale, les différents matériaux possibles pour la réalisation des miroirs ont été investigués et les structures compatibles avec ces matériaux élaborées. Le faible contraste d'indice des semi-conducteurs à base d'InP possibles à cette longueur d'onde nous a fait choisir une structure à base de miroirs diélectriques. Bien que la

dissipation thermique ne soit pas optimale dans ce type de structures, nous avons pu obtenir un premier VCSEL fonctionnant en continu jusqu'à  $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ <sup>15</sup>. Dans cette structure le confinement électrique est assuré par sous-gravure sélective contrôlée d'une couche quaternaire sacrificielle, *Figure 13* (l'équivalent d'une oxydation sélective d'AlAs pour les lasers à base de GaAlAs). Cette technologie nécessite, le retrait du substrat jusqu'à la cavité active pour le dépôt du miroir diélectrique face arrière.

La technologie complexe de l'approche décrite précédemment nous a conduit à tester l'utilisation de miroirs semi-conducteurs en tant que miroir inférieur<sup>16</sup>. Outre la simplification du process, une meilleure dissipation thermique est attendue. Avec une technologie simplifiée nous avons pu obtenir un VCSEL fonctionnant en régime impulsif à température ambiante<sup>17</sup>. Aucune structuration de la cavité n'ayant été faite pour focaliser le courant au milieu de la cavité, un fonctionnement continu n'était pas attendu. Néanmoins, la démonstration d'un tel fonctionnement avec un miroir GaInAsP/InP à  $1,3\text{ }\mu\text{m}$  constituait une première et un encouragement pour l'utilisation d'un miroir semi-conducteur.

### c) Contribution personnelle

Quand j'ai rejoint le projet VCSEL, les outils de modélisation avaient été mis en place et les principales approches discutées et partiellement testées. Mon rôle a été principalement un rôle d'encadrement de l'équipe et de participation aux choix techniques et orientations de l'étude. À ce titre, j'ai soutenu et relancé l'idée d'un VCSEL à base de miroirs à semi-conducteurs même à  $1,3\text{ }\mu\text{m}$ . J'ai donc participé au travail qui a conduit à l'amélioration des conditions d'épitaxie pour répondre à notre besoin (diminution de la densité de défauts, uniformité des couches, choix du bâti...).

J'ai participé ponctuellement à quelques études comme l'utilisation de la méthode de Manificier pour extraire les pertes optiques au sein d'un matériau constituant le miroir. Pour ce dernier point, j'ai initié et partiellement suivi **une collaboration avec l'Institut Fresnel à Marseille** qui visait à étudier et améliorer les pertes dans nos matériaux en agissant sur nos conditions de dépôt. Ce travail a conduit à l'amélioration de notre bâti de dépôt par une méthode qui permettait d'éviter une remise à l'air du bâti entre chaque paire du miroir. Ce travail a conduit aussi à la mise au point d'un 2<sup>ème</sup> bâti.

### d) Conclusion de l'étude

Les avantages liés à l'utilisation de miroirs à base de semi-conducteurs du côté n ayant été démontré pour les VCSELs émettant à  $1,3\text{ }\mu\text{m}$ , nous savions qu'en passant à  $1,55\text{ }\mu\text{m}$  nous pourrions obtenir des structures encore plus performantes grâce à des matériaux à plus fort contraste d'indice. C'est une des raisons qui a fait que nous avons arrêté nos activités sur les VCSELs  $1,3\text{ }\mu\text{m}$  et sommes passés à  $1,55\text{ }\mu\text{m}$ . Ce choix s'est avéré judicieux, puisque comme nous le verrons dans le prochain paragraphe, il nous a permis d'utiliser des jonctions tunnels très efficaces liées à l'utilisation de matériaux à plus petit gap. De plus, l'avantage d'avoir un laser intrinsèquement monomode à  $1,55\text{ }\mu\text{m}$  présente un intérêt indéniable pour les applications WDM.

---

<sup>15</sup> J. JACQUET et al, **23 th IOOC/ECOC'97**, Vol. 1, Paper MO4B, P159, Edimburg (UK), Sept. 97

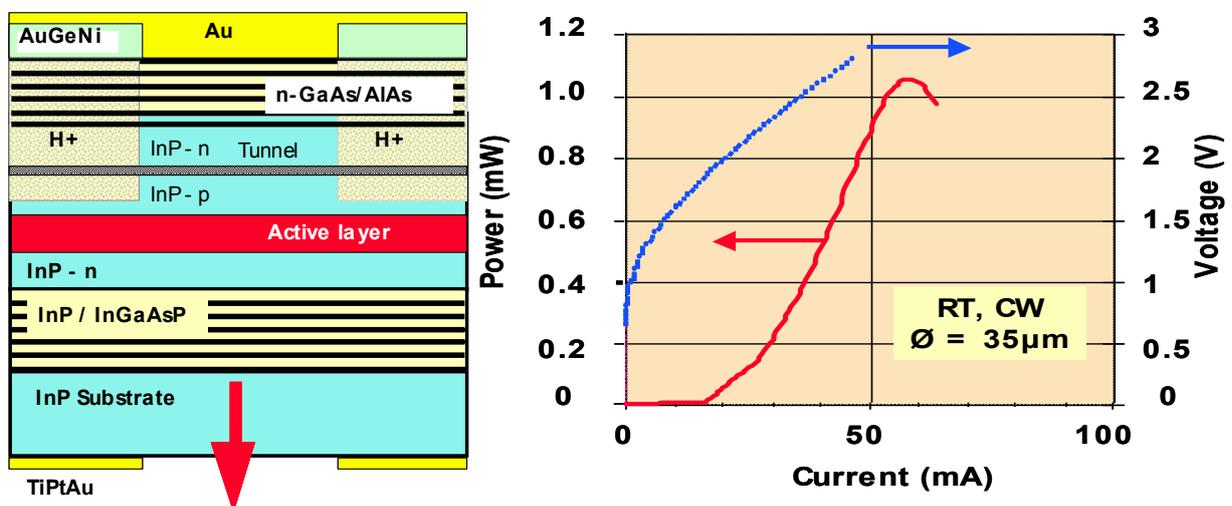
<sup>16</sup> P. SALET et al, **Electronics Letters**, Vol. 33, n°13, Page 1145-1147, 19th June 1997

<sup>17</sup> P. SALET et al, **Electronics Letters**, Vol. 33, n°24, P 2048 - 2049, 20th Nov. 1997

## I - Laser à cavité verticale et émission par la surface à 1,55 μm (VCSELS)

### a) Contexte

Ce projet est la suite logique du projet VCSEL à 1,3 μm. Les avantages d'une telle structure et les spécifications systèmes sont les mêmes qu'à 1,3 μm : puissance de l'ordre du mW jusqu'à des températures de l'ordre de 85 °C autorisant un fonctionnement sans Peltier. L'étude du VCSEL 1,3 μm nous a enseigné l'importance du choix des matériaux constituant les miroirs de Bragg au regard des problèmes liés à la dissipation thermique. Ces matériaux, ou plutôt ces couples de matériaux, doivent d'une part être bons conducteurs de la chaleur et d'autre part offrir un bon contraste d'indice pour obtenir des miroirs à fortes réflectivités avec un nombre limité de périodes. Les miroirs diélectriques à base de SiO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>, Si ou Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> disponibles au laboratoire ne répondent pas au critère de conductivité thermique pas plus que les quaternaires GaInAsP en accord de maille sur InP<sup>18</sup>. Seul l'InP peut convenir mais associé à un autre matériau moins bon conducteur thermique, il perd ses propriétés.



**Figure 14 :** Schéma de la structure VCSEL avec miroir métamorphique et jonction tunnel. Caractéristique Puissance – courant obtenu.

### b) Résultats

Le couple AlAs/GaAs possède les propriétés optiques et de conductivité thermique recherchées. Ces matériaux sont connus car ils sont à la base de la fabrication des VCSELS émettant à 850 nm ou 980 nm. De plus, de tels miroirs ont été utilisés avec succès pour la fabrication de VCSELS émettant à 1,55 μm par la technique de collage épitaxial ou « wafer fusion ». Le seul inconvénient de ces matériaux est en effet qu'ils ne sont pas en accord de maille avec l'InP. La technique de collage étant assez complexe à mettre en œuvre, nous avons proposé une alternative à cette technique qui consiste à épitaxier en désaccord de maille les miroirs GaAs/AlAs directement sur la cavité active,

Figure 14. Cette croissance métamorphique a été mise au point au laboratoire<sup>19</sup>. En particulier, les conditions de croissance (température, rapport V/III...) ont été optimisées pour empêcher la

<sup>18</sup> J. JACQUET, **Journal de physique IV**, Vol. 9, Paper Pr2, p 3 - 12, 1999.

<sup>19</sup> L. GOLDSTEIN, **Electronics Letters**, Vol. 34, n° 3, PP 268 - 270, February 98

propagation des dislocations vers le matériau actif. Les autres caractéristiques de notre structure sont les suivantes :

- Un miroir inférieur en InGaAsP/InP de 50 périodes. Fort de notre expérience des VCSELs à 1,3  $\mu\text{m}$  nous avons pris cette option car elle simplifie le process et ne pénalise pas trop les performances du laser si celui-ci est reporté « épi side down ». Par ailleurs, nous avons mis au point un quaternaire 1,45  $\mu\text{m}$  transparent à 1,5  $\mu\text{m}$  et offrant un bon contraste d'indice.
  - Une couche active constituée de 9 puits contraints en compression et des barrières en tension. La réalisation d'une couche active de très bonne qualité sur un miroir de 50 périodes (plus de 12  $\mu\text{m}$  d'épaisseur) est le résultat d'une très grande maîtrise de l'épitaxie.
  - Une jonction tunnel pour injecter le courant dans la jonction p-n à partir d'un matériau n. Cette jonction a joué un rôle prépondérant dans la réussite de cette structure car elle a autorisé l'utilisation de 2 miroirs dopés n de part et d'autre de la couche active. Cela conduit à une diminution de la résistance série et donc un échauffement moindre du composant. Cela induit également des pertes optiques moindres dans le miroir du fait de l'utilisation d'un dopage n.
  - Une localisation du courant par simple implantation de protons qui vient détruire la jonction tunnel et rendre possible la conduction électrique uniquement au centre du VCSEL. Une alternative a été démontrée partiellement avec une implantation d'ions oxygène plus lourds et donc plus stables.
- Les résultats<sup>20</sup> de cette structure ont montré un fonctionnement en continu jusqu'à 45 °C<sup>21</sup> avec une puissance émise allant jusqu'à 2 mW à 25 °C. Les technologies mises en oeuvre dans cette approche, à l'origine de ces résultats records, ont été utilisées depuis avec succès par de nombreux compétiteurs.

### c) Contribution personnelle

Le travail décrit ici a fait l'objet **de la thèse de J. Boucart** que j'ai encadrée. Il a fait aussi l'objet du projet européen VERTICAL dont j'avais la responsabilité. À ce titre je devais suivre et coordonner toutes les différentes approches techniques développées par les 7 autres partenaires du projet ; en particulier la technique de wafer fusion développée par l'EPFL ou KTH mais aussi les miroirs structurés à base de réseau de diffraction proposés par IMEC ou les structures à base d'Antimoine proposées par le CNET Bagneux. Un résultat qui illustre parfaitement la collaboration efficace au sein de ce projet, est celui obtenu avec une structure dont la cavité active incluant un miroir partiel provenait d'Alcatel , les miroirs GaAs/GaAlAs dopés n et p avaient été épitaxiés et optimisés au CNET et la fusion localisée et les tests réalisés à l'EPFL. En tant que responsable du projet j'avais aussi pour tâche d'animer les réunions plénières et techniques, d'éditer le rapport annuel en synthétisant les différentes contributions et de présenter les résultats annuellement lors de l'audit du projet.

En parallèle à ce travail, j'avais en charge une collaboration avec **l'université de Montpellier (CEM2)** qui visait à étudier la fabrication de VCSELs émettant à 1,55  $\mu\text{m}$  à partir de matériaux Antimoine GaAlAsSb/AlAsSb. Ces matériaux permettent d'obtenir des miroirs équivalents, en terme de contraste d'indice, à ce que l'on a avec GaAs/AlAs mais avec l'avantage d'être en accord de maille avec l'InP. Des avancées significatives ont eu lieu grâce à cette collaboration et notamment une très bonne

---

<sup>20</sup> J. BOUCART et al, **IEEE Photonics Technology Letters**, Vol 11, Page 629 – 631, n°6, June 99

<sup>21</sup> J. BOUCART et al, **IEEE Journ. of Selec Topics in Quantum Electronics**, V.5, n°3, May/June 99

maîtrise de l'épitaxie des miroirs de Bragg<sup>22</sup> avec des très fortes réflectivités aussi bien à 1,55<sup>23</sup> qu'à 1,3  $\mu\text{m}$ <sup>24</sup>. Ce travail a abouti à la soutenance de **thèses pour F. Genty et G. Almuneau**.

Toujours en collaboration avec le **CEM2**, le bruit de nos VCSELS 1,55  $\mu\text{m}$  a été étudié. Ce travail a fait l'objet d'une partie de la **thèse de G. Belleville**. Il a permis de souligner le rôle déterminant des miroirs de Bragg sur la caractéristique de bruit électrique basse et moyenne fréquence. Celui – ci est bien supérieur au laser standard. Un modèle équivalent du bruit en 1/f a été déduit des mesures. Par ailleurs, les mesures de bruit ont démontré que les miroirs métamorphiques étaient le siège de centres de recombinaisons. Enfin, grâce à cette collaboration, on a pu mettre en évidence que les VCSELS que nous avons fabriqués avaient des largeurs de raie record de l'ordre de 3 MHz<sup>25</sup>.

Une dernière collaboration avec **l'université de Rennes** a permis d'étudier le comportement en polarisation de l'émission des VCSELS. Contrairement aux lasers émettant à 850 nm, les VCSELS 1,55  $\mu\text{m}$  émettent un faisceau optique ayant une lumière polarisée rectiligne qui reste stable dans le temps. À 850 nm, un bruit de polarisation important est observé dès que la puissance émise est élevée. Au contraire, avec nos VCSELS 1,55  $\mu\text{m}$ , aucun stress exercé sur la puce (pression par exemple) n'a permis de générer un changement de polarisation de la lumière émise. Ce phénomène n'est pas encore vraiment compris aujourd'hui. Par ailleurs cette collaboration a permis de démontrer que nos VCSELS mis en cavité externe pouvaient être utilisés comme source en blocage de mode. Une démonstration à faible débit (200 MHz) a pu être faite.

#### **d) Conclusion de l'étude**

La suite de notre projet VCSEL émettant à 1,55  $\mu\text{m}$  s'est concrétisée par le lancement d'un nouveau **projet européen IST appelé TUNVIC** dont l'objectif était de réaliser un VCSEL accordable en longueur d'onde. J'ai proposé l'une des approches développée qui consistait à associer une demi-cavité comme celle développée dans VERTICAL (miroir GaInAsP/InP inférieur, couche active et jonction tunnel) avec un miroir réalisé dans une membrane telle que celle développée dans le **projet européen esprit MOEMS**. Ce projet a lui aussi donné de très bons résultats puisqu'il a permis de démontrer un VCSEL accordable et de le tester en environnement système<sup>26</sup>. J'avais en charge cette dernière partie au sein du projet qui s'est terminé fin 2003.

---

<sup>22</sup> F. GENTY et al, **Journal of Crystal Growth**, Vol. 183, P. 15 - 22, 1998

<sup>23</sup> F. GENTY et al, **Electronics Letters**, Vol. 33, n° 2, P 140 - 141, January 16th, 1997

<sup>24</sup> G. ALMUNEAU et al, **Electronics Letters**, Vol. 33, n° 14, P 1227 - 1228, 3rd July 1997

<sup>25</sup> Ph. SIGNORET et al, **IEEE Photonics Technology Letters**, Vol 13, n°4, P 269-271, April 2001

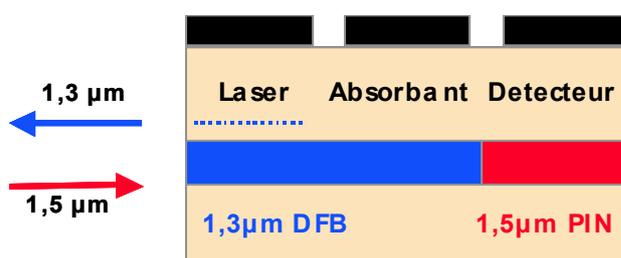
<sup>26</sup> H. HALBRITTER, **IEEE Photonics Technology Letters**, à paraître, Vol 16, n°3, March 2004



## J - Émetteur – Récepteur intégré pour le terminal d’abonné : TANIA

### a) Contexte

L’objectif de ce projet est de développer un composant assurant la fonction d’émetteur – récepteur pour le terminal d’abonné dans un réseau d’accès répondant aux normes éditées par les équipes systèmes. Le réseau visé est conçu pour des liaisons bidirectionnelles et simultanées entre le nœud central et l’abonné à 155 Mbit/s. Il constitue un atout majeur pour répondre à la forte demande de bande passante des utilisateurs principalement liée à l’expansion d’Internet. L’enjeu réside essentiellement à démontrer que l’on peut développer un composant répondant aux spécifications systèmes et offrant la capacité d’une production massive à bas coût.



**Figure 15 :** Schéma de principe de la structure émetteur - Récepteur intégré. Vue le long de l’axe optique.



**Figure 16 :** vue éclatée du module TO conçu et réalisé par Radiall.

### b) Résultats

L’option technique choisie est l’intégration monolithique<sup>27</sup> le long d’un même guide optique des trois fonctions d’émetteur 1,3  $\mu\text{m}$ , de récepteur à 1,55  $\mu\text{m}$  et de démultiplexeur, *Figure 15*. Le composant doit fonctionner sur la gamme 0 – 85 °C avec les mêmes caractéristiques car le module ne contient pas de refroidisseur à effet Peltier pour limiter son coût. Les travaux ont permis d’optimiser successivement :

- La couche active pour avoir un matériau à fort gain jusqu’à 85 °C. L’utilisation d’une structure de guide enterrée et de puits contraints développés par ailleurs a permis d’atteindre cet objectif.
- La diaphonie (crosstalk électrique) entre les sections par l’utilisation d’une implantation entre les électrodes ou d’une structure ruban de type Ridge.
- Les performances de la photodiode (sensibilité, courant d’obscurité, capacité parasite réduite)...
- La diaphonie (crosstalk optique entre les sections). C’est certainement ce point qui a été le plus difficile à résoudre. Il a nécessité l’optimisation de la section absorbante entre l’émetteur et le récepteur. Au sein de cette section transitent 2 ondes optiques de niveaux de puissance très différents : le signal détecté à 1,55  $\mu\text{m}$  a une puissance inférieure à – 30 dBm (1  $\mu\text{W}$ ) et le signal émis à 1,3  $\mu\text{m}$  a une puissance de l’ordre de 0 dBm (1 mW). Le rôle de cette section est donc d’absorber le signal 1,55  $\mu\text{m}$  qui se propage en direction de la photodiode pour éviter qu’il ne vienne éblouir celle-ci. Le taux d’extinction doit être d’au moins 30 dB mais en pratique une extinction de 40 dB est nécessaire. Cette

<sup>27</sup> A. PLAIS et al, **10<sup>th</sup> IPRM’98**, InP & Related Materials, Paper TuP 51, Tsukuba (Japan), April 98

étude a permis aussi de démontrer le rôle de l'émission spontanée non guidée émise par le laser et qui après réflexion sur le substrat est absorbée par la photodiode. Une méthode pour limiter cet effet parasite a été développée avec succès et brevetée.

- Le module optique incluant l'électronique qui a permis de réaliser les expériences systèmes. Ce travail a permis de réaliser une structure répondant aux spécifications systèmes, norme ITU G983.

### c) Contribution personnelle

J'ai initié cette étude au laboratoire dès 1995, travaillant notamment sur les problèmes liés à l'isolation électrique. En particulier des mesures de S21 ou S12 entre les différentes électrodes de ces composants ont permis d'enregistrer les résistances dynamiques inter-électrodes pour différentes structures de guide. Ces résultats, couplés à un travail de modélisation et d'analyse, ont permis de conclure sur l'intérêt d'une structure de type Ridge pour réduire la diaphonie entre les électrodes. J'ai ensuite conçu et suivi la fabrication des premières structures qui ont permis de vérifier expérimentalement les résultats précédents (comparaison structure Ridge et ruban enterré). Ces structures ont permis d'enregistrer les premières validations systèmes de ce composant et ont servi de base à toutes les optimisations ultérieures.

Par la suite, la conception et le suivi de l'étude ont été confiés à un tiers ; mon rôle est alors devenu un rôle de management de l'équipe et du projet (participation aux choix techniques et aux orientations de l'étude) et un rôle d'interface de cette étude avec l'extérieur. À ce titre, j'ai initié et développé des contacts avec **les équipes systèmes d'Alcatel situées à Anvers**, ce qui s'est traduit par différents projets de collaboration. J'ai fait de même avec les **équipes de R&D de France Telecom** basées à Lannion dans le cadre des échanges définis par le GIE (Groupement d'Intérêt Économique) Alcatel / France Telecom. Enfin, j'ai répondu à un appel d'offre du **Réseau National de Recherche en Télécommunication (RNRT)** et rédigé une proposition de projet appelé **TANIA** (Terminal d'Accès Numérique InterActif). Ce projet a été retenu et labellisé par le RNRT, il a duré 30 mois et a permis la démonstration d'une transmission bidirectionnelle simultanée à 155 Mbit/s aux longueurs d'onde 1,3 et 1,55  $\mu\text{m}$  grâce à un module TO fabriqué par Radiall<sup>28</sup>, *Figure 16*. J'ai assuré la gestion de ce projet jusqu'à l'audit final (réunions plénières et techniques, interface avec le ministère, présentation aux colloques organisés par le RNRT, édition des rapports intermédiaires et final...).

### d) Conclusion de l'étude

Nous avons au travers du projet TANIA démontré la faisabilité industrielle de notre composant. La suite logique était d'assurer le transfert vers notre aval industriel, étape que nous avons démarrée. Malheureusement les seuls débouchés commerciaux visibles à l'époque spécifiaient que le composant, en plus d'une transmission numérique bidirectionnelle simultanée, devait être capable de démultiplexer et détecter un signal vidéo analogique dans la fenêtre 1,55  $\mu\text{m}$ . Au vu des contraintes en linéarité exigée par les récepteurs analogiques, il est apparu assez rapidement que notre composant à qui il fallait encore rajouter une section, ne pourrait répondre au besoin dans le délai imparti.

---

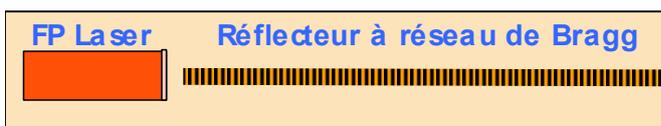
<sup>28</sup> F. MALLECOT et al, **OFC'02**, Paper ThF8, P 424 – 425, Anaheim (USA), Mars 2002

## K - Source laser bas coût pour application WDM : COLORATUR

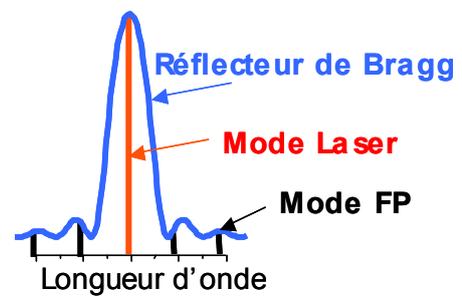
### a) Contexte

L'objectif de ce projet est la réalisation d'une source laser à très bas coûts pour les applications WDM (Wavelength Division Multiplexing) au niveau du réseau métropolitain<sup>29</sup>. Ce type de réseau obéit à des règles strictes définies par la norme ITU et notamment sur les longueurs d'ondes utilisées. Habituellement, pour ce type d'application, on utilise les lasers à réaction distribuée DFB (Distributed FeedBack). S'ils sont bien adaptés pour les liaisons longues distances, leur coût trop élevé est un frein au développement de liaisons WDM dans le réseau métropolitain. Les éléments qui contribuent au coût élevé des modules DFB sont :

- l'utilisation d'un élément Peltier pour contrôler avec précision la longueur d'onde,
- l'utilisation d'un isolateur optique pour garantir une qualité de transmission suffisante,
- le test individuel du spectre de chaque puce pour vérifier qu'elle est monomode,
- le couplage dynamique de la puce dans la fibre.



**Figure 17** : Schéma de principe de la structure Coloratur et photo de la réalisation finale.



**Figure 18** : sélection d'un mode de la cavité FP avec le réseau de Bragg.

### b) Résultats

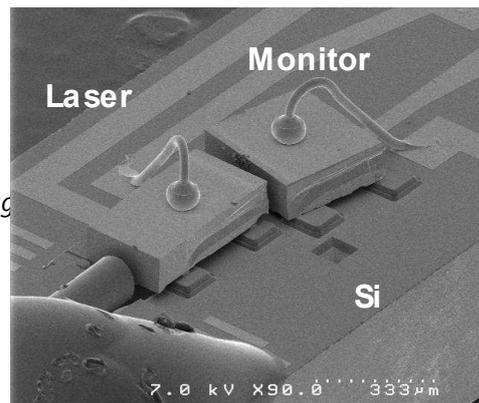
La structure COLORATUR que nous proposons, *Figure 17* et *Figure 18*, permet d'éviter ces surcoûts. Il s'agit d'un laser de type Fabry-Pérot en cavité externe. Le réflecteur externe est réalisé au moyen d'un réseau de Bragg photo-inscrit dans la fibre de sortie.

- Un système de compensation thermique développé par Highwave dans le cadre du projet RNRT COLORATUR permet de maintenir la longueur d'onde de Bragg à la même valeur quand la température varie de 0 à 70 °C. Ceci dispense de l'utilisation d'un effet Peltier.
- Le laser en cavité externe ainsi formé est beaucoup moins sensible aux réflexions parasites externes et permet de s'affranchir de l'utilisation d'un isolateur.
- Les puces n'ont plus besoin d'être testées en spectre individuellement car il s'agit d'un laser Fabry-Pérot dont le comportement spectral est connu. Un test Puissance – Courant est suffisant.
- Le couplage que nous proposons est un couplage passif par auto-alignement de la puce devant la fibre placée dans un Vé silicium (voir *Figure 19*).
- Chacun des éléments laser Fabry-Pérot et réflecteur de Bragg est monté dans un module plastique de type connecteur MT. On peut donc avoir une source « accordable » simplement en

<sup>29</sup> J. JACQUET et al, **Alcatel Telecommunications Review** – 3<sup>rd</sup> Quarter 2001, P 181, 182, Sept. 01

changeant la longueur d'onde du réflecteur de Bragg par modification du connecteur dans un fonctionnement de type « Plug and Play ».

**Figure 19 :** Vue au microscope électronique à balayage ( « flip-chipé » ) et auto-aligné devant la fibre.



Ce type de structure a été réalisé et validé par des expériences systèmes à 155 et 622 Mbit/s. La transmission sur 90 km se fait avec une pénalité négligeable<sup>30</sup>. Toutefois des instabilités à fortes puissances ont pu être notées. Elles ont été attribuées, après étude, au battement entre les modes de la cavité externe. L'utilisation de réseau de Bragg à pas variable (dit chirpé) permet de s'affranchir de ce problème.

### c) Contribution personnelle

Les idées de bases de la structure et ses objectifs étaient définis et le projet RNRT COLORATUR avait déjà été lancé quand j'ai pris position au sein de cette étude. Mon rôle a été principalement de diriger l'équipe et de participer au suivi technique. J'ai pris en charge la coordination du projet **RNRT COLORATUR** (réunions techniques d'avancement, édition des rapports annuel et final, audit, interface avec le ministère...). J'ai participé à l'analyse liée aux problèmes d'instabilités<sup>31</sup>.

### d) Conclusion de l'étude

L'étude en tant que telle s'est arrêtée à la fin du projet RNRT COLORATUR. Le fait que la structure, telle que réalisée, ne permette pas une transmission à 2,5 Gbit/s sans utiliser un isolateur, constitue une limitation intrinsèque à son développement commercial. Néanmoins la connaissance accumulée par ce projet a ensuite été mise à profit dans le cadre des études sur les pompes 980 et 1480 nm stabilisées en longueur d'onde avec un réseau photo-inscrit dans la fibre en cavité externe. Par ailleurs, les instabilités observées à fortes puissances nous ont permis de mieux comprendre les phénomènes de battement de modes au sein d'une cavité longue et de proposer et démontrer une structure autopulsant à un débit contrôlé. Ces études sont encore en cours aujourd'hui (vu en fin de §4).

<sup>30</sup> A. LEROY, **Electronics Letters**, Vol 37, n°16, Page 1012 – 1014, 2<sup>nd</sup> August.

<sup>31</sup> J. JACQUET et al, **IOOC-OECC 2001**, Invited Paper THP, P630-631, Sydney Australia, July 2001

## **L – Conclusion / Perspectives**

On peut considérer que les résultats présentés dans ce mémoire constituent pour chaque composant étudié un ensemble cohérent formant un travail achevé. En effet chaque étude décrite a produit des avancées scientifiques ou techniques permettant d'apporter des conclusions, de produire des publications ou des brevets ou de mettre au point de nouvelles technologies. Ainsi même si des projets comme le laser à émission par la surface ou l'émetteur – récepteur intégré ont été stoppés au laboratoire sans suite industrielle, notre compréhension de ces composants a été renforcée et les retombées scientifiques pour d'autres études sont certaines.

Cependant, j'ai contribué à d'autres projets qui n'ont pas pu être menés jusqu'au bout pour des raisons de priorité interne ou de budget principalement. Même si ces travaux ne se sont pas terminés avec le même niveau de finition, ils méritent d'être cités et pour certains même d'être repris.

### **a) Laser largement accordable**

Sur les lasers largement accordables par exemple nous avons travaillé en 94 sur une approche qui consiste à utiliser un effet Vernier entre deux peignes de réflexion issus de deux miroirs de Bragg échantillonnés et intégrés sur InP. Nous avons pu réaliser une structure présentant une accordabilité de 20 nm avec des caractéristiques en courant de seuil et puissance émise tout à fait correcte. Avec cette étude, nous avons pu nous familiariser avec l'effet Vernier et avec les réseaux échantillonnés à la fois d'un point de vue théorique et expérimental. Ces travaux ont été par la suite réutilisés dans le cadre de l'étude CLARA. Néanmoins, l'étude aura été trop courte pour qu'on se familiarise complètement avec cette structure et notamment avec les problèmes de stabilité des modes, d'asservissement en longueur d'onde et de vieillissement.

### **b) VCSELS à 980 ou 1300 nm**

Dans le domaine des VCSELS, l'approche qui nous a permis d'enregistrer des résultats à l'état de l'art à 1,55  $\mu\text{m}$  est basée sur l'utilisation de jonction tunnel et de matériau métamorphique pour le miroir supérieur. Nous avons extrapolé le concept pour réaliser des VCSELS émettant à 0,98 et 1,3  $\mu\text{m}$ .

À 980 nm, le miroir métamorphique n'est pas nécessaire car nous pouvons utiliser des miroirs AlAs/GaAs accordés sur GaAs. Par contre nous avons introduit une jonction tunnel pour l'injection de porteurs côté p. Les lasers réalisés fonctionnent à température ambiante en régime impulsionnel avec des densités de courant de seuil de l'ordre de  $2\text{kA}/\text{cm}^2$ . La valeur élevée de tension de coude empêche un fonctionnement en continu. Elle est due principalement à la jonction tunnel qui n'est pas optimisée. L'utilisation de dopage carbone qui permet d'atteindre des niveaux de concentration plus élevés que le Zinc est une voie d'amélioration de cette jonction.

Pour réaliser un VCSEL à 1,3  $\mu\text{m}$ , nous avons combiné d'une part un miroir GaAs/AlAs métamorphique et d'autre part une jonction tunnel réalisée dans le matériau GaAs. Nous avons en effet montré qu'à cette longueur d'onde les jonctions tunnel réalisées avec des quaternaires GaInAsP accordés sur InP n'étaient pas assez efficaces. Les VCSELS ainsi réalisés ont montré un effet laser à température ambiante et en régime d'impulsion. Là encore une optimisation de la jonction tunnel s'avère nécessaire pour atteindre un fonctionnement en continu.

De manière générale, l'utilisation d'une jonction tunnel ouvre de nouvelles perspectives très intéressantes pour la fabrication de composants électroniques ou optoélectroniques. Son domaine d'application s'est considérablement étendu (LED GaN, Phototransistors, LED résonante...) et ce thème de recherche mériterait d'être poursuivi avec par exemple l'étude d'autres matériaux.

### **c) Laser de pompe stabilisé par un réseau dans la fibre**

Les lasers de puissance sont utilisés pour les amplificateurs optiques. Les longueurs d'ondes d'émission sont 980 nm pour les amplificateurs à fibre dopée erbium et 1480 nm pour l'amplification Raman. Dans les deux cas, on utilise un réseau photo-inscrit dans une fibre (FBG) pour stabiliser la pompe en longueur d'onde. Pour les amplificateurs à fibre dopée, l'efficacité de pompage est limitée sur une bande spectrale réduite autour de 980 nm. La stabilisation avec FBG sert donc à concentrer la densité spectrale de puissance dans cette bande. Dans le cas de l'amplification Raman, la stabilisation permet un multiplexage en longueur d'onde de plusieurs pompes émettant différentes longueurs d'ondes. Un tel multiplexage est nécessaire pour obtenir une amplification suffisante et plate sur toute la bande C. Pour les deux types d'amplification, le réseau est placé à au moins 1 mètre de distance de la puce laser. Ceci permet d'avoir un fonctionnement multi modes avec une densité modale importante. Un tel fonctionnement permet de s'affranchir des variations de puissance du laser liées à la position du mode par rapport au réflecteur de Bragg. Dans ce type de fonctionnement, le laser fonctionne en partie sur sa cavité propre et en partie dans la cavité externe. En fait le FBG confère au laser une rétroaction partiellement cohérente. Un tel fonctionnement n'est pas encore maîtrisé totalement en théorie et l'optimisation pratique de cette structure n'est donc pas encore achevée.

### **d) Laser à semi-conducteurs incluant un guide polymère**

Dans cette étude initiée dans le cadre de la thèse de A. Bergonzo, l'objectif initial était d'utiliser les propriétés thermo optiques de certains polymères pour réaliser une source accordable largement. Le défi à relever était l'intégration d'un tel guide polymère avec un laser à semi-conducteur. Ce type d'intégration présente un intérêt particulier puisqu'une telle brique technologique peut être réutilisée pour d'autres objectifs comme l'intégration d'un modulateur polymère avec un laser. Cette étude, qui n'aura duré que 6 mois, aura permis de mettre au point un nouveau polymère photosensible grâce au groupement cinnamate). Ce polymère, dont l'indice varie sous l'effet d'une illumination UV, a permis de réaliser des guides d'ondes très performants avec un procédé simple. Malheureusement, nous n'avons pas pu poursuivre cette étude et notamment l'intégration d'un tel guide avec un laser n'a pu être démontrée.

*En marge de ces quelques frustrations de chercheur, j'ai eu la chance de mettre au point un grand nombre de composants pour des applications couvrant un large domaine telles que les systèmes à détection cohérente, la commutation optique, les systèmes WDM haut débit ou le réseau d'accès.*

### III – Liste des Publications

#### A – Articles publiés dans des revues internationales

- 1) J-L. BEYLAT, J. JACQUET  
 "Analysis of DFB semiconductor lasers with external optical feedback"  
**Electronics Letters**, Vol. 24, N° 9, P 509-510 (April 1988)
- 2) P. BROSSON, C. ARTIGUE, B. FERNIER, D. LECLERC, J. JACQUET, J. BENOIT  
 "Simple determination of coupling coefficient in DFB waveguide structures"  
**Electronics Letters**, Vol. 24, N° 16, p. 990-991 (August 1988)
- 3) D. LECLERC, J. JACQUET, D. SIGOGNE, C. LABOURIE, Y. LOUIS, C. ARTIGUE, J. BENOIT  
 "Three electrode DFB wavelength tunable FSK transmitter at 1.53 $\mu$ m"  
**Electronics Letters**, Vol. 25, n°1, p.45-47 (January 1989)
- 4) P. BROSSON, C. LABOURIE, L. LE GOUEZIGOU, J-L. LIEVIN, J. JACQUET,  
 F. LEBLOND, A. OLIVIER, D. LECLERC  
 "Experimental determination of carrier induced-differential loss in 2 section GalnAsP laser-waveguide"  
**Electronics Letters**, Vol. 25, N° 24, P. 1623-1624 (1989)
- 5) N. FLAARONNING, J.O. FRORUD, M. SOTOM, G. VENDROME, G. DA LOURA  
 J-M. GABRIAGUES, J. JACQUET, D. LECLERC, J. BENOIT  
 "Multichannel FSK Transmission experiment at 565 Mbit/s using tunable three-electrode DFB lasers"  
**Electronics Letters**, Vol 26, N° 13, P 869-870 June 90
- 6) J. JACQUET, M. SOTOM, O. AUDOIN, D. LECLERC, J-M. GABRIAGUES, J. BENOIT  
 "Spectral bistability in multielectrode DFB lasers", **Photonic SwitchingII**  
 Springer series in Electronics & Photonics29, Edited by K. Tada & H. Hinton, Springer Verlag, 1990
- 7) J. JACQUET, P. BROSSON, A. OLIVIER, A. PERALES, A. BODERE, D. LECLERC  
 "Carrier-induced differential refractive index in GalnAsP/GalnAs Separate Confinement Multiquantum Well Lasers", **IEEE Photonics Technology Letters**, Vol 2, N°9 P620-622 - Septembre 1990
- 8) P. LANDAIS, G.H. DUAN and J. JACQUET "2.5 Gbit/s low penalty operation of an optically triggered bistable laser incorporating a proton bombarded absorber"  
**Electronics Letters**, Vol 29, n° 15, P 1363-1364, 22<sup>nd</sup> July 93
- 9) P. LANDAIS, G.H. DUAN, E. GAUMONT-GOARIN, P. GARABEDIAN and J. JACQUET  
 "Transition time and turn-on jitter of optically triggered bistable lasers incorporating a proton bombarded saturable absorber" **Applied Physics Letters**, Vol 63, N° 19, P 2615-2617, 8 Nov. 93
- 10) J-M. GABRIAGUES, J. BENOIT, D. CHIARONI, D. DE BOUARD, P. DOUSSIERE,  
 T. DURHUUS, P. GAVIGNET-MORIN, E. GRARD, J-B. JACOB, J. JACQUET,  
 C. G. JOERGENSEN, D. LECLERC, F. MASETTI, P.A. PERRIER, K.E. STUBKJAER  
 "Design, Modeling and Implementation of the ATMOS Project Fibre Delay Line Photonic Switching Matrix" **IEEE Optical and Quantum Electronics**, Vol 26, N° 5, S497 - S516, May 1994
- 11) G. H. DUAN, P. LANDAIS and J. JACQUET  
 " Modeling and Measurement of Bistable Semiconductor Lasers "  
**IEEE Journal of Quantum Electronics**, Vol 30, n° 11, PP 2507 - 2515, November 1994
- 12) W. IDLER, P. PAGNOD, J. JACQUET, M. KLENK, M. LEHNICH, K.-H. SCHLERETH,  
 P. WIEDERMANN, B. DEPPISCH and H.-P. MAYER "Low dispersion penalty and wide temperature range operation over 120 km with 1,55  $\mu$ m strained MQW-DFB laser module"  
**Electronics Letters**, Vol 31, n° 7, P 568 - 569, 30<sup>st</sup> March 1995
- 13) P. LANDAIS, G. H. DUAN, S. KELLER and J. JACQUET  
 " Nonuniform injection current induced unusual chirp behavior of a four electrode bistable DBR Laser"  
**IEEE Journal of Quantum Electronics**, Vol 31, n° 6, P 1029 - 1037, June 1995
- 14) F. GENTY, G. ALMUNEAU, L. CHUSSEAU, C. ALIBERT, J.-P. MALZAC, P. SALET, J. JACQUET  
 "High reflectivity Te-doped GaAsSb/AlAsSb Bragg mirror for 1.5 $\mu$ m use"  
**Electronics Letters**, Vol. 33, n° 2, P 140 - 141, January 16th, 1997

- 15) P. SALET, PH. PAGNOD-ROSSIAUX, F. GABORIT, A. PLAIS AND J. JACQUET  
*"Gas-source molecular-beam epitaxy and optical characterisation of highly-reflective InGaAsP / InP multilayer Bragg mirrors for 1.3 $\mu$ m- Vertical cavity lasers"*  
**Electronics Letters**, Vol. 33, n°13, Page 1145-1147, 19th June 1997
- 16) G. ALMUNEAU, F. GENTY, L. CHUSSEAU, N. BERTU, B. FRAISSE AND J. JACQUET  
*"Molecular Beam Epitaxy Growth of 1.3 $\mu$ m high-reflectivity GaAlAsSb/AlAsSb Bragg mirror"*  
**Electronics Letters**, Vol. 33, n° 14, P 1227 - 1228, 3rd July 1997
- 17) P. SALET, F. GABORIT, P. PAGNOD-ROSSIAUX, A. PLAIS, E. DEROUIN, J. PASQUIER, J. JACQUET  
*"Room-temperature pulsed operation of 1.3 $\mu$ m vertical cavity lasers including bottom InGaAsP/InP multilayer Bragg mirrors"*  
**Electronics Letters**, Vol. 33, n°24, P 2048 - 2049, 20th Nov. 1997
- 18) A. TSIGOPOULOS, V. PASCHOS, C. CAROUBALOS, P. SALET and J. JACQUET  
*"Numerical Modelling of Undercut Ridge VCSELs designed for CW operation at 1.3 $\mu$ m: Design optimisation"*  
**IEEE Journal of Quantum Electronics**, Vol. 33, n° 12, December 1997
- 19) F. GENTY, G. ALMUNEAU, N. BERTU, L. CHUSSEAU, P. GRECH, D. COT AND J. JACQUET  
*"Molecular Beam Epitaxy Growth and characterisations of GaAlAsSb/AlAsSb Bragg reflectors on InP"*  
**Journal of Crystal Growth**, Vol. 183, P. 15 - 22, 1998
- 20) L. GOLDSTEIN, C. FORTIN, C. STARCK, A. PLAIS, J. JACQUET, J. BOUCART, A. ROCHER, C. POUSSOU  
*"GaAlAs/GaAs Metamorphic Bragg mirror for long wavelength VCSEL's"*  
**Electronics Letters**, Vol. 34, n° 3, PP 268 - 270, February 98
- 21) P. SALET, A. PLAIS, E. DEROUIN, C. FORTIN, C. STARCK, H. BISSESSUR, J. JACQUET & F. BRILLOUET  
*"Undercut Ridge Structures : a novel approach to 1.3 /1.5 $\mu$ m Vertical-Cavity lasers designed for continuous-wave operation"*  
**IEE Proceedings, Part J, Optoelectronics**, Vol. 145, n° 2, PP 125 - 131, April 98
- 22) A. TSIGOPOULOS, V. PASCHOS, P. SALET, J. JACQUET  
*"Numerical modeling of long wavelength vertical-cavity surface emitting semiconductor lasers I : Continuous wave modeling"*  
**Proceedings of SPIE**, Volume 3423, Page 90 – 95, July 1998
- 23) V. SYRBU, V. P. IAKOVLEV, C. A. BERSETH, O. DEHAESE, A. RUDRA, E. KAPON, J. JACQUET, J. BOUCART, C. STARCK, F. GABORIT, I. SAGNES, J.C. HARMAND AND R. RAJ  
*"30° CW operation of 1.52 $\mu$ m InGaAsP/AlGaAs vertical cavity lasers with in situ built-in lateral current confinement by localised fusion"*  
**Electronics Letters**, Vol. 34, n° 18, pp 1744 - 1745, 3<sup>rd</sup> September 1998
- 24) J. BOUCART, C. STARCK, A. PLAIS, E. DEROUIN, C. FORTIN, F. GABORIT, A. PINQUIER, L. GOLDSTEIN, D. CARPENTIER, J. JACQUET  
*"RT Pulsed operation of metamorphic VCSEL at 1.55 $\mu$ m"*  
**Electronics Letters**, Vol. 34, n° 22, pp 2133 - 2135, 29<sup>th</sup> October 1998
- 25) A.V. SYRBU, V.P. IAKOVLEV, C.-A. BERSETH, O. DEHAESE, A. RUDRA, E. KAPON, C. STARCK, J. BOUCART, F. GABORIT, J. JACQUET, I. SAGNES, J.-C. HARMAND and R. RAJ  
*"Quasi CW Room temperature operation of 1.52 $\mu$ m InGaAsP/AlGaAs VCSELs obtained by localised fusion"*,  
**Japanese Journal of Applied Physics**, Vol 37, Page 6016-6017, Part 1, n°11, Nov. 98
- 26) K. STREUBEL, M. HAMMAR, F. SALMONSSON, J. BENTELL, S. RAPP, J. JACQUET, J. BOUCART, C. STARCK, A. PLAIS, F. GABORIT, E. DEROUIN, N. BOUCHÉ, A.V. SYRBU, V.P. IAKOVLEV, C.-A. BERSETH, A. RUDRA, O. DEHAESE, E. KAPON « *Long wavelength Vertical Cavity Lasers* »  
 SPIE Optoelectronics '99, International Symposium on Integrated Optoelectronic Devices, Part of **Proceedings of SPIE**, Volume 3625, Paper 36, Page 304, January 99
- 27) J. JACQUET, P. SALET, A. PLAIS, F. BRILLOUET, E. DEROUIN, L. GOLDSTEIN, C. FORTIN, F. GABORIT, P. PAGNOD, H. BISSESSUR, J.-L. LAFRAGETTE, F. GERARD, J. PASQUIER & C. STARCK  
*"Recent developments in the area of Vertical Cavity Surface emitting Lasers"*  
**Journal de physique IV**, Vol. 9, Paper Pr2, p 3 - 12, 1999.
- 28) J. BOUCART, F. GABORIT, C. FORTIN, L. GOLDSTEIN, J. JACQUET and K. LEIFER  
*"Optimisation of the metamorphic growth of GaAs for long wavelength VCSELs"*  
**Journal of Crystal Growth**, Vol 201-202, P 1015 - 1019, April 99

- 29) F. GENTY, G. ALMUNEAU, L. CHUSSEAU, A. WILK, S. GAILLARD, G. BOISSIER, P. GRENECH, J. JACQUET  
 "Growth and characterization of vertical structures on InP with GaAsSb/AlAsSb Bragg mirrors for 1.55 $\mu$ m emission", **Journal of Crystal Growth**, Vol 201-202, P 1024 - 1027, April 99
- 30) J. BOUCART, C. STARCK, F. GABORIT, A. PLAIS, N. BOUCHÉ, E. DEROUIN, L. GOLDSTEIN, C. FORTIN, D. CARPENTIER, P. SALET, F. BRILLOUET and J. JACQUET  
 "Metamorphic DBR and Tunnel junction injection : a CW RT monolithic long wavelength VCSEL"  
**IEEE Journal of Selected Topics in Quantum Electronics**, Vol.5, n°3, P520-529, May/June 99
- 31) J. BOUCART, C. STARCK, F. GABORIT, A. PLAIS, N. BOUCHÉ, E. DEROUIN, L. GOLDSTEIN, C. FORTIN, D. CARPENTIER, P. SALET, F. BRILLOUET AND J. JACQUET  
 "1 mW CW RT monolithic VCSEL at 1.55 $\mu$ m "  
**IEEE Photonics Technology Letters**, Vol 11, Page 629 – 631, n°6, June 99
- 32) K. STREUBEL, M. HAMMAR, F. SALOMONSSON, J. BENTELL, S. MOGG, S. RAPP, J. JACQUET, J. BOUCART, C. STARCK, A. PLAIS, F. GABORIT, E. DEROUIN, N. BOUCHÉ, A. RUDRA, A. SYRBU, V. IAKOVLEV, C-A. BERSETH, O. DEHAESE, E. KAPON, H. MOUSSA, I. SAGNES, R. RAJ  
 "Novel technologies for 1.55 $\mu$ m vertical cavity lasers"  
**Optical Engineering**, Vol 39, n°2, P 488 - 497, February 2000
- 33) H. DEBRÉGEAS-SILLARD, A. VUONG, F. DELORME, J. DAVID, V. ALLARD, A. BODERE, O. LE GOUEZIGOU, F. GABORIT, J. ROTTE, M. GOIX, V. VOIRIOT, J. JACQUET  
 «DBR Module with 20 mW coupled output power over 16nm (40x50 GHz spaced channels)»  
**IEEE Photonics Technology Letters**, Vol 13, n°1, Page 4 - 6, January 2001.
- 34) A. LEROY, H. HELMERS, B. THEDREZ, S. HUBERT, P. PELOSO, S. KERBOEUF, G-H. DUAN, J. JACQUET, W. HECK, L. LABLONDE, M. BOITEL.  
 «Low-cost wavelength stabilised plug and play lasers for WDM systems in future local networks»  
**Electronics Letters**, Vol 37, n°16, Page 1012 – 1014, 2<sup>nd</sup> August 01.
- 35) Ph. SIGNORET, F. MARIN, S. VICIANI, G. BELLEVILLE, M. MYARA, J-P. TOURRENC, B. ORSAL, A. PLAIS, F. GABORIT, J. JACQUET  
 « 3.6MHz linewidth 1.55 $\mu$ m monomode vertical-cavity surface-emitting lasers »  
**IEEE Photonics Technology Letters**, Vol 13, n°4, P 269-271, April 2001.
- 36) J. JACQUET, K. SATZKE, I. RIAnt « Low Cost DWDM devices », **Alcatel Telecommunications Review** – 3<sup>rd</sup> Quarter 2001, P 181, 182, September 2001
- 37) J. JACQUET, K. SATZKE, I. RIAnt « Low Cost DWDM devices », **Elektron Journal**, The SAIEE Electronics, Computing, Information & Communication Technology Journal, Page 26 & 28, Nov/Dec 2001
- 38) Y. GOTTESMAN, E. V. K. RAO, H. SILLARD, J. JACQUET « Modelling of OLCR recorded Bragg reflectograms : evidence to a decisive role of Bragg spectral selectivity »  
**IEEE Journal of Lightwave Technology**, Vol 20, n°3, Page 489 – 493, March 2002
- 39) J-L. LECLERCQ, Ph. REGRENY, P. VIKTOROVITCH, A. BAKOUBOULA, T. BENYATTOU, I. SAGNES, G. SAINT-GIRONS, C. MERIADEC, A. MEREUTA, S. BOUCHOULE, A. PLAIS, J. JACQUET « Monolithic tunable InP-based vertical-cavity-surface emitting lasers », **Proceedings of SPIE**, Volume 4755, Page 448 – 454, April 2002
- 40) G-H. DUAN, H. HELMERS, A. LEROY, P. BROSSON, J. JACQUET « Dynamics and Performance of Hybrid Distributed Bragg Reflector Lasers Including a Chirped Fiber Grating », **Proceedings of SPIE**, Volume 4646, Page 1 – 6, June 2002
- 41) H. HELMERS, O. DURAND, G-H. DUAN, E. GOHIN, J. LANDREAU, J. JACQUET, I. RIAnt « 45nm Tunability in C-Band Obtained with External Cavity Laser Including Novel Sampled Fiber Bragg Grating », **Electronics Letters**, Vol 38, n° 24, P1535-1536, 21 November 02
- 42) M. MYARA, P. SIGNORET, J-P. TOURRENC, J. JACQUET, B. ORSAL, R. ALABEDRA  
 « Correlation between tuning section electrical noise and optical amplitude fluctuations in DBR two- and three-section tunable lasers emitting around 1.55 $\mu$ m »  
**Proceedings of SPIE**, Volume 5111, P 246- 256, May 03

- 43) M. MYARA, P. SIGNORET, J-P. TOURENC, J. JACQUET, B. ORSAL, R. ALABEDRA  
« *Electrical noise power spectrum behavior around threshold in two- or three-section tunable lasers emitting around 1.55 $\mu$ m* » **Proceedings of SPIE**, Volume 5111, P 498- 505, May 03
- 44) J-M. CAMPOS, A. DESTREZ, J. JACQUET, Z. TOFFANO, H. SILLARD,  
« *Fast Spectral Characterization of Tunable Laser Diodes* »  
**Proceedings of SPIE**, Volume 4989, P 53- 60, June 03
- 45) A. BERGONZO, J. JACQUET, D. DE GAUDEMARIS, J. LANDREAU, A. PLAIS, A. VUONG,  
H. SILLARD, T. FILLION, O. DURAND, H. KROL, A. ACCARD & I. RIANI « *Widely Vernier Tunable External Cavity Laser including a Sampled Fibre Bragg Grating with Digital Wavelength Selection* », **IEEE Photonics Technology Letters**, Vol 15, n°8, Page 1144-1146, August 2003.
- 46) M. MYARA, Ph. SIGNORET, J-P. TOURENC, B. ORSAL, R. ALABEDRA  
« *Competition noise in DBR tunable lasers* »,  
**Fluctuation and Noise Letters**, Vol 3, n°3, Page L289 – L294, Sept 2003.
- 47) BERGONZO, H. HELMERS, J. DAVID, J. LANDREAU, A. LEROY, O. DURAND, R. BRENOT,  
G-H. DUAN, J. JACQUET, « *Tuning Range Extension by Active Mode-Locking of External Cavity Laser including a Linearly Chirped Fiber Bragg Grating* », **IEEE Journal of Selected Topics in Quantum Electronics**, Vol9, n5 , P1118-1123, Nov/Dec03
- 48) J.M. CAMPOS, A. DESTREZ, J. JACQUET, Z. TOFFANO  
« *Ultra-fast optical spectrum analyser for DWDM applications* »  
**IEEE Transactions on instrumentation & measurement**, Vol53, n°1, P 124-129, February 04
- 49) C. PLOUZENNEC, Y. GOTTESMAN, E. V. K. RAO, H. SILLARD, A. PLAIS, J. JACQUET  
« *Failure Mode Analysis of Photonic Components on InP using Low-Coherence Reflectometry : case of burned DBR lasers* », **IEEE Journal of Lightwave Technology**, Vol21, n12, P3434-3440, Dec. 03
- 50) H. HALBRITTER, F. RIEMENSCHNEIDER, J. JACQUET, J-G. PROVOST, I. SAGNES, P. MEISSNER « *AM and RIN of a tunable, optically pumped 1.6 $\mu$ m VCSEL* », **IEEE Photonics Technology Letters**, Vol 16, n°3, P 723 – 725, March 2004.
- 51) H. HALBRITTER, F. RIEMENSCHNEIDER, J. JACQUET, J-G. PROVOST, I. SAGNES, P. MEISSNER « *Chirp and linewidth enhancement factor of a tunable, optically pumped long wavelength VCSEL* » **Electronics Letters**, Vol 40, n°4, P , 19th February 2004
- 52) A. BERGONZO, R. BRENOT, M. PICQ, L. LE GOUZIGOU, J. JACQUET  
« *Fast wavelength switching using a digitally tunable external cavity laser* »  
**Electronics Letters**, Vol. 40, n°10, P 617 – 618, 13th May 2004
- 53) Ph. SIGNORET, M. MYARA, J-P. TOURENC, B. ORSAL, M-H. MONIER, J. JACQUET, P. LEBOUDEC, F. MARIN  
« *Bragg section effects on linewidth and lineshape in 1.55 $\mu$ m DBR tunable laser diodes* », **IEEE Photonics Technology Letters**, Vol 16, n°6, P 1429 – 1431, June 2004.
- 54) M. EL KURDI, S. BOUCHOULE, A. BOUSSEKSOU, I. SAGNES, A. PLAIS, M. STRASSNER, C. SYMONDS, A. GARNACHE, J. JACQUET  
« *Room temperature continuous-wave laser operation of electrically-pumped 1.55 $\mu$ m VCSEL* », **Electronics Letters**, Vol. 40, n°11, 27th May 2004.
- 55) M. MYARA, Ph. SIGNORET, J-P. TOURENC, J-P. PEREZ, B. ORSAL, J. JACQUET  
« *Strongly Sub-Poissonian Electrical Noise in 1.55 $\mu$ m DBR Tunable Laser Diodes* », **IEEE Journal of Quantum Electronics**, Vol 40, n°7, P 852 – 857, July 2004.
- 56) A. GUERMACHE, V. VOIRIOT, D. LOCATELLI, F. LEGRAND, B. LIGAT, R-M. CAPELLA, J. JACQUET  
« *Experimental demonstration of spatial hole burning reduction correlated to 1.48 $\mu$ m pump lasers output power improvement* »  
**IEE Electronics Letters**, accepted.
- 57) A. GUERMACHE, V. VOIRIOT, D. LOCATELLI, F. LEGRAND, B. LIGAT, R-M. CAPELLA, J. JACQUET  
« *Design Rules and Experimental Study of Slightly Flared Buried Ridge Waveguide 1480nm Pump Lasers* » **IEEE Photonics Technology Letters**, Submitted 2004.

**B – Articles présentés à des Conférences internationales : Colloques avec actes**

- 1) A. OLIVIER, D. LECLERC, C. ARTIGUE, J. JACQUET, C. PADIOLEAU  
"Low chirp 1.5 $\mu$ m DFB BH lasers"» **SIOE'02**, Cardiff (Wales), March **87**.
- 2) J-L. BEYLAT, G. BALLAND, J. JACQUET "External optical feedback effects on DFB semiconductor lasers. Theoretical analysis and experimental results"  
**14<sup>th</sup> ECOC88**, BRIGHTON (UK), p. 392-395, September 1988
- 3) M. SOTOM, D. POUGET, S. TERAL, J-M. GABRIAGUES, J. JACQUET, D. LECLERC  
"Measurement of the sensitivity of a tunable Multielectrode DFB laser to optical feedback"  
**15<sup>th</sup> ECOC89**, GOTHENBURG (Sweden), p. 559-562 ( September 1989)
- 4) J. JACQUET, M. SOTOM, O. AUDOIN, D. LECLERC, J-M. GABRIAGUES, J. BENOIT  
"Spectral bistability in multielectrode DFB lasers"  
**Photonic Switching'90**, paper 13C-30, Page 137, KOBE (Japan), April 90
- 5) M. SOTOM, G. DA LOURA, P. DOUSSIERE, B. MERSALI, J. JACQUET, G. GELLY, B. FERNIER, J.M. GABRIAGUES, N. FLAARONNING, J.O. FRORUD  
"Four-channel FDM transmission experiment at 565 Mbit/s with a semiconductor optical Amplifier"  
**16<sup>th</sup> ECOC90** - Amsterdam (Hollande), P 461-464, September 90
- 6) P. BROSSON, J.JACQUET, A. OLIVIER, A. PERALES, B. MERSALI, D. LECLERC, "Carrier induced differential refractive index and detuning effect in GaInAsP SCMOW Lasers with 3,5 and 9 Wells",  
**12<sup>th</sup> ISCLC**, IEEE Semiconductor **Laser Conference**, Davos (Suisse) Paper F-6, P 88-89, Sept. 90
- 7) J. JACQUET, A. OLIVIER, D. LECLERC, J. BENOIT, O. LEGOUZIGOU, L. LE GOUEZIGOU, J.L. LIEVIN "Thermal contribution to wavelength tunability of multi-electrode DFB Lasers"  
**OFC'91** - SAN DIEGO (USA)- Paper FB4, P 206 - February 91
- 8) D. DE BOUARD, G. DA LOURA, C. CHAUZAT, J. JACQUET, J. BENOIT, D. LECLERC, J-M. GABRIAGUES, J-B. JACOB, G. LE ROY  
"Fast optical triggering and wavelength switching using a DBR laser with a saturable absorber"  
**Photonic Switching'91**, Salt Lake City (USA), Paper WA2-1, March 91
- 9) G.H. DUAN, P. GALLION, J. JACQUET, D. LECLERC, C. LABOURIE, E. GAUMONT-GOARIN, L. LE GOUEZIGOU, F. GABORIT, P. PAGNOD  
"Fast operation of MQW bistable lasers for photonic switching applications"  
Topical meeting on **Photonic Switching 92**, Paper 2B3 - Minsk (Biélorussie), July 92
- 10) J.G. PROVOST, J. JACQUET, P. PAGNOD-ROSSIAUX, F. GABORIT, E. GAUMONT-GOARIN, C. LABOURIE, F. LEBLOND, D. SIGOGNE, L. LE GOUEZIGOU, D. LESTERLIN, D. LECLERC  
"4 Section DBR Laser for low chirp IM or FSK modulation"  
**13<sup>th</sup>**, IEEE Semiconductor **Laser Conference**, Takamatsu (Japon) Paper D-25, P 84-85, Sept. 92
- 11) B. FERNIER, P. BROSSON, D. BAYART, P. DOUSSIERE, R. BEAUMONT, F. LEBLOND, P. MORIN, G. DA LOURA, J. JACQUET, E. DEROUIN, P. GARABEDIAN "Fast (300 ps) polarization insensitive Semi-conductor optical amplifier switch with low driving current (70 mA)"  
**13<sup>th</sup> IEEE** Semiconductor **Laser Conference**, Takamatsu (Japon) Paper E-5, P 130-131, Sept. 92
- 12) D. CHIARONI, P. GAVIGNET-MORIN, J.B. JACOB, J.M. GABRIAGUES, J. JACQUET, D. DE BOUARD, G. DA LOURA, C. CHAUZAT  
"Feasibility demonstration of a 2.5 Gbit/s 16X16 ATM photonic switching matrix"  
**OFC'93** - SAN JOSE - Paper WD2, Februry 93
- 13) J. JACQUET, J.G. PROVOST, M. SOTOM, O. GAUTHERON, F. POINGT, O. LE GOUEZIGOU, D. LECLERC, C. LABOURIE, J. BENOIT  
"Flat FM response without thermal dip for an optimized two-section phase tunable DFB laser"  
**5<sup>th</sup> IPRM'93**, Indium Phosphide & Related Materials Conf., Paper WD2, P 513-516, Paris, April 93

- 14) G.H. DUAN, P. LANDAIS, P. GALLION, J. JACQUET, D. LECLERC, E. GAUMONT-GOARIN, C. LABOURIE, F. SERRE, D. BAYART, O. LE GOUEZIGOU, F. GABORIT, P. PAGNOD  
*"1 Gbit/s operation of optically triggered MQW bistable lasers incorporating a proton bombarded absorber"*  
**CLEO 93** - Paper CThH5, P 416-417, Baltimore (USA), May 1993
- 15) J. JACQUET, F. SERRE, E. GAUMONT-GOARIN, C. LABOURIE, O. LE GOUEZIGOU  
 F. GABORIT, C. FORTIN, P. PAGNOD, P. LANDAIS and G.H. DUAN " 2.5 Gbit/s optical triggering with signal reshaping using bistable laser with proton bombarded saturable absorber "  
**19<sup>th</sup> ECOC'93** - Montreux ( Switzerland ), Paper TuC6.5, P. 293-296 (Vol 2) September 93
- 16) P. OTTOLENGHI, A. JOURDAN and J. JACQUET  
*"All optical wavelength conversion with extinction ratio enhancement using a tunable DBR laser"*  
**19<sup>th</sup> ECOC'93** - Montreux ( Switzerland ), Paper TuC5.5, P. 141-144 (Vol 2), September 93
- 17) D. CHIARONI, P. GAVIGNET-MORIN, P.A. PERRIER, S. RUGGERI, S. GAUCHARD,  
 D. DE BOUARD, J-C. JACQUINOT, C. CHAUZAT, J. JACQUET, P. DOUSSIÈRE, E. GRARD  
 M. MONNOT, D. LECLERC, M. SOTOM, J-M. GABRIAGUES, J. BENOIT, J-B. JACOB  
*" Rack-mounted 2.5 GBit/s ATM Photonic Switch Demonstrator"*  
**19<sup>th</sup> ECOC'93** - Montreux ( Switzerland ), Paper ThP12.7, P. 77-80 (Vol 3 ), September 93
- 18) R. LEFEVRE, J. HOURANY, M. BILLARD, E. GRARD, M. MONNOT, A. COQUELIN, T. FILLION,  
 A. JOURDAN and J. JACQUET  
*"High speed module for wavelength encoding in Asynchronous Transfer Mode optical switching "*  
**OFC' 94** - Paper ThQ6, PP 252 - 253, San - José ( USA ), February 1994
- 19) E. GAUMONT-GOARIN, J. JACQUET, S. ADEVAH-POEUF, C. LABOURIE, O. LE GOUEZIGOU,  
 F. GABORIT, F. SERRE, C. FORTIN, G. RIPOCHE, P. PAGNOD, A. JOURDAN, P. OTTOLENGHI,  
 P. LANDAIS, G.H. DUAN "Proton bombardment technique for high speed (1 Gbit/s) 4 section bistable DBR wavelength converter"  
**6<sup>th</sup> IPRM'94** - InP and Related Materials, Paper MC4, PP 41-45, Santa - Barbara (USA) - March 94
- 20) S. GURIB, A. JOURDAN, J-G. PROVOST, J. JACQUET  
*"All optical wavelength conversion at 10 Gbit/s by injection locking in a Distributed Feedback Laser"*  
**CLEO 94** - Paper CTuT1, PP 168 - 169, Anaheim ( USA ), May 1994
- 21) S. GURIB, E. DEROUIN, G. RIPOCHE, C. LABOURIE, F. GABORIT, E. GAUMONT-GOARIN,  
 C. FORTIN, O. LEGOUEZIGOU, J. JACQUET  
*" Antireflection coated Distributed Bragg Reflector laser for all optical wavelength conversion with wavelength insensitivity and extinction ratio enhancement capability"*  
**20<sup>th</sup> ECOC'94** - Florence ( Italy ), Paper We-B-2-4, PP 651 - 654, Vol. 2, September 94
- 22) K. E. STUBKJAER, T. DURHUUS, B. MIKKELSEN, C. JOERGENSEN, R. J. PEDERSEN,  
 C. BRAAGAARD, M. VAA, S. L. DANIELSEN, P. DOUSSIÈRE, P. GARABEDIAN, C. GRAVER,  
 A. JOURDAN, J. JACQUET, D. LECLERC, M. ERMAN, M. KLENK " *Optical Wavelength Converters* "  
**20<sup>th</sup> ECOC'94** - Florence ( Italy ), Invited Paper We-B-2-1, PP 635 - 642, Vol. 2, September 94
- 23) Marko ERMAN and Joël JACQUET  
*"High speed all optical wavelength converters for photonic network applications"*  
**CLEO Europe 94**, Invited Paper - CTuE3, PP 74 - 75, Amsterdam, August-September 94
- 24) K. E. STUBKJAER, T. DURHUUS, B. MIKKELSEN, C. JOERGENSEN, S. L. DANIELSEN, M. VAA, N. VODJANI, F.  
 RATOVELOMANANA, A. ENARD, G. GLASTRE, P. PAGNOD, P. DOUSSIÈRE, P. GARABEDIAN, C. GRAVER, A.  
 JOURDAN, J. JACQUET, D. LECLERC, M. ERMAN, M. SCHILLING, W. IDLER, D. BAUMS, K. DAUB, E.  
 LACH, G. LAUBE, K. WÜNSTEL  
*" Optical Wavelength Converters and their applications "*  
**IOOC 95**, Paper ThB3-1, Vol. 3, P 54 - 55, Honk-Kong, June 1995
- 25) P. LANDAIS, G. PHAM, G. H. DUAN, C. CHABRAN, P. GALLION and J. JACQUET  
*"4 GHz all-optical clock recovery using a self-pulsating multielectrode DFB Laser "*  
**Semiconductor Lasers : Advanced Devices and Applications Topical Meeting** Keystone, Paper TuA2, P 53-55, August 1995

- 26) P. LANDAIS, G. PHAM, G. H. DUAN, C. CHABRAN, P. GALLION and J. JACQUET  
 "4 GHz all-optical clock recovery using a self-pulsating multielectrode DFB Laser"  
**21 th ECOC'95**, Vol. 2, Poster Paper We P35, P 745 - 748, Brussels (Belgium), September 95
- 27) A. PLAIS, P. SALET, C. STARCK, A. PINQUIER, E. DEROUIN, C. FORTIN, T. FILLION, J. JACQUET and F. BRILLOUET  
 "Thermal behaviour of 1.3 $\mu$ m Vertical Cavity Surface Emitting Laser"  
**8<sup>th</sup> IPRM'96** - Paper ThA1-3, P 723- 726, Schwäbisch Gmünd (Germany), April 96
- 28) S.GURIB, C.LABOURIE, E.GAUMONT-GOARIN, F.GABORIT, O.LE GOUEZIGOU, A.JOURDAN, G.SOULAGE,  
 J.JACQUET, G.LAUBE  
 "Realisation of Distributed Bragg Reflector  
 laser for polarisation independent wavelength conversion applications"  
**CLEO 96** - Paper C M F-5, PP 36 - 37, Anaheim ( USA ), June 96.
- 29) P. SALET, C. STARCK, A. PLAIS, J-L. LAFRAGETTE, F. GABORIT, E. DEROUIN, F. BRILLOUET, J.JACQUET  
 "High reflectivity semiconductor mirrors for 1.3 $\mu$ m surface emitting lasers"  
**CLEO 96** - Paper C Th K-39, PP 421 - 422, Anaheim ( USA ), June 96.
- 30) A. PLAIS, J-L. LAFRAGETTE, C. STARCK, P. SALET, F. GÉRARD, T. FILLION, J. JACQUET  
 "Operation of 2-dimensional arrays of 1.3 $\mu$ m Surface-Emitting Lasers transferred onto a Si motherboard utilizing  
 a AuSn soldering "  
**15<sup>th</sup> IEEE Semiconductor Laser Conference**, Haifa (Israel), Paper M3.4, PP 21 - 22, October 96
- 31) A. TSIGOPOULOS, V. PASCHOS, P. SALET AND J. JACQUET  
 " Numerical Modeling of long Wavelength Vertical-Cavity Surface Emitting semiconductor Lasers.  
 Part 1 : Continuous wave modeling " Presented at the **2nd GR-I International Conference on New Laser  
 Technologies and Applications** " 1-4 June 97, Ancient Opympia, Greece
- 32) L. GOLDSTEIN, C. FORTIN, P. SALET, A. PLAIS, J. JACQUET, A. ROCHER AND C. POUSSOU  
 " Metamorphic GaAs/AlAs Bragg mirrors deposited on InP for 1.3/1.5 $\mu$ m Vertical Cavity lasers "  
**Digest of IEEE/LEOS summer topical meeting**, Vertical Cavity Laser, Paper TuB4, P 49 - 50  
 Montreal, Quebec (Canada), August 97
- 33) G. ALMUNEAU, F. GENTY, L. CHUSSEAU, S. GAILLARD, N. BERTRU AND J. JACQUET  
 "AlGaAsSb/AlAsSb Bragg Mirrors on InP for 1.3 & 1.55 $\mu$ m Vertical Cavity Surface Emitting Lasers"  
**Digest of IEEE/LEOS summer topical meeting**, Vertical Cavity Laser, Paper TuB4, P 41 - 42  
 Montreal, Quebec (Canada), August 97
- 34) J. JACQUET, A. PLAIS, P. SALET, C. STARCK, C. FORTIN, J. PASQUIER, E. DEROUIN,  
 L. GOLDSTEIN  
 "Undercut Ridge  
 Structures : A Novel Approach to 1.3/1.55- $\mu$ m Vertical-Cavity Surface-Emitting Lasers"  
**23 th IOOC/ECOC'97**, Vol. 1, Paper MO4B, P159 - 162, Edimburg (UK), September 97
- 35) F. GENTY, G. ALMUNEAU, L. CHUSSEAU, S. GAILLARD, N. BERTRU AND J. JACQUET  
 " First steps towards 1.3-1.55 $\mu$ m antimonide Vertical Cavity semiconductor Lasers "  
**OSA annual meeting**, Paper WZ2, P - 126, Long Beach, California, October 1997
- 36) A. PLAIS, C. CHAUMONT, F. MALLÉCOT, F. GABORIT, D. CARPENTIER, J. JACQUET, A. LEROY,  
 J. CHARIL AND H. NAKAJIMA  
 "Integrated BRS/Ridge  
 Transmit Receive Device fabrication using well established III-V material technology"  
**10<sup>th</sup> IPRM'98**, InP and Related Materials, Paper TuP 51, P 273-275, Tsukuba (Japan), April 98
- 37) C. STARCK, A. PLAIS, E. DEROUIN, A. PINQUIER, F. GABORIT, C. FORTIN, L. GOLDSTEIN,  
 J. BOUCART, P. SALET, D. CARPENTIER AND J. JACQUET  
 "Fabrication of 1.55 $\mu$ m oxidised VCSELs  
 with top metamorphic GaAs/GaAlAs and bottom InP/InGaAsP Bragg reflectors"  
**10<sup>th</sup> IPRM'98** - InP and Related Materials, Paper WA2 - 5, P 369-372, Tsukuba (Japan), April 98
- 38) F. MALLÉCOT, H. NAKAJIMA, A. PLAIS, A. LEROY, C. CHAUMONT, D. CARPENTIER, E. DEROUIN,  
 F. GABORIT, J. JACQUET, F. DOUKHAN, Y. ARNAUDIN, V. TASSIN  
 "-29.5 dbm sensitivity value, in full-duplex operation at 155 Mbit/s of an in-line transmit-receive device"  
**24<sup>st</sup> ECOC'98** - , Paper TuD - 29, P 375 - 376, Madrid (Spain), September 98
- 39) J. BOUCART, F. GABORIT, L. GOLDSTEIN, A. PLAIS, C. FORTIN and J. JACQUET  
 " Optimisation of the metamorphic growth of GaAs for long wavelength VCSELs "  
**10<sup>th</sup> MBE Conf.** Molecular Beam Epitaxy, Paper PT4.13, p 323-324, Cannes (France), August 98

- 40) F. GENTY, G. ALMUNEAU, L. CHUSSEAU, A. WILK, S. GAILLARD, G. BOISSIER, P. GRECH, J. JACQUET  
 "Vertical cavity structures on InP and GaSb with AlGaAsSb/AlAsSb Bragg mirrors for 1.55 $\mu$ m emission"  
**10<sup>th</sup> MBE** Conf. Molecular Beam Epitaxy, Paper PT4.18, p 332-333, Cannes (France), August 98
- 41) A.V. SYRBU, V.P. IAKOVLEV, C.-A. BERSETH, O. DEHAESE, A. RUDRA AND E. KAPON,  
 C. STARCK, J. BOUCART, F. GABORIT, J. JACQUET "Room-temperature pulsed operation of 1.5 $\mu$ m triple fused  
 vertical cavity surface emitting lasers with in-situ built-in lateral current confinement",  
**16<sup>th</sup> IEEE Semiconductor Laser Conference**, Paper TuE6, PP 105-106, Nara (Japan), September 98
- 42) J. JACQUET, J. BOUCART, C. STARCK, A. PLAIS, E. DEROUIN, C. FORTIN, F. GABORIT,  
 L. GOLDSTEIN, A. PINQUIER, D. CARPENTIER, A.V. SYRBU, V.P. IAKOVLEV, C.-A. BERSETH, O. DEHAESE, A.  
 RUDRA, E. KAPON, I. SAGNES, J.C. HARMAND, J.-P. DEBRAY, R. RAJ  
 "Long wavelength InGaAsP VCSELs with GaAlAs/GaAs Bragg reflectors ",  
 Invited paper at the summer school and European Optical Society Topical Meeting on Semiconductor  
 microcavity light emitters, Monte Verità, Paper S11, Ascona (Switzerland), Sept. 98
- 43) K. STREUBEL, M. HAMMAR, F. SALMONSSON, J. BENTELL, S. RAPP, J. JACQUET, J. BOUCART,  
 C. STARCK, A. PLAIS, F. GABORIT, E. DEROUIN, N. BOUCHÉ, A.V. SYRBU, V.P. IAKOVLEV, C.-A.  
 BERSETH, A. RUDRA, O. DEHAESE, E. KAPON « Long wavelength Vertical Cavity Lasers »  
 SPIE Optoelectronics '99, International Symposium on Integrated Optoelectronic Devices, Part of **Photonics  
 West99**, Volume 3625, Paper 36, Page 65, San- José (USA), January 99
- 44) F. MALLÉCOT, H. NAKAJIMA, A. LEROY, A. PLAIS, CH. CHAUMONT, D. CARPENTIER,  
 E. DEROUIN, F. GABORIT, J. JACQUET, F. DOUKHAN,  
 " - 31 dBm sensitivity of a monolithic Transmitt-Receive-Device over wide temperature range"  
**OFC'99**, Optical Fiber Conference, Paper ThN2, Page 191 - 194, San Jose (USA), February 99
- 45) C. STARCK, J. BOUCART, A. PLAIS, N. BOUCHÉ, E. DEROUIN, A. PINQUIER, F. GABORIT,  
 J. BONNET - GAMARD, C. FORTIN, L. GOLDSTEIN, F. BRILLOUET, P. SALET, D. CARPENTIER  
 & J. JACQUET "Novel 1.55 $\mu$ m VCSELs  
 with top metamorphic GaAs/GaAlAs and bottom InP/InGaAsP Bragg reflectors  
**OFC'99**, Paper FE3, P 90 - 92, San Diego (USA), February 99
- 46) C. STARCK, J. BOUCART, A. PLAIS, N. BOUCHÉ, E. DEROUIN, A. PINQUIER, F. GABORIT,  
 J. BONNET-GUAMARD, C. FORTIN, L. GOLDSTEIN, F. BRILLOUET, P. SALET, D. CARPENTIER,  
 M.F. MARTINEAU AND J. JACQUET "1 mW CW RT  
 1.55 $\mu$ m VCSEL : Thermal and Electrical Characteristics of GaAs/AlAs metamorphic mirrors"  
**CLEO'99**, Paper CThO1, p 454 - 454, Baltimore (USA), May 99
- 47) J. BOUCART, E. DEROUIN, N. BOUCHÉ, C. STARCK, A. PLAIS, F. GABORIT, L. GOLDSTEIN,  
 C. ESCALÈRE, J. JACQUET "Implantation optimization for 1.55 $\mu$ m VCSELs"  
**11<sup>th</sup> IPRM'99**, Paper MoP05-6, Page 87 - 90, Davos (Switzerland), May 99
- 48) R. STEVENS, J-G. PROVOST, J-M. RAINSAINT, C. STARCK, C. ESCALÈRE, J. BOUCART,  
 R. SCHATZ, A. KARLSSON, A. PLAIS, N. BOUCHÉ, F. GABORIT, E. DEROUIN, J. JACQUET  
 "90 km single mode fiber transmission using 1.54 $\mu$ m Vertical Cavity Laser with top metamorphic GaAs/AlAs and  
 bottom InP/InGaAsP Bragg reflectors"  
**25<sup>th</sup> ECOC'99** - , Vol. II, P 232 - 233, Nice (France), September 99
- 49) A. SHEN, J-G. PROVOST, F. DEVAUX, J. JACQUET, B. SARTORIUS, C. BORNHOLD, M. MÖHRLE  
 "All-optical clock recovery from 2.5 Gbit/s and 10 Gbit/s NRZ data"  
**25<sup>th</sup> ECOC'99** - , Vol. II, P 266 - 267, Nice (France), September 99
- 50) G. BELLEVILLE, P. SIGNORET, B. ORSAL, M. WINTREBERT-FOUQUET, A. PLAIS & J. JACQUET  
 "Electrical noise characterisation of n-type-doped Distributed Bragg Mirrors"  
**CLEO-Europe'2000**, Paper CWF66, p 220, Nice (France), June 2000
- 51) H. DEBRÉGEAS-SILLARD, A. VUONG, F. DELORME, J. DAVID, V. ALLARD, A. BODERE,  
 O. LE GOUEZIGOU, F. GABORIT, J. ROTTE, M. GOIX, J.-L. LAFRAGETTE, V. VOIRIOT, J. JACQUET  
 « DBR Module with 20 mW coupled output power over 40 channels 50 GHz spaced »  
**26<sup>th</sup> ECOC'2000**, Vol 2, P 173 - 174, Munchen (Germany), September 2000.

- 52) J. JACQUET « *Long wavelength InGaAsP VCSELs with metamorphic GaAlAs/GaAs Bragg reflectors* »  
Invited paper at the summer school and European Optical Society Topical Meeting on Semiconductor microcavity light emitters, Monte Verità, Ascona (Switzerland), October 2000.
- 53) A. LEROY, H. HELMERS, H. BISSESSUR, G. MICHAUD, C. DUCHEMIN, J-L. LAFRAGETTE, S. HUBERT, B. THEDREZ, S. RABARON, J. JACQUET, W. HECK, L. LABLONDE, M. BOITEL,  
"Less than 36 pm wavelength drift over [0 - 50°] range with low cost plug and play lasers with a-thermal wavelength selection in the connector »  
**OFC'2001**, Paper WC6, Anaheim (Californie-USA), Mars 2001
- 54) H. HELMERS, A. LEROY, H. BISSESSUR, S. KERBOEUF, V. VOIRIOT, S. HUBERT, J-M. HAYANO, P. PELOSO, B. THEDREZ, G.H. DUAN, J. JACQUET, W. HECK, L. LABLONDE, M. BOITEL  
« *41pm wavelength stability and near-zero transmission penalty over [0-70°C] range with low-cost lasers featuring wavelength selection in the connector* »  
**ECIO'01**, Paper FrB2 .4, P 458 – 461, Paderborn (Germany), April 2001
- 55) F. MALLECOT, MF. MARTINEAU, A. PLAIS, C. CHAUMONT, J. JACQUET, A. LEROY, F. DOUKHAN, Y. ARNAUDIN, V. TASSIN, J. HARARI, F. LAUNE, M. JOSSO  
« *PIC transceiver module development for FSAN applications* » **OHAN/FSAN'01** International workshop on Optical Hybrid Access Networks, Paper 6.6, Yokohama (Japan), April 2001
- 56) J. JACQUET, A. LEROY, G.-H. DUAN, H. HELMERS, « *low cost WDM lasers for MAN applications* »  
**IOOC-OECC 2001**, Invited Paper THP, P630-631, Sydney Australia, July 2001
- 57) G. BELLEVILLE, B. ORSAL, P. SIGNORET, R. ALABEDRA, and J. JACQUET  
« *Intensity Optical Noise in low and medium frequency range of 0.85 and 1.55 μm VCSELs* »  
**16th ICNF 2001** - International Conference on Noise in Physical Systems and 1/f fluctuations -, Gainesville (Florida), Page : 299-302, 22-25 October 2001
- 58) B. ORSAL, G. BELLEVILLE, P. SIGNORET, R. ALABEDRA, M. WINTREBERT-FOUQUET, J. JACQUET « *Electrical Noise Characterization of N-type-doped Distributed Bragg Mirrors* »  
**16th ICNF 2001** - International Conference on Noise in Physical Systems and 1/f fluctuations -, Gainesville (Florida), Page : 323-326, 22-25 October 2001,
- 59) F. MALLECOT, A. LEROY, A. PLAIS, C. CHAUMONT, MF. MARTINEAU, J. JACQUET, A. LEROY, F. DOUKHAN, Y. ARNAUDIN, V. TASSIN, J. HARARI, F. LAUNE, M. JOSSO  
" *Low cost PIC transceiver TO can modules fulfilling FSAN specifications* "  
**OFC'02** Optical Fiber Communications, Paper ThF8, P 424 – 425, Anaheim (USA), Mars 2002
- 60) A. BERGONZO, H. HELMERS, J. DAVID, J. LANDREAU, A. LEROY, O. DURAND, R. BRENOT, G-H. DUAN, J. JACQUET  
« *Over 27nm Tuning Range by Modelocking of External Cavity Laser Including a Linearly Chirped Fiber Bragg Grating* » **SIOE'02**, Cardiff (Wales), March 02.
- 61) J-L. LECLERCQ, Ph. REGRENY, P. VIKTOROVITCH, A. BAKOUBOULA, T. BENYATTOU, I. SAGNES, G. SAINT-GIRONS, C. MERIADEC, A. MEREUTA, S. BOUCHOULE, A. PLAIS, J. JACQUET  
« *Monolithic tunable InP-based vertical-cavity-surface emitting lasers* »  
**Microfabrication, Integration and Packaging Conference**, Nice (France), Avril 02.
- 62) F. RIEMENSCHNEIDER, H. HALBRITTER, G. HESS, J. JACQUET, A. PLAIS, J. SIGMUND, P. MEISSNER, « *Electro-thermally tunable dielectric mirror membranes for optical filters and VCSELs* »  
**28th ECOC'02**, Paper P2.3, Copenhagen (Denmark), September 02.
- 63) H. DEBREGEAS-SILLARD, A. PLAIS, J. DAVID, A. VUONG, O. LEGOUZIGOU, J. DECOBERT, D. HERRATI, F. HOUE, C. SERRANO, P. DOUSSIERE, J. JACQUET  
« *Long-term Reliable Tapered 3-Section DBR with 20mW – 15.5nm fast tuning* »  
**28th ECOC'02**, Copenhagen (Danemark), September 02
- 64) A. BERGONZO, H. HELMERS, J. DAVID, J. LANDREAU, A. LEROY, O. DURAND, R. BRENOT, G-H. DUAN, J. JACQUET  
« *Over 27nm Tuning Range by Modelocking of External Cavity Laser Including a Linearly Chirped Fiber Bragg Grating* »  
**18th IEEE Laser Conference**, Paper TuB6, Garmisch-Partenkirchen (Germany), October 02

- 65) A. BERGONZO, J. JACQUET, D. DE GAUDEMARIS, J. LANDREAU, A. PLAIS, A. VUONG, H. SILLARD, T. FILLION, O. DURAND, A. ACCARD, H. KROL, I. RIANI  
 « *A very simple and efficient widely tunable sampled fiber Bragg grating external cavity laser* »  
**OFC'03**, Paper ThF3, Atlanta (USA), March 03
- 66) H. DEBREGEAS-SILLARD, A. PLAIS, A. VUONG, TH. FILLION, D. LOCATELLI, J. DECOBERT, D. HERRATI, P. DOUSSIÈRE, J. JACQUET  
 « *Tunable Semi-Conductor Lasers for Telecommunications Applications* »  
**ECIO'03**, Invited Paper, Paper ThA2, Vol. 2, Page 101–112, Prague (Republique Tchèque), April 03
- 67) G.-H. DUAN, C. GOSSET, B. LAVIGNE, R. BRENOT, B. THEDREZ, J. JACQUET, O. LECLERC  
 « *40 GHz all-optical clock recovery using polarization-insensitive distributed Bragg reflectors lasers* »  
**ECIO'03**, Paper ThA2-6, Vol. 1, Page 175 – 178, Prague (Republique Tchèque), April 03
- 68) G.-H. DUAN, C. GOSSET, B. LAVIGNE, R. BRENOT, B. THEDREZ, J. JACQUET, O. LECLERC  
 « *40 GHz all-optical clock recovery using polarization-insensitive distributed Bragg reflectors lasers* »,  
**CLEO'03**, Paper CThQ5, Page 1738-1740, Baltimore (USA), May 03
- 69) M. MYARA, P. SIGNORET, J.-P. TOURRENC, J. JACQUET, B. ORSAL, R. ALABEDRA  
 « *Correlation between tuning section electrical noise and optical amplitude fluctuations in DBR two- and three-section tunable lasers emitting around 1.55 $\mu$ m* »  
**FNS'03**, Santa Fé, Juin 03
- 70) M. MYARA, P. SIGNORET, J.-P. TOURRENC, J. JACQUET, B. ORSAL, R. ALABEDRA  
 « *Electrical noise power spectrum behavior around threshold in two- or three-section tunable lasers emitting around 1.55 $\mu$ m* »  
**FNS'03**, Santa Fé, Juin 03
- 71) M. MYARA, P. SIGNORET, J.-P. TOURRENC, B. ORSAL, R. ALABEDRA, J. JACQUET  
 « *SMSR revealed by TEN measurements in DBR tunable lasers* »  
**ICNF** – International Conference on Noise in Physical System and 1/f Fluctuation, Prague, Août 2003
- 72) BERGONZO, R. BRENOT, D. LOCATELLI, J. LANDREAU, A. VUONG, J.-L. LAFRAGETTE, O. DURAND and J. JACQUET, «12-  
*Channels 200 GHz-Spacing digitally tunable external cavity laser with fast wavelength switching*»  
**29<sup>th</sup> ECOC-IOOC'2003**, Vol 4, Paper Th1.2.5, Page 888-889, Rimini (Italy), September 03.
- 73) A. PLAIS, H. DEBREGEAS-SILLARD, D. LOCATELLI, A. VUONG, T. FILLION, C. DUCHEMIN, J. JACQUET, P. DOUSSIÈRE  
 « *Optimisation of DBR-tunable laser performances by mean of an integrated amplifier* »  
**Photonics in Switching 03**, Paper PS.Mo.A2, Page 14 – 16, Paris (France), September 03.
- 74) G.-H. DUAN, B. LAVIGNE, O. LE GOUEZIGOU, R. BRENOT, C. GOSSET, J. RENAUDIER, B. THEDREZ, J. JACQUET, O. LECLERC « *Optical Clock recovery for all-optical regeneration* »  
**Photonics in Switching 03**, Paper PS.Tu.A6, Page 116 – 118, Paris (France), Septembre 03.
- 75) J.-M. CAMPOS, A. DESTREZ, J. JACQUET, Z. TOFFANO  
 « *Ultra-fast spectral analysis of DBR laser diodes* »,  
**Photonics in Switching 03**, Paper PS.Mo.A3, Page 17 – 19, Paris (France), Septembre 03.
- 76) A. BERGONZO, R. BRENOT, M. PICQ, O. LE GOUEZIGOU and J. JACQUET  
 « *Fast wavelength switching using a digitally tunable external cavity laser* »  
**Photonics in Switching 03**, Paper PS.Mo.A4, Page 20 – 22, Paris (France), Septembre 03.
- 77) J.-M. CAMPOS, A. DESTREZ, J. JACQUET, Z. TOFFANO, H. SILLARD  
 « *Fast Spectral Characterization of Tunable Laser Diodes* »  
**Photonics West'03**, Volume 4989, Paper 14, Page 355, San Diego (USA), January 03
- 78) M. STRASSNER, P. REGRENY, S. BOUCHOULE, N. CHITICA, I. SAGNES, J. JACQUET, J.-L. LECLERCQ  
 « *1.55 $\mu$ m VCSELs with InP/air-gap distributed bragg reflectors* »  
**16<sup>th</sup> IPRM'04**, Paper FA2 – 2, Page 700 – 703, Kagoshima (Japan), May – June 04
- 79) H. HALBRITTER, F. RIEMENSCHNEIDER, P. MEISSNER, J. JACQUET, J.-G. PROVOST, C. SYMONDS, I. SAGNES  
 « *Chirp Characteristics of a tunable, optically pumped VCSEL* »  
**CLEO'04**, Paper CtuAA5, San Francisco, May 04.

- 80) S. BOUCHOULE, J-L. LECLERCQ, Ph REGRENY, I. SAGNES, J. JACQUET, A. PLAIS, M. STRASSNER, F. POINGT  
*"InP-based wavelength tunable monolithic VCSEL structure with InP/air -gap top mirror compatible with a single epitaxy step."*  
**Photonics Europe**, Paper 5453 – 24, Strasbourg (France), Avril 04
- 81) V. VOIRIOT, A. GUERMACHE, N. BOUCHE, D. LOCATELLI, F. LEGRAND, B. LIGAT, R-M. CAPELLA, J. JACQUET «  
*1-W Fiber Coupled InGaAsP/InP 14xx Pump Laser* »  
**30<sup>th</sup> ECOC'04**, Paper Th2.4.6, Page 870 - 871, Stockholm (Sweden), September 04
- 82) A. GUERMACHE, V. VOIRIOT, J. JACQUET *«Experimental demonstration of output power Improvement of 1.48μm pump lasers by spatial hole burning reduction»*  
**Photonics West 05**, papier accepté pour présentation orale

## C – Articles présentés à des conférences nationales ou Workshops internationaux – Colloques sans actes

- 1) J. JACQUET, P. BROSSON, J. BENOIT *"Etude théorique d'un laser à trois sections permettant une émission monomode continûment accordable en longueur d'onde"*  
9<sup>ème</sup> JNOG'88 Journées Nationales d'Optique Guidée - Lannion - P 88-89 - Mars 88
- 2) J-L. BEYLAT, G. BALLAND, J. JACQUET *"Analyse théorique et expérimentale de la sensibilité à la réalimentation optique des lasers à contre-réaction distribuée (DFB)"*  
9<sup>ème</sup> JNOG'88, Journées Nationales d'Optique Guidée - Lannion - p. 82-83, Mars 1988
- 3) P. BROSSON, J. JACQUET, J. BENOIT *"Tunable Multi-section DFB laser"*  
1988 Workshop Laser - ECOC, Tampere ( Finland ), September 88
- 4) J. JACQUET, M. SOTOM, D. LECLERC, J.M. GABRIAGUES, J. BENOIT  
*"Bistabilité en longueur d'onde commandée optiquement dans un laser DFB multielectrode"*  
10<sup>ème</sup> JNOG'89, Journées Nationales d'Optique Guidée - Jouy en Josas - P 79-80 - Août 89
- 5) J. JACQUET, F. POINGT, O. LE GOUEZIGOU, F. LEBLOND, C. LABOURIE, D. LECLERC  
*"Réponse en modulation de fréquence de laser DFB à 2 électrodes"*  
11<sup>ème</sup> JNOG'90, Journées Nationales d'Optique Guidée - GRENOBLE - P 84-86 - Octobre 90
- 6) D. LECLERC, D. LESTERLIN, J. JACQUET, F. LEBLOND, D. DE BOUARD, C. CHAUZAT, E. GAUMONT, C. LABOURIE, P. PAGNOD, F. GABORIT, D. BAYART and J.G. PROVOST  
*"Multielectrode DFB and multisection DBR LDs as tunable sources"*  
Cost 240 Workshop, Roma ( Italy ), May 92
- 7) F. SERRE, R. GUILLOTEAU, E. GAUMONT-GOARIN, C. LABOURIE, P. PAGNOD, F. GABORIT, O. LE GOUÉZIGOU, C. FORTIN, J. JACQUET, G.H. DUAN, P. LANDAIS, P. GALLION  
*"Déclenchement optique a 2.5 Gbit/s d'un laser à semi-conducteur bistable, à absorbeur saturable protoné, sans erreur de transmission »"*  
13<sup>ème</sup> JNOG'93, Journées Nationales d'Optiques Guidées, Page 31, Marseille, May 93
- 8) D. BAYART, R. J. SIMES, J. Y. EMERY, C. STARCK, P. AUBERT, D. LESTERLIN, E. GAUMONT-GOARIN, C. LABOURIE, J. JACQUET  
*"Réalisation d'une conversion en longueur d'onde à fort taux d'extinction à 2,5 Gbit/s avec un laser DBR à multi-puits quantiques contraints émettant à 1,55  $\mu\text{m}$ "*  
13<sup>ème</sup> JNOG'93, Journées Nationales d'Optiques Guidées, Page 32, Marseille, May 93
- 9) G-H. DUAN, P. LANDAIS, J. JACQUET  
*"Dynamics and turn-on jitter of tunable bistable semi-conductor DBR Lasers"*  
1993 Workshop Laser ECOC, Rigi-Kaltbad, Switzerland, 9-11 Septembre 1993
- 10) J. JACQUET, D. BAYART, A. JOURDAN, P. OTTOLENGHI, E. GAUMONT-GOARIN, C. STARCK, J-Y. EMERY, C. LABOURIE, P. PAGNOD-ROSSIAUX and F. GABORIT  
*"Wavelength conversion with signal regeneration using tunable DBR lasers"*  
1993 Workshop Laser ECOC, Rigi-Kaltbad, Switzerland, 9-11 Septembre 1993
- 11) J. JACQUET, S. ADEVAH-POEUF, F. SERRE, E. GAUMONT, C. LABOURIE, O. LEGOUZIGOU, F. GABORIT, C. FORTIN, G. RIPOCHE, C. STARCK, P. LANDAIS, G.H. DUAN, "*Wavelength conversion with signal reshaping using bistable laser with proton bombarded saturable absorber"*  
RACE/COST 240 Workshop on wavelength Processing devices, Marcoussis (France), October 93
- 12) P. OTTOLENGHI, A. JOURDAN and J. JACQUET  
*"All optical wavelength conversion in semiconductor optical amplifier and DBR laser"*  
RACE/COST 240 Workshop on wavelength Processing devices, Marcoussis (France), October 93
- 13) D. DE BOUARD, C. CHAUZAT, J. JACQUET and J.C. JACQUINOT  
*"Realisation of the Wavelength converter block for a 4X4 2.5 Gbit/s switching matrix"*  
RACE/COST 240 Workshop on wavelength Processing devices, Marcoussis (France), October 93

- 14) J. HOURANY, R. LEFEVRE, M. BILLARD, D. DE BOUARD, E. GRARD and J. JACQUET  
 "High speed module for wavelength converter in ATM optical switching "  
**RACE/COST 240 Workshop** on wavelength Processing devices, Marcoussis (France), October 93
- 15) E. GRARD, M. MONNOT, A. COQUELIN, T. THOUVENOT, T. FILLION, J. JACQUET,  
 M. BILLARD, J. HOURANY and R. LEFEVRE  
 "High speed module for wavelength encoding in Asynchronous Transfer Mode optical switching "  
 RACE Project Line : Optical Networks, **Workshop on Optoelectronic component packaging** and fiber-waveguide coupling techniques, Brussels, January 94
- 16) Joël JACQUET "Translateurs de longueur d'onde à base de structures à semiconducteurs III - V"  
 Papier invité aux **5èmes JNMO'94**, Journées Nationales de microélec.et d'optoélec., Lyon, Juin 94
- 17) G. PHAM, P. LANDAIS, G. H. DUAN, C. CHABRAN, J. JACQUET et P. GALLION  
 "Récupération d'horloge à 4 GHz avec un laser DFB autopulsant ayant une grande différence de longueur d'onde avec le laser pompe"  
**15 èmeJNOG'95**, Journées Nationales d'Optiques Guidées, Page 45, Palaiseau, Novembre 95
- 18) G. ALMUNEAU, F. GENTY, G. BOISSIER, S. GAILLARD, L. CHUSSEAU, C. ALIBERT, P. SALET,  
 J. JACQUET "Réalisation de miroirs de Bragg AlAsSb/GaAsSb sur InP"  
**5èmes Journées de la Matière Condensée**, Orléans, 28-30 Août 1996
- 19) L. CHUSSEAU, F. GENTY, G. ALMUNEAU, J.-P. MALZAC, C. ALIBERT, P. SALET, J. JACQUET  
 "(Al)GaAsSb/AlAsSb Bragg mirrors for 1.5 $\mu$ m use" **1996 Workshop Laser ECOC**, European Semiconductor Laser and Amplifier Workshop, Lillehammer, 19-21 Sept. 1996
- 20) G. PHAM, P. LANDAIS, G. H. DUAN, C. CHABRAN, J. JACQUET et P. GALLION  
 "Etude théorique et expérimentale des propriétés de la synchronisation de lasers autopulsants"  
**16 ème JNOG'96**, Papier n° 72, Page 225 - 227, Nice, Octobre 96
- 21) F.GENTY, G.ALMUNEAU, L.CHUSSEAU, C.ALIBERT, J.P.MALZAC, P.SALET, J.JACQUET  
 « Miroirs de Bragg à haut pouvoir réflecteur GaAsSb/AlAsSb pour lasers à semiconducteurs à cavité verticale émettant à 1,5  $\mu$ m » **16ème JNOG'96**, Papier n° 71, Page 222-224, Nice, 28-30 Oct. 96
- 22) Joël JACQUET "Développements récents dans le domaine des lasers à émission par la surface"  
 Papier invité aux **6èmes JNMO'97**, Journées Nationales Microélec et Optoélec, Chantilly, Jan. 97
- 23) G. ALMUNEAU, F. GENTY, L. CHUSSEAU, J-P. MALZAC, P. SALET et J. JACQUET  
 "Miroir de Bragg AlGaAsSb / AlAsSb sur InP de Pouvoir Réflecteur  $\geq 95\%$  à 1,4  $\mu$ m"  
**6èmes JNMO'97**, Papier  $\mu$ CAV-2, P 246-247, Chantilly, Janvier 97
- 24) F. GENTY, G. ALMUNEAU, L. CHUSSEAU, P. GRECH et J. JACQUET  
 " Croissance des antimoniures du système,AlGaAsSb en accord de maille sur InP : Application aux miroirs de Bragg ",  
 St Aygulf, 1997
- 25) J. JACQUET, C. STARCK, K. WOODBRIDGE, S. HAYWOOD, K. STREUBEL, A. KARLSSON,  
 R. RAJ, J-C. HARMAND, B. DHOEDT, S. GOEMAN, J. MAEHNSS, J. JOOS, A. RUDRA,  
 C. A. BERSETH, V. PASCHOS, A. TSIGOPOULOS  
 "ACTS ACO24 Project, VERTICAL : VERTical cavity laser Technology for InterConnection and Access Links"  
**MEL ARI OPTO Workshop**, Zürich, October 1997
- 26) J. JACQUET, A. PLAIS, S. HAYWOOD, K. WOODBRIDGE, M. HAMMAR, K. STREUBEL, R. RAJ,  
 J-L. OUDAR, S. GOEMAN, B. DHOEDT, J. JOOS, J. MAEHNSS, A. RUDRA, C-A. BERSETH,  
 V. PASCHOS AND A. TSIGOPOULOS  
 "VERTICAL : Progress on long wavelength VCSELs as low cost sources for the access networks"  
**ACTS Photonics Domain and Horizon Workshop**, Components for the local access network, Brussels, 10 Dec. 97
- 27) F. GENTY, G. ALMUNEAU, L. CHUSSEAU, A. WILK, G. BOISSIER, P. GRECH and J. JACQUET  
 "AlGaAsSb based on Bragg Mirrors and microcavities for 1.3 $\mu$ m and 1.55 $\mu$ m"  
 General Conference of the Condensed Matter Division (European Society of Physic)  
 Présenté au congrès de la SFP, **6èmes Journées de la Matière Condensée**, Grenoble, Août 98

- 28) J. BOUCART, C. STARCK, F. GABORIT, C. FORTIN, L. GOLDSTEIN, N. BOUCHÉ, A. PLAIS, E. DEROUIN, D. CARPENTIER, J. JACQUET AND F. BRILLOUET  
*"Laser à cavité verticale à émission par la surface métamorphique avec injection par jonction tunnel fonctionnant en continu à température ambiante "*  
**18<sup>ème</sup> JNOG'98**, Journées Nationales d'Optique Guidée, PP 251-253, Paris, October 98
- 29) J. JACQUET, J. BOUCART, C. STARCK, A. SYRBU, A. RUDRA, C. A. BERSETH, M. HAMMAR, S. RAPP, A. KARLSSON, I. SAGNES, J.C. HARMAND, R. RAJ, S. GOEMAN, B. DHOEDT, R. BAETS, S. HAYWOOD, V. PASCHOS, J. MAEHNSS  
*"Main achievements and perspectives of the VERTICAL projec"t*  
**ACTS Photonics Domain and Horizon Workshop**, Brussels (Belgium), November 98
- 30) J. BOUCART, N. BOUCHÉ, C. STARCK, E. DEROUIN, A. PLAIS, F. GABORIT, L. GOLDSTEIN, D. CARPENTIER, J. JACQUET *Laser 1,55  $\mu\text{m}$  à émission par la surface émettant 1 mW en continu à 20°* **7<sup>ème</sup> JNMO'99**, Paper 73, Page E 13 - E 14, Egat (France), January 99
- 31) J. JACQUET, R. STEVENS, J. BOUCART, C. STARCK, A. PLAIS, N. BOUCHÉ, R. SCHATZ, A. KARLSSON  
*"Long Wavelength VCSEs : ACTS Vertical and other results"*  
**ACTS Photonics Domain and Horizon Workshop**, Brussels (Belgium), 5 May 99
- 32) Y. GOTTESMAN, E. V. K. RAO, H. SILLARD, J. JACQUET, F. DELORME  
*« Application de la réflectométrie à faible cohérence aux réseaux de Bragg : mise en évidence de l'influence des propriétés spectrales »*  
**20<sup>ème</sup> JNOG'2000**, Papier A37, Page 277-279, Toulouse, Nov. 2000
- 33) G. BELLEVILLE, P. SIGNORET, B. ORSAL, J. JACQUET  
*"Analyse du bruit optique en basse et moyenne fréquence de diodes lasers à émission par la surface émettant à 1,55  $\mu\text{m}$ "*  
**8<sup>ème</sup> JNMO'01**, Paper E12, Aussois (France), January 01
- 34) J-L. LECLERCQ, P. REGRENY, P. VIKTOROVITCH, I. SAGNES, A. PLAIS, J. JACQUET  
*"Laser 1,55  $\mu\text{m}$  à émission par la surface accordable en longueur d'onde"*  
**8<sup>ème</sup> JNMO'01**, Paper C7, Aussois (France), January 01
- 35) C. PROTT, F. RÖMER, J. DALEIDEN, S. IRMER, M. STRASSNER, N. CHITICA, J. JACQUET, H. HILLMER  
*" Vertical Cavity Devices for DWDM "* **Workshop ECIO'01**, Paderborn (Germany), April 01
- 36) J-M. CAMPOS, A. DESTREZ, J. JACQUET, H. SILLARD, T. ZENO  
*« Contrôle Spectral Rapide et Précis des Diodes Laser Accordables pour Transmissions DWDM par Fibre Optique »*  
**JNOG'02**, Journées Nationales d'Optique Guidée, Page 292 - 294, Dijon, Septembre 02
- 37) J-M. CAMPOS, A. DESTREZ, J. JACQUET, Z. TOFFANO  
*« Variation de la largeur de mode et du paramètre a de Henry dans les structures diodes laser DBR à deux sections à puits quantiques accordables à large bande »*  
**JNOG'03**, Journées Nationales d'Optique Guidée, PaperA10CAM09, Valence, Septembre 03
- 38) J-M. CAMPOS, A. DESTREZ, J. JACQUET, Z. TOFFANO  
*"Analyse spectrale ultra rapide des diodes lasers accordables dans les liaisons WDM"*  
**C2I – 2004**, Papier C2I- 2004 – 008, Tome 2, Page 91, Cachan (France), Janvier 2004
- 39) A. GUERMACHE, V. VOIRIOT, N. BOUCHE, D. LOCATELLI, F. LEGRAND, B. LIGAT, R-M. CAPELLA, J. JACQUET  
*"Laser de Pompe pn/BH 1.48 $\mu\text{m}$  à guide MMI 1x1 actif "*  
**10<sup>ème</sup> JNMO'04**, Montpellier (France), June 04
- 40) A. AKWOUÉ ONDO, L. CHUSSEAU, J. JACQUET  
*"Génération à 1.55 $\mu\text{m}$  d'un battement accordable jusqu'à 1 THz pour la synchronisation d'un oscillateur TéraHertz "*  
**10<sup>ème</sup> JNMO'04**, Poster présenté, Montpellier (France), June 04
- 41) P. SIGNORET, M. MYARA, J-P. TOURRENC, B. ORSAL, J. JACQUET  
*"Influence de la zone de Bragg sur le spectre optique des lasers accordables à DBR émettant autour de 1.55 $\mu\text{m}$  "*  
**10<sup>ème</sup> JNMO'04**, Poster E-1, Page 201 - 202, Montpellier (France), June 04
- 42) M. MYARA, P. SIGNORET, J-P. TOURRENC, J-P. PEREZ, B. ORSAL, J. JACQUET  
*" Bruit électrique fortement sous-poissonien dans les lasers accordables à DBR émettant autour de 1.55 $\mu\text{m}$  "*  
**10<sup>ème</sup> JNMO'04**, Poster E-2, Page 203 - 204, Montpellier (France), June 04

- 43) M. KURDI, A. BOUSSEKSOU, S. BOUCHOULE, I. SAGNES, M. STRASSNER, A. PLAIS, J. JACQUET, K. MERGHEM, M-D. SALIK  
"Sources laser à cavité verticale externe pompées électriquement sur InP pour l'émission à  $1.55\mu\text{m}$  (EP – VECSEL)"  
**10<sup>ème</sup> JNMO'04**, Poster E-8, Page 201 - 202, Montpellier (France), June 04
- 44) M. MYARA, P. SIGNORET, J-P. TOURENC, B. ORSAL, J. JACQUET  
"Excès de bruit en  $1/f$  dû à l'injection dans les zones passives des lasers accordables émettant autour de  $1.55\mu\text{m}$  "  
**Workshop Action Spécifique Bruit**, June 04
- 45) A. DESTREZ, J-M. CAMPOS, Z. TOFFANO, J. JACQUET  
« Caractérisation spectrale ultra rapide de diodes laser »  
**JNOG'04**, Journées Nationales d'Optique Guidée, Paper B13, Paris, Octobre 04
- 46) A. GUERMACHE, V. VOIRIOT, D. LOCATELLI, F. LEGRAND, B. LIGAT, J. JACQUET  
« Laser de pompe à cavité évasée pour amplification Raman »  
**JNOG'04**, Journées Nationales d'Optique Guidée, Paper 301, Paris, Octobre 04

**D - Séminaires**

- 1) Joël JACQUET " *Characterization of three electrodes DFB laser* ":  
Séminaire donné à **STL ( Harlow - London )**, 5 Juillet 1989
- 2) Joël JACQUET " *Détermination du coefficient de couplage  $Kappa$  des lasers DFB et Phase-Shift par la méthode de la ' Stop - Band ' "* :  
Séminaire interne à **Alcatel**, 13 Juillet 1990
- 3) Joël JACQUET " *Characterization of Phase Tunable DFB laser* ":  
Séminaire donné au **CSELT, Turin** (Italie), Septembre 90
- 4) Joël JACQUET " *Thermal contribution to wavelength tunability of multi-electrode DFB Lasers* ":  
2 Séminaires donnés à **UCSB, Santa Barbara et ATT, Murray Hill (USA)**, Mars 91
- 5) Joël JACQUET " *Design, fabrication and characterisation of 4 section tunable DBR laser* ":  
4 Séminaires donnés à **Tokyo (Hitachi, Fujitsu, NTT and NEC) , Japan**, September 92.
- 6) Joël JACQUET " *Le translateur en longueur d'onde* "  
Séminaire interne à **Alcatel**, 1er Octobre 1993
- 7) Joël JACQUET " *Le translateur en longueur d'onde : un composant clef pour les applications de commutation optique* "  
Séminaire donné à **l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne ( EPFL )**, 18 Janvier 1994
- 8) Joël JACQUET " *Nouveau composant étudié en 95 : le transceiver* "  
Séminaire interne à **Alcatel**, 17 Février 1995
- 9) PAUL SALET et Joël JACQUET " *Le VCSEL : Premiers résultats et perspectives (Micro-cavité, modulateur, filtre...)* "  
Séminaire interne à **Alcatel**, 19 Mai 1995
- 10) Joël JACQUET " *Récupération d'horloge avec un laser multisection* "  
Séminaire interne à **Alcatel**, 06 Octobre 1995
- 11) Joël JACQUET " *Présentation du programme européen VERTICAL* "  
Séminaire interne à **Alcatel**, 19 Janvier 1996
- 12) Joël JACQUET " *1.3 $\mu$ m VCSELS with dielectric or semiconductor bottom Bragg mirrors* ":  
2 Séminaires donnés à **UCSB, Santa Barbara et UCLA, Los Angelès (USA)**, May 96
- 13) Joël JACQUET " *0,85 – 0,98  $\mu$ m VCSELS : avantages, performances et applications systèmes* "  
Séminaire interne à **Alcatel**, 14 Février 1997
- 14) Joël JACQUET " *Lasers pour réseaux multicolores sans contrôle de température* "  
Séminaire interne à **Alcatel**, 01 Mars 2001

## E – Papiers invités

- 1) K. E. STUBKJAER, T. DURHUUS, B. MIKKELSEN, C. JOERGENSEN, R. J. PEDERSEN, C. BRAAGAARD, M. VAA, S. L. DANIELSEN, P. DOUSSIÈRE, P. GARABEDIAN, C. GRAVER, A. JOURDAN, J. JACQUET, D. LECLERC, M. ERMAN, M. KLENK " *Optical Wavelength Converters* " **20 th ECOC'94** - Florence ( Italy ), Invited Paper We-B-2-1, PP 635 - 642, Vol. 2, September 94
- 2) Marko ERMAN and Joël JACQUET  
"High speed all optical wavelength converters for photonic network applications"  
**CLEO Europe 94**, Invited Paper - CTuE3, PP 74 - 75, Amsterdam, August-September 94
- 3) J. JACQUET, J. BOUCART, C. STARCK, A. PLAIS, E. DEROUIN, C. FORTIN, F. GABORIT, L. GOLDSTEIN, A. PINQUIER, D. CARPENTIER, A.V. SYRBU, V.P. IAKOVLEV, C.-A. BERSETH, O. DEHAESE, A. RUDRA, E. KAPON, I. SAGNES, J.C. HARMAND, J-P. DEBRAY, R. RAJ  
" Long wavelength InGaAsP VCSELs with GaAlAs/GaAs Bragg reflectors ",  
Invited paper at the summer school and European Optical Society Topical Meeting on Semiconductor microcavity light emitters, Monte Verità, Paper S11, Ascona (Switzerland), Sept. 98
- 4) J. JACQUET  
« Long wavelength InGaAsP VCSELs with metamorphic GaAlAs/GaAs Bragg reflectors »  
Invited paper at the summer school and European Optical Society Topical Meeting on Semiconductor microcavity light emitters, Monte Verità, Ascona (Switzerland), October 2000.
- 5) H. DEBREGÉAS-SILLARD, A. PLAIS, A. VUONG, TH. FILLION, D. LOCATELLI, J. DECOBERT, D. HERRATI, P. DOUSSIÈRE, J. JACQUET  
« Tunable Semi-Conductor Lasers for Telecommunications Applications »  
**ECIO'03**, Invited Paper, Paper ThA2, Vol. 2, Page 101–112, Prague (Republique Tchèque), April 03
- 6) J. JACQUET, A. LEROY, G.-H. DUAN, H. HELMERS, « low cost WDM lasers for MAN applications »  
**IOOC-OECC 2001**, Invited Paper THP, P630-631, Sydney Australia, July 2001
- 7) Joël JACQUET "Translateurs de longueur d'onde à base de structures à semiconducteurs III - V"  
Papier invité aux **5èmes JNMO'94**, Journées Nationales de microélec.et d'optoélec., Lyon, Juin 94
- 8) Joël JACQUET "Développements récents dans le domaine des lasers à émission par la surface"  
Papier invité aux **6<sup>èmes</sup> JNMO'97**, Journées Nationales Microélec et Optoélec, Chantilly, Jan. 97

## F - Rapports d'étude

- 1) J. BENOIT, A. OLIVIER, C. ARTIGUE, J. JACQUET\*  
**Esprit 263** ( InP based Optoelectronics ), Interim Report, June 1986
- 2) J. JACQUET, C. ARTIGUE, J. BENOIT\*  
" *Etudes complémentaires sur les lasers DFB* "  
Premier Rapport , Commande ALCATEL - CIT 6V1.20791, Juillet 1986
- 3) C. ARTIGUE, P. BROSSON, J-M. GABRIAGUES, J. JACQUET, A. OLIVIER, C. PADIOLEAU,  
R. VERGNAUD, J. BENOIT  
**RACE, RDP Project 2036** , Final Report, Task 1 : Integrated Source, December 1986
- 4) J. BENOIT, C. ARTIGUE, P. BROSSON, J. JACQUET, J-P. JICQUEL, D. LECLERC,  
C. PADIOLEAU, D. SIGOGNE " *Etudes complémentaires sur les lasers DFB* "  
Rapport de synthèse final , Commande ALCATEL - CIT 6V1.20791, Janvier 1987
- 5) J. BENOIT, C. ARTIGUE, P. BROSSON, J. JACQUET  
" *Diode laser à réaction distribuée monomode à déphasage contrôlé* "  
Premier rapport d'activité, **Marché DAII** 87.35.135, Février 1988
- 6) J. BENOIT, P. BROSSON, J. JACQUET, D. LECLERC  
" *Sources / Tunable Local Oscillator : Tunable 3 section DBR lasers* "  
**RACE 1027** ( Inegrated Optoelectronics towards the coherent multichannel IBCN ),  
Deliverable n° 014, 014 - 27/LdM/CGE/DS/C/088/a<sub>1</sub>, January 1989
- 7) J-M. GABRIAGUES, M. SOTOM, J. JACQUET, V. BREUIL, P. MACAIRE, D. POUGET, S. TERAL  
" *Evaluation of tunable laser sources* "  
**RACE 1027** ( Inegrated Optoelectronics towards the coherent multichannel IBCN ),  
Deliverable n° 033, 27/LdM/CGE/DS/C/156/a<sub>1</sub>, August 1989
- 8) J. JACQUET, J. BENOIT, D. LECLERC  
" *Workpackage 3-1 : FSK Transmitter* "  
**RACE 1027** ( Inegrated Optoelectronics towards the coherent multichannel IBCN ),  
Annual Report, 27/LdM/CGE/PR/C/171/a<sub>1</sub>, August 1989
- 9) J. JACQUET, J. BENOIT, D. LECLERC  
" *Workpackage 3-2 : Wavelength Tunable Coherent Sources* "  
**RACE 1027** ( Inegrated Optoelectronics towards the coherent multichannel IBCN ),  
Annual Report, 27/LdM/CGE/PR/C/174 /a<sub>1</sub>, August 1989
- 10) J. BENOIT, D. LECLERC, J. JACQUET  
" *Sources / narrow line coherent transmitters : sources with FM response in excess of 500 MHz* "  
**RACE 1027** ( Inegrated Optoelectronics towards the coherent multichannel IBCN ),  
Deliverable n° 036, 27/LdM/CGE/DS/C/214/a<sub>1</sub>, December 1989
- 11) D. LESTERLIN, J-L. LIEVIN, J. JACQUET  
" *Work-package 3 : Tunable DBR Laser* "  
**RACE 1027** ( Inegrated Optoelectronics towards the coherent multichannel IBCN ),  
Deliverable n° 059, 27/LDM/CGE/DS/C/342/a<sub>1</sub>, February 1991
- 12) J-M. GABRIAGUES, J. JACQUET, P. OTTOLENGHI, D. DE BOUARD, M. SCHILLING,  
P. GAMBINI, G. MORTIER  
" *Report on wavelength conversion devices and wavelength converter blocks* "  
**RACE 2039 ( ATMOS : ATM Optical Switching )**,  
Deliverable n° 023, R20397/ALC/AAR/DS/L/023/b<sub>1</sub>, July 1993
- 13) J. JACQUET, S. GURIB, C. CHAUMONT, -LABOURIE, D. CARPENTIER, T. FILLION,  
E. GAUMONT-GOARIN, J-G. PROVOST, C. FORTIN, J-Y. EMERY, and P. SALET  
" *Report on summary for minimal crosstalk* " edited by J. JACQUET  
CRC / Case MR 453, Project TRD, Deliverable n° D 1.5, UCP/RT/95/128, January 1996

- 14) S. GURIB, J. JACQUET, V. COLSSON, J-G. PROVOST, C. CHAUMONT, -LABOURIE, D. CARPENTIER, E. GAUMONT-GOARIN, C. FORTIN, J-Y. EMERY, and T. FILLION, "Report on dynamics of 1.3 / 1.5 transceiver" edited by S. Gurib  
CRC / Case MR 453, Project TRD, Deliverable n° D 1.6, UCP/RT/96/002, February 1996
- 15) P. SALET, E. DEROUIN and J. JACQUET  
"Report on mirror material optimisation for VCSELs "  
CRC / Case MR 469, Project VCSEL, Deliverable n° D 11.3, UCP/RT/95/064, June 1995
- 16) P. SALET, J. JACQUET and F. BRILLOUET  
"Report on threshold current modelling of bulk VCSELs "  
CRC / Case MR 469, Project VCSEL, Deliverable n° D 11.2, UCP/RT/95/148, October 1995
- 17) J. JACQUET, P. SALET, F. BRILLOUET, K. WOODBRIDGE, R. MOTTAHEDAH, S. HAYWOOD, A. KARLSSON, K. STREUBEL, R. RAJ, J-L. OUDAR, J-C. HARMAND, R. AZOULAY, T. WIPIJEWSKI, D. SOWADA, H. Y. A. CHUNG, K. J. EBELING, A. RUDRA  
"Report on high reflectivity mirrors" edited by R. RAJ  
**ACTS AC 024 ( VERTICAL)**, Deliverable n° D111, AC024/CNET/DS/111/b<sub>1</sub>, March 1996
- 18) P. SALET, J. JACQUET, F. BRILLOUET, A. KARLSSON, K. STREUBEL, R. KUSZELEWICZ, R. RAJ, B. DHOEDT, B. DEMEULENAERE, R. BAETS, T. WIPIJEWSKI, R. MICHALZIK, D. SOWADA, H. Y. A. CHUNG, K. J. EBELING, A. TSIGOPOULOS, V. PASCHOS  
"VCSEL design and modelling" edited by A. TSIGOPOULOS, V. PASCHOS  
**ACTS AC 024 ( VERTICAL)**, Deliverable n° D211, AC024/UOA/DS/R/211/b<sub>1</sub>, March 1996
- 19) F. BRILLOUET, J. JACQUET, P. SALET, K. STREUBEL, S. RAPP, T. WIPIJEWSKI  
"Electrically pumped, pulsed 1.3/1.55  $\mu\text{m}$  VCSEL" edited by K. STREUBEL  
**ACTS AC 024 ( VERTICAL)**, Deliverable n° D212, AC024/KTH/DS/P/212/b<sub>1</sub>, May 1996
- 20) J. JACQUET "Summary of cross horizontal information" edited by J. JACQUET  
**ACTS AC 024 ( VERTICAL)**, Deliverable n° D012, AC024/AAR/DS/P/012/b<sub>1</sub>, October 1996
- 21) K. WOODBRIDGE, J. JACQUET, P. PAGNOD, C. STARCK, K. STREUBEL, J-L. OUDAR, J. MAEHNSS, J-F. CARLIN, A. RUDRA, A. SIRBU, C-A. BERSETH AND E. KAPON  
**ACTS AC 024 ( VERTICAL)**, D - 221 / "Active Layer Modeling", AC 024/UCL/DS/P/221/b<sub>1</sub>  
Edited by K. Woodbridge, February 28th, 1997
- 22) C. A. BERSETH, A. RUDRA, H. PIER, J. BEHREND, A. SIRBU, E. KAPON, S. GOEMAN, B. DHOEDT, R. BAETS, J. JACQUET, L. GOLDSTEIN, C. FORTIN, P. SALET, A. PLAIS, E. DEROUIN, T. WIPIJEWSKI, J. MAEHNSS, K. WOODBRIDGE, S. HAYWOOD, R. RAJ, J-L. OUDAR, K. STREUBEL, A. KARLSSON, M. HAMMAR  
D - 121 / "Comparison of different mirror technologies" edited by C. A. Berseth  
**ACTS AC 024 ( VERTICAL)**, AC 024/EPFL/IMO/DS/R/121/b<sub>1</sub>, May 28th, 1997
- 23) A. KARLSSON, M. HÖIJER, T. LAAJALA, H. BISSESSUR, J. JACQUET, P. SALET, R. KUSZELEWICZ, B. DEMEULENAERE D-223 / "VCSEL eigen mode modelling"  
edited by A. Karlsson, **ACTS AC 024 ( VERTICAL)**, AC 024/KTH/DS/P/223/b<sub>1</sub>, May 31st, 1997
- 24) J. MAEHNSS, J. JOOS, H.-Y. CHUNG, G. STAREEV, J. JACQUET, C. STARCK, J. BOUCART, A. PLAIS, E. DEROUIN, L. GOLDSTEIN, C. FORTIN, K. STREUBEL, S. RAPP, J. PIPREK, R. RAJ, J-L. OUDAR, C. MERIADEC, H. MOUSSA, T. RIVERA, J-F. PALMIER, J-P. DEBRAY, J-C. HARMAND, A. SIRBU, V. IAKOVLEV, C.-A. BERSETH AND E. KAPON  
D - 222 / "Electrically pumped pulsed 1.3/1.55  $\mu\text{m}$  VCSEL/comparison of different approaches.",  
**ACTS AC 024 ( VERTICAL)**, AC 024/ULM/DS/P/222/b<sub>1</sub>, Edited by J. Maehns, September 97
- 25) J. JACQUET "Summary of cross horizontal information" edited by J. JACQUET  
**ACTS AC 024 ( VERTICAL)**, Deliverable n° D021, AC024/AAR/DS/P/021/b<sub>1</sub>, October 1997
- 26) F. MALLÉCOT, C. CHAUMONT, A. LEROY, A. PLAIS, J. JACQUET  
" 1D - TRD system evaluations in laboratory and coaxial module"  
DELIVERABLE, OPTO/C/98/0012/, July 1998

- 27) A. SYRBU, C. A. BERSETH, V. IAKOVLEV, O. DEHAESE, A. RUDRA, E. KAPON, J. BOUCART, F. GABORIT, C. STARCK, J. JACQUET, M. HAMMARJ, K. STREUBEL, S. RAPP, F. SALOMONSON, J. BENTELL, S. MOGG, J. ANDRÉ, R. RAJ, J-L. OUDAR, J-C. HARMAND, I. SAGNES, J. MAEHNSS, J. JOOS, H.-Y. CHANG, G. STAREEV edited by A. Syrbu  
D 232 : "*1.55 $\mu$ m VCSELS CW RT with wafer fusion Technique*", **March 98**  
**ACTS AC 024 ( VERTICAL)**, Deliverable n° D232, AC024/EPFL/IMO/DS/R/232/b1, March 98
- 28) J. JACQUET "*Final synthesis of horizontal meetings*" edited by J. JACQUET  
**ACTS AC 024 ( VERTICAL)**, Deliverable n° D031, AC024/AAR/DS/P/031/b1, August 1998
- 29) J. JACQUET, C. STARCK, J. BOUCART, E. DEROUIN, N. BOUCHÉ, A. PLAIS, F. GABORIT, J. BONNET-GAMARD, A. SYRBU, C. A. BERSETH, V. IAKOVLEV, O. DEHAESE, A. RUDRA, E. KAPON, M. HAMMARJ, S. RAPP, R. STEVENS, F. SALOMONSON, A. KARLSSON, K. STREUBEL, I. SAGNES, R. RAJ, J-C. HARMAND, J-L. OUDAR, B. DHOEDT, S. GOEMAN, R. BAETS Edited by J. JACQUET  
D 231 : "*Electrically pumped, CW Room temperature at 1.3 $\mu$ m and 1.55 $\mu$ m VCSEL*", **January 99**  
**ACTS AC 024 ( VERTICAL)**, Deliverable n° D231, AC024/AAR/UCP/DS/I/231/b1, January 99
- 30) J. JACQUET, C. STARCK, J. BOUCART, E. DEROUIN, N. BOUCHÉ, A. PLAIS, F. GABORIT, J. BONNET-GAMARD, A. SYRBU, C. A. BERSETH, V. IAKOVLEV, O. DEHAESE, A. RUDRA, E. KAPON, M. HAMMAR, S. RAPP, R. STEVENS, F. SALOMONSON, A. KARLSSON, K. STREUBEL, I. SAGNES, R. RAJ, J-C. HARMAND, J-L. OUDAR, B. DHOEDT, S. GOEMAN, R. BAETS, S. HAYWOOD, J. MAEHNSS, V. PASCHOS Edited by J. JACQUET  
D 233 : "*Final Report on 1.3 and 1.55 $\mu$ m VCSELS*", **December 98**  
**ACTS AC 024 ( VERTICAL)**, Deliverable n° D233, AC024/AAR/UCP/DS/P/233/b1, Dec. 98
- 31) F. MALLÉCOT, C. CHAUMONT, J. JACQUET, A. LEROY, A. PLAIS  
" *1D – TRD Améliorations lasers en température / Evaluation des rubans* "  
**RNRT TANIA**, Rapport 1, DELIVERABLE D1.4 et D1.5, OPTO/C/98/0012/, Septembre 1999
- 32) J. JACQUET, V. GIRARDON, F. BAKHTI, F. LEGAL, L. LABLONDE, M. BOITEL, W. HECK, M. DOUAY, A. LEROY, H. HELMERS,  
**RNRT COLRATUR**, Rapport Final, Edité par J. JACQUET, Septembre 2000
- 33) J. JACQUET, E. GOUTAIN « *WDM System and manufacturer specification* »  
Micromechanical widely tunable VCSEL for WDM Telecommunication system  
**IST TUNVIC, Deliverable D1 / DIII – 1**, Edited by J. Jacquet, September 2000
- 34) J. JACQUET, P. MEISSNER « *Dissemination and Use Plan* »  
Micromechanical widely tunable VCSEL for WDM Telecommunication system  
**IST TUNVIC, Deliverable D3 / DIV – 1**, Edited by J. Jacquet, September 2000
- 35) J. JACQUET, F. MALLÉCOT, P. SALSAC, F. LAUNE, J. HARARI  
" *1D –TRD Rapport final* ", **RNRT TANIA**, Rapport final, Edité par J. JACQUET, Juillet 2002
- 36) P. MEISSNER, S. BOUCHOULE, H. HALBRITTER, J. JACQUET, J-L. LECLERCQ, F. RIEMENSCHNEIDER, I. SAGNES, M. STRASSNER, C. MORONVALLE, N. VODJDANI  
« *Management and progress report third year* »  
Micromechanical widely tunable VCSEL for WDM Telecommunication system  
**IST TUNVIC, Deliverable D11 / DI – 4**, Edited by P. MEISSNER, July 2003
- 37) J. JACQUET, H. HALBRITTER, J-G. PROVOST, R. BRENOT, O. GAUTHIER-LAFAYE, M. PICQ, H. SILLARD, A. PLAIS , « *WDM system performances* »  
Micromechanical widely tunable VCSEL for WDM Telecommunication system  
**IST TUNVIC, Deliverable D13 / DIII – 4**, Edited by J. Jacquet, July 2003