
Expérimentations optiques du LAAS-CNRS

C. Vergnenègre

LAAS-CNRS, Service 2i

Décembre 2003

I. LISTE DES EXPERIMENTATIONS	3
Caractérisation VCSEL	5
Vieillessement Composants	7
Réflectivité en Lumière Blanche	9
Excitation de Luminescence – Fluorures dopés Terres Rares	11
Guides Fluorures dopés Terres Rares	13
Photoluminescence Puits Quantiques GaAs et GaInAsN	15
Mesure de Gain des Diodes Laser	17
Electroluminescence	19
Optique Non Linéaire	21
Diodes LASER et Microsystèmes Optiques	23
Réseaux de diffraction	25
Caractérisation de photodecteurs	27
Optique et Micro-Ondes	29
II. MATERIEL PARTAGE DE LA SALLE DE PHOTOLUMINESCENCE	31
III. POINT SUR LA SECURITE	39
IV. ANNEXES	43
Devis APAVE	45
Fiche signalétique "Risques LASER"	49

I. Liste des expérimentations

1. OBJECTIFS :

Extraction des P(I), V(I), spectre. champs proche et lointain des VCSEL en émission LASER
Caractérisation de la sensibilité, de la réponse spectrale des VCSEL en photodétection.

2. CHERCHEURS IMPLIQUES :

V.Bardinal, T.Camps, G.Almuneau, C.Bringer

3. MATERIEL UTILISE :

Matériel spécifique utilisé	Date d'achat	Utilisation et état du matériel
Alimentation PRO8000 avec 2 modules LDC8002	2002	Bon. - Alimentation programmable (commandé par PC, soft Visual Basic.) - Evolutif : intégration commande en température possible, ou autre source de tension (6 emplacements vacants)
Ampèremètre Schlumberger Solartron 7050		en panne (Oct.03). A remplacer, en s'orientant de préférence vers un ampèremètre avec une sortie câblée pour acquisition et transfert de données
Caméra CCD SONY		Bon
Moniteur		Faux contacts intermittents
PC de commande de l'alimentation PRO8000		- Programme de commande de la rampe en tension développé en Visual Basic - Carte d'acquisition d'images Matrox avec traitement d'images associé - Pilotage du filtre Lyot du Ti:Saphir
2 Photodiodes Silicium		Matériel partagé
Alimentation tension		Bon. Sert à polariser la photodiode en inverse
Convertisseur courant/tension		
Détection synchrone 128A (n°2)	1982	Bon. Niveau du signal de sortie assez bas (entre 0 et 0.1V)
Optiques + optomécanique		- dont 2 objectifs x20 TIR neufs (2001), 1 objectif x10 (partagé) - support de lame ½ réfléchissante rouillé - polariseurs - filtres de densité optique
Source de lumière blanche fibrée		Bon
Viseur IR		Utilisation rare. Un modèle en panne, à remplacer. Solution provisoire : matériel emprunté à l'équipe Diodes Laser
Monochromateur + système d'acquisition (PC, détection synchrone 5209 (n°1), choppeur)	1983	Besoin pour spectres sur nouveaux composants, ie selon production du bâti et process salle blanche

Laser Ti:Al₂O₃ + Argon	1993	Utilisation uniquement si test des VCSEL en photodétecteurs - Argon : contrat de maintenance "Matériel". Tube changé en Fév.2003. - Ti:saphir : entretien en interne (changement et nettoyage des miroirs)
Fibres optiques : 1 multimode, 1 monomod.		Bon. Fibre monomode nécessaire pour générer un spot gaussien de petite taille (diamètre < 10µm) sur le VCSEL photodétecteur.
Traceur		bon

Remarque : le matériel noté en gras signale qu'il est partagé par plusieurs utilisateurs.

4. POSSIBILITE DE DEDOUBLEMENT / DEMENAGEMENT

Cette expérimentation très polyvalente évolue régulièrement, mais n'est pas démontée pour les besoins d'autres manipulations. L'entrée fibrée servant à la caractérisation des VCSEL en mode photodétecteur confère une souplesse d'utilisation avec le laser Ti:Saphir. En revanche, les tests en photodétection ont été peu nombreux au cours de la dernière année (environ 5 jours), pour des raisons d'indisponibilité du monochromateur utilisé dans ce cas pour l'étude d'émission/détection duale. Le matériel limitant dans ce cas n'est donc pas le laser Ti:Saphir, mais le monochromateur (matériel commun à toutes les expérimentations de cette salle, voir partie II de ce document). Pour l'étude de la photodétection seule, seul le laser Ti:saphir est nécessaire, pas le monochromateur.

Rendre la manip plus indépendante serait possible à condition de disposer :

- d'une source laser accordable sur la plage 760-920nm, avec une puissance disponible de 100 à 200mW (sortie laser),
- d'un monochromateur pour l'analyse de l'émission laser du VCSEL (matériel équivalent à l'analyseur de spectre ANDO de la salle 88).

Pour l'avenir une source laser accordable autour de 1.3µm devrait être nécessaire, avec une puissance disponible de 100 à 200mW (sortie laser), pour des caractérisations sur de nouveaux composants à venir.

Cette expérimentation peut fonctionner de manière encore plus "indépendante" si elle dispose de deux liaisons fibrées (une vers le laser Ti:Saphir, et une vers un analyseur de spectre), associées à des moyens de contrôle à distance efficaces (contrôle de la puissance du Ti:Saphir, suivi du changement de longueur d'onde,...)

5. SECURITE

La proximité de ce montage avec des sources électriques diverses peut présenter des problèmes de compatibilité électromagnétique.

L'alimentation du laser Argon présente des risques électriques.

Les VCSEL sont des sources laser de classe 3B. Aujourd'hui, il n'existe pas de connecteur du laser au circuit de la pièce ou de la porte. Les autres prescriptions sont respectées.

1. OBJECTIFS :

Cette expérimentation s'inscrit dans la phase d'étude de nouveaux moyens de testabilité des composants microélectroniques.

2. CHERCHEURS IMPLIQUES :

D.Ramis, G.Sarrabeyrouse, L.Morancho.

3. MATERIEL UTILISE :

Matériel spécifique utilisé	Date d'achat	Etat du matériel	Remarques
Laser Argon 7W	1993		
Table XYZ motorisée du cryostat	2001	1 panne d'un moteur (Oct.03). Réparation facile car fournisseur proche (Midi Ingénierie) et surtout très rapide	
PC de commande PL + détection synchrone 5209	2003 1993	Neuf. Programme de mapping développé spécifiquement en Visual Basic	a priori, pas de besoin en maintenance, ni évolution
Filtres interférentiels 514.5nm et 488nm		Filtres endommagés. A remplacer. Tenue au flux laser moyen (apparition de taches)	

4. POSSIBILITE DE DEDOUBLEMENT / DEMENAGEMENT

Cette expérimentation est a priori limitée dans le temps (fin prévue : Décembre 2003). Le matériel critique utilisé est le laser Argon. Ces tests nécessitent en effet une puissance de 1.5W aux longueurs d'onde de 488 et 514.5nm.

5. SECURITE

Au cours de ces mesures, les lunettes de protection laser Argon sont utilisées, conformément aux normes de sécurité en vigueur. Ceci est d'autant plus nécessaire que le laser Argon est utilisé en transmission directe à travers la pièce.

Les boîtiers ouverts des moteurs, ainsi que les matériels électriques divers situés sous les marbres présentent des entorses aux normes de sécurité électrique.

1. OBJECTIFS :

Ce banc de mesure a deux utilisations :

- Réflectivité sur échantillons VCSEL
- Réflectivité sur plaques de Silicium

2. CHERCHEURS IMPLIQUES :

V. Bardinal, D.Ramis

3. MATERIEL UTILISE :

Matériel spécifique utilisé	Date d'achat	Etat du matériel	Remarques
Source de lumière blanche Jobin-Yvon	2001	Source approvisionnée pour le contrôle en lumière blanche sur le bâti d'épitanie. Prêtée donc par cette manip.	
Optiques		1 cube séparateur, 3 lentilles (f' 40mm, 60mm,)	Lentilles régulièrement empruntées pour d'autres expérimentations (→ à dupliquer)
Monochromateur	1983	Entrée latérale, sortie quelconque. Réseau 1200 traits (jusqu' a aujourd'hui), 600 traits pour échantillons orientés 1.3 μ m	Problèmes : - planning, occupation mono - manip de pl démontée systématiquement
PC de commande, Pg Photoluminator	2003	Pilotage mono. Pg en Visual Basic servant aussi pour : * manip pl "classique" * pilotage du Lyot et acquisition spectre à λ constant	Utilisation du contrôle en position, et en température
Détection synchrone 5209	1993	Pannes aléatoires 1 fois/mois environ. 2 types : - pas d'allumage à la mise sous tension, - entrée en saturation, pb de synchronisation.	Actuellement en réparation chez 2i (oct.03) pour résoudre panne d'allumage.
Détecteurs		PM GaAs, photodiode InGaAs	

Cette expérimentation, comme une grande partie des manip réalisées dans la salle pl, fonctionne sous forme de campagnes de mesures de 3-4 jours quelques fois dans l'année (2 fois en 2003) car elle dépend directement du volume d'échantillons produits dans le bâti d'épitanie (pour la partie VCSEL). Le montage de ce banc occupe un jour de travail ce qui représente donc une partie importante du temps consacré à la manip (25-30%), et nécessite de démonter systématiquement le banc utilisé pour la photoluminescence de "contrôle", voire de changer le réseau du monochromateur.

En ce qui concerne l'évolution de cette expérimentation en salle PL, une partie a été dédoublée et installée en salle MBE (voir § 4). Cependant, la partie topographie automatisée disponible en salle PL (motorisation des déplacements) n'est actuellement pas possible en salle MBE, ce qui signifie

qu'elle est encore utilisée ponctuellement pour la caractérisation de grandes plaques (VCSEL), ainsi que pour la réflectivité sur les plaques de silicium.

4. POSSIBILITE DE DEDOUBLEMENT / DEMENAGEMENT

Pour les raisons évoquées ci-dessus, ainsi que pour des raisons de commodité, un banc analogue de réflectivité en lumière blanche, plus compact, a donc été installé en salle MBE. La partie optomécanique dédiée à ce banc ne sert pour aucune autre expérimentation. La source de lumière blanche et le spectromètre utilisés sont ceux du contrôle in situ du bâti d'épitaxie.

Cette configuration permet de faire une première caractérisation des composants produits, avec une résolution suffisante (environ 0.5nm).

En revanche, elle présente des limitations techniques qui empêchent aujourd'hui l'évolution de la manip vers un système plus automatisé : le passage automatisé d'un composant à un autre sur une même plaque n'est actuellement pas envisageable car le matériel utilisé (PC de commande et monochromateurs) est celui fourni par la société Jobin-Yvon pour le contrôle d'épitaxie in situ. Ce matériel n'est pas suffisamment évolutif pour accueillir des cartes de commande supplémentaires. De plus, l'entrée fibrée du monochromateur est plus appropriée pour le test de composants plutôt que de matériau (lumière émise plus facile à coupler dans une fibre). Selon les besoins futurs sur ce type de caractérisation, une évolution significative du banc pourrait peut-être être envisagée (a priori arrêt des caractérisations des plaques de Silicium fin Décembre 2003, mais ces mesures peuvent intéresser d'autres chercheurs de la communauté microélectronique).

5. SECURITE

Les boîtiers ouverts des moteurs, ainsi que les matériels électriques divers situés sous les marbres présentent des entorses aux normes de sécurité électrique.

EXCITATION DE LUMINESCENCE – FLUORURES DOPES TERRES RARES

Bât. C, Salle 86

1. OBJECTIFS :

Caractérisation spectrale des échantillons fluorures dopés Terres Rares en fonction de la longueur d'onde d'excitation. Détermination de la durée de vie.

2. CHERCHEURS IMPLIQUES :

E. Daran, B.Viallet

3. MATERIEL UTILISE :

Matériel spécifique utilisé	Date d'achat	Utilisation et état du matériel
Laser Ti:Al₂O₃ + Argon 7W ou Argon 1W	1993 1993	Argon 7W pour étalonnage + Source lumière blanche RDA (salle MBE) pour étalonnage du monochromateur Etalonnage réalisé 4 fois sur 5
Optique et optomécanique		- Banc d'entrée latérale du monochromateur : Lentilles f' 60 et 160mm, prisme, filtre passe-haut (couper laser de pompe) - Banc de sortie de fibre du déport Argon (f' 40mm) utilisé avec fibre multimode du Ti:Saphir - ou : fibre multimode en sortie du Ti:Saphir + filtre passe-haut + miroir, obj. x10, support de fibre, platines 3 axes, polariseurs
Monochromateur	1983	Entrée latérale, sortie quelconque
PC + pg Photoluminator + détection synchrone	2003 1993	- Utilisation d'un oscilloscope - Commande du Lyot (pb de stabilité de la commande)
Cryostat + pompe Alcatel + compresseur He + lecteur jauge de pression	1981 1991	- Cryostat : contrôle et mesure en température utilisés. RAS - Pompe : vide minimum à 10 ⁻⁵ (prévue pour 10 ⁻⁷) - Compresseur Hélium : fuite d'eau - Lecteur jauge : boîtier ouvert
Détecteurs : photodiodes Si, GaInAs, Ge, + alimentations (alim. + électronique filtrage spécifique pour Ge), PM AsGa		Plusieurs détecteurs pour couvrir la gamme 400nm-1.7µm. Leurs supports sur le monochromateur sont à revoir. - pré-ampli : grande constante de temps (OK pour mesures non cadencées). - Détecteur Ge : refroidi par azote liquide, travaille sous vide, pompé 1 fois par an par pompe Alcatel. Utilisé si InGaAs pas assez sensible. - PM AsGa : en panne (Oct.03)

Les mesures effectuées dans le cadre de cette expérimentation nécessitent toujours au moins 4 à 5 jours de manipulations consécutifs. La fréquence de ces mesures se situe entre 1 fois tous les 15 jours et 1 fois tous les 2 mois, et est directement liée au nombre de croissances réalisées. En revanche, il n'y a pas de caractère urgent à réaliser les mesures (contrairement aux caractérisations des puits quantiques à température ambiante ou basse température, voir plus loin). Le point critique est plutôt l'amplitude de

travail (4-5 jours), et en pratique, on constate que les mesures sont souvent interrompues au bout de 2-3 jours, et majore le temps de montage/démontage de l'expérimentation d'un jour (collage/décollage de l'échantillon dans le cryostat, parfois changement du réseau, réglage de la source laser).

D'autre part, cette manipulation évolue dans sa complexité. Un banc de mesure qui ne serait pas démonté présenterait non seulement un gain en temps, mais aussi un gain en stabilité et reproductibilité.

4. POSSIBILITE DE DEDOUBLEMENT / DEMENAGEMENT

Cette expérimentation est difficilement transposable dans le sens où elle met en œuvre beaucoup de matériel partagé. En revanche, il est possible que ce type de mesure intéresse d'autres domaines (en particulier les semiconducteurs).

5. SECURITE

Les câbles et matériels électriques divers situés sous les marbres présentent des entorses aux normes de sécurité électrique.

Pas de lunette de protection pour le Ti:Saphir.

Des devis sont en cours pour installer 3 lignes d'azote (une pour le monochromateur, une pour le laser Ti:Saphir, une disponible pour une "soufflette").

1. OBJECTIFS :

Caractérisation du guidage dans des échantillons fluorures dopés Terres Rares : durée de vie, pertes à la propagation, luminescence en mode guidé, caractérisation de réseaux (à venir).

2. CHERCHEURS IMPLIQUES :

E. Daran, B.Viallet

3. MATERIEL UTILISE :

Matériel spécifique utilisé	Date d'achat	Etat du matériel	Remarques
Laser Ti:Al₂O₃ + Argon 7W	1993 1993		Ti:Saphir utilisé comme source de pompe autour de 780nm, >200mW
Optique et optomécanique	1995	Bon. RAS	Objectifs partagés.
Monochromateur	1983		
PC + pg Photoluminator		Bon.	Utilisation d'une option pour contrôler le filtre de Lyot du laser
Détecteurs			Photodiode GaInAs, + Ge, Si, PM AsGa

Ce banc date de 1995 et est bien équipé. Le matériel opto-mécanique n'est partagé avec aucune autre expérimentation. Le matériel partagé est constitué de la source laser Ti:Saphir et de la chaîne Monochromateur + PC de commande/acquisition.

Pour la partie "Caractérisation de réseaux", il manque actuellement une source laser à 1.3µm accordable (idéalement 1.29-1.35µm).

Cette expérimentation va être beaucoup plus sollicitée dans l'année qui vient (2003-2004), pour les besoins de fin de thèse de B.Viallet (estimation : au moins 2 jours par semaine).

4. POSSIBILITE DE DEDOUBLEMENT / DEMENAGEMENT

La source laser accordable est indispensable à cette expérimentation (pilotage de la longueur d'onde). En revanche, un monochromateur avec entrée fibrée et plus portable pourrait aussi convenir.

Le devenir de ces caractérisations est à préciser (arrêt de l'activité guides fluorures ?).

5. SECURITE

RAS

PHOTOLUMINESCENCE PUIITS QUANTIQUES GAAs ET GAINAsN

Bât. C, Salle 86

1. OBJECTIFS :

- Contrôle de l'intensité et de la longueur d'onde émises par les structures à puits quantiques (pour VCSEL GaAs à 850nm et composants GaInAsN à 1.3 μ m), à température ambiante et basse température.

- Ces mesures constituent également un outil de caractérisation de l'état et de la réponse du bâti d'épitaxie par jets moléculaires.

2. CHERCHEURS IMPLIQUES :

E. Bedel, C. Fontaine, A. Arnoult

3. MATERIEL UTILISE :

Matériel spécifique utilisé	Date d'achat	Utilisation et état du matériel
Argon 1W		Long à stabiliser. Utilisé pour échantillons nécessitant peu de puissance d'excitation
Argon 7W	1993	OK. Utilisé pour échantillons GaInAsN, en propagation libre à travers la pièce malgré le déport Argon par fibre optique.
Optiques et optomécanique		Filtre 541.5nm, lentille 200mm avant le prisme, parfois 1 lentille en général avant l'entrée dans le monochromateur (au lieu de 2 pour autres manips)
Cryostat	1981	- Mesures soit sur 2 points (basse température ~15K et temp. ambiante), soit en fonction d'une rampe, - Cartographie des échantillons (automatisation depuis 2003)
Monochromateur	1983	
PC + pg Photoluminator + détection synchrone 5209	2003 1993	- Pg Photoluminator : Utilisation de tous les modules de commande/acquisition développés. Pb ponctuels avec câbles (rapidement résolus) - détection : qqs pbs de panne / transmission (cf. fiche réflectivité en lumière blanche)
Détecteurs		- Photodiode InGaAs + pré-ampli+ détection synchrone. Positionnée sur la sortie latérale, sans alim. de polarisation - PM AsGa : en sortie axiale

Les mesures réalisées dans le cadre de cette expérimentation sont faites durant une campagne d'épitaxie et les résultats sont nécessaires pour poursuivre la croissance.

Dans ce contexte, l'objectif est de caractériser rapidement l'échantillon, et la résolution du monochromateur est surdimensionnée par rapport aux besoins de ces mesures. En revanche, il est ici nécessaire de travailler avec un monochromateur avec entrée non fibrée (étant donné les niveaux de signal émis, besoin de focaliser la lumière sur la fente d'entrée). Les mesures à basse température sont effectuées à la limite basse possible avec le cryostat, soit environ 15K, cette température étant suffisamment faible pour pouvoir spécifier l'émission des échantillons.

Le banc de mesure est sollicité en fonction des croissances effectuées dans le bâti. Pour fixer les idées, un jour d'épitaxie génère ½ journée de test de photoluminescence, et la manip est utilisée 2 fois par semaine environ lors d'une campagne de croissances.

Enfin, lorsque le banc est prêt, 1h est suffisant pour avoir les résultats nécessaires pour continuer la campagne d'épitaxie. En pratique, il faut remonter le banc à chaque fois, ce qui génère un travail supplémentaire de démontage/montage d'environ une journée.

4. POSSIBILITE DE DEDOUBLEMENT / DEMENAGEMENT

Matériellement, ce banc d'expérimentation n'utilise que des équipements partagés. Cependant, au regard de la fonction remplie par cette manip, il serait opportun de la dissocier de la salle PL en la dupliquant avec du matériel plus adapté (par exemple monochromateur avec résolution moindre), dans une autre pièce, où elle serait dédiée aux tests de contrôle nécessaires soit au cours de l'épitaxie, soit en première vérification à la sortie du bâti.

5. SECURITE

L'entrée de personnes dans la salle lorsque le laser Argon est en marche présente des dangers importants.

Plusieurs fuites d'eau ont eu lieu ces derniers mois (rupture de colliers du circuit d'eau de refroidissement). Il pourrait être envisagé d'installer un détecteur d'eau au sol.

1. OBJECTIFS :

L'objectif est de mesurer le gain de diodes laser émettant à 1.3 μ m ou 1.5 μ m en mode impulsif. Ce banc est en train d'être monté, la manip est donc en phase transitoire.

2. CHERCHEURS IMPLIQUES :

S.Bonnefont, D.Mulin, O.Gauthier-Lafaye, B.Messant

3. MATERIEL UTILISE :

Matériel spécifique utilisé	Date d'achat	Utilisation et état du matériel
Alimentation ILX		Matériel Diodes laser, habituellement en salle 88 (Caractérisation thermique des laser). Mode impulsif : 300ns, 1kHz
Optique, optomécanique		Nanobloc Melles Griot + autre matériel de la salle 88
Monochromateur	1983	- Entrée axiale, sortie axiale, réseau 600 traits - Résolution maximale (fentes fermées), mise à profit de la sensibilité de l'appareil (car faible signal)
PC + pg Photoluminator		- Pilotage réseau - Système d'acquisition
Boxcar ou détection synchrone 5209	1993	l'un ou l'autre selon la durée d'impulsion
Détecteur		- Photodiode InGaAs refroidie : testée 1 semaine. Perf. insuffis. - PM InGaAs. Prêté par Hamamatsu cet été. En cours d'achat avec l'amplificateur associé.

Cette expérimentation est en cours de montage et de test, ce qui explique que le matériel utilisé n'est pas encore complètement fixé. Différents détecteurs ont été prêtés par des fabricants et testés. Le réglage du banc prend généralement une journée. Les mesures sont longues (faibles vitesses d'acquisition) et l'exploration d'un composant est longue (pour un composant : mesurer la lumière émise pour différents courants d'injection, ainsi que pour différentes températures). Au jour d'aujourd'hui, les campagnes de mesure n'ont pas débuté, car le banc d'expérimentation est encore dans sa phase de montage et d'optimisation. A terme, les campagnes de mesure seront réalisées selon la disponibilité des composants (LAAS, LPN, Opto+).

Cette manipulation est prépondérante dans la compréhension et la modélisation des diodes laser et peut évoluer vers la mesure de lumière spontanée par exemple.

4. POSSIBILITE DE DEDOUBLEMENT / DEMENAGEMENT

Les mesures à réaliser se situent sous le seuil laser du composant, ce qui implique que les niveaux de signal sont très faibles. L'utilisation du mode impulsif ajoute une difficulté supplémentaire à la capture du signal. En conséquence, cette expérimentation présente plusieurs points critiques parmi lesquels le gain, le bruit et la rapidité du système d'acquisition. Conjointement, le

montage optique lui-même est très sensible (faible niveau d'émission de lumière, fentes très fermées du monochromateur) qui le rend très dépendant de la dérive en température de la salle d'expérimentation, de la lumière parasite (nécessité de travailler dans l'obscurité), ainsi que de la stabilité mécanique (ex : vibration du marbre lorsque la pompe du cryostat est en marche).

Dans ce contexte, il serait préférable d'isoler cette expérimentation sensible. La localisation actuelle en salle PL vient de l'utilisation du monochromateur HR1000 qui présente la sensibilité requise pour les mesures attendues. Une autre solution est en train d'être recherchée afin de rendre la manip indépendante, dans une autre salle.

5. SECURITE

Plus que des problèmes de sécurité, ont été relevés des problèmes de fonctionnement, à savoir :

- une variation importante de la température ambiante de la salle (qui a des conséquences sur la stabilité des mesures de gain),
- un taux d'humidité important qui entraîne la rouille de certains matériels (y compris dans la salle 88),
- beaucoup de poussière, et une difficulté à faire nettoyer la salle par le personnel d'entretien, problème d'autant plus actuel que la salle est maintenant fermée en dehors des horaires du laboratoire.

1. OBJECTIFS :

- Caractérisation de l'émission des structures épitaxiées en MBE sous l'effet d'un courant électrique.
- Outil pour améliorer la qualité des couches pour l'épitaxie.

2. CHERCHEUR IMPLIQUE :

E.Bedel

3. MATERIEL UTILISE :

Matériel spécifique utilisé	Date d'achat	Utilisation et état du matériel
Générateur HP 314B + oscilloscope		Tension max 100V. Durée et fréquence des impulsions réglables Matériel de la salle 88
Monochromateur	1983	- Entrée axiale ou latérale (si cryostat utilisé), sortie quelconque
PC + pg Photoluminator	2003	- Pilotage réseau - Système d'acquisition
Détection synchrone 5209	1993	- l'un ou l'autre selon la durée d'impulsion et le niveau de signal - si Boxcar : utilisation d'un amplificateur
Cryostat	1981	Mesures à basses températures (12K)
Optiques, optomécanique		Support spécifique avec pointe, objectif x20, lentilles spécifiques
Détecteur		- Photodiode InGaAs, Si

Cette expérimentation est un outil supplémentaire de caractérisation pour les structures épitaxiées. Elle ne qualifie pas le laser mais donne une indication sur le dopage des structures, et permet de valider la fin de croissance avant le process laser.

Ce banc est encore en cours de montage.

4. POSSIBILITE DE DEDOUBLEMENT / DEMENAGEMENT

5. SECURITE

RAS

1. OBJECTIFS :

- Explorer des puissance crêtes élevées à des longueurs d'onde ajustables pour l'optique non linéaire.
- Exemple d'application possible : ondes de chocs dans les semiconducteurs.

2. CHERCHEURS IMPLIQUES :

C. De Matos, M. Pugnet

3. MATERIEL UTILISE :

Matériel spécifique utilisé	Date d'achat	Utilisation et état du matériel
YAG pulsé + générateur optique paramétrique		- impulsions délivrées : 10Hz, 15ps, d'écart type de 5 à 10% - longueur d'onde ajustable de 0.75 à 2 μ m - puissance : 50mJ à 1.06 μ m, 25mJ dans le vert
Boxcar		permet le moyennage pour mesures reproductibles
Photodiodes rapides Si, Ge		- adaptées à la détection de fort flux lumineux - intègrent la puissance sur une impulsion
Optomécanique		filtres, lames, etc...

4. FONCTIONNEMENT ET AVENIR DE L'EXPERIMENTATION

Ce banc est maintenu en état de fonctionnement car il représente un outil pointu pour l'exploration et la compréhension des phénomènes non linéaires dans les matériaux. Le matériel spécifique concerné s'inscrit davantage dans une logique d'étude que de caractérisation, et nécessite en conséquence une réflexion approfondie préalable à l'expérimentation.

D'autre part, du fait de son caractère pointu et fragile, ces études et expérimentations nécessitent l'implication d'un nombre minimum de personnes (autrement dit, la masse critique de l'équipe concernée).

Notons enfin que cette installation très spécifique est ouverte à d'autres application et fait régulièrement l'objet d'interactions ou de collaborations, soit en interne avec les chercheurs élaborant les matériaux, soit en externe (ex : CNET Lannion, LCC Toulouse, CNRS Montpellier, INSA Rennes).

5. SECURITE

Le matériel LASER concerné appartient à la classe 4 et nécessite des installations et des mesures de protection très strictes (en particulier protection du faisceau laser sur tout son trajet).

1. OBJECTIFS :

Différentes expérimentations sont en cours dans cette salle :

- Caractérisation des diodes laser : P(I), V(I), spectre, diagramme de rayonnement
- Mesure du gain des diodes laser (cf. fiche p.17)
- Champ proche des diodes laser
- Pompage optique
- Microsystèmes optiques

Les objets de ces études sont des composants émettant à 0.8 μ m, 1.3 μ m et 1.5 μ m.

2. CHERCHEURS IMPLIQUES :

S. Bonnefont, O. Gauthier-Lafaye, Ph. Arguel

3. MATERIEL UTILISE :

Matériel spécifique utilisé	Date d'achat	Utilisation et état du matériel
Alimentations ILX		Bon
Optique, optomécanique		Nanoblocs, supports d'optiques, objectifs, lentilles
Caméras SONY + moniteurs		Bon
Spectrographe ANDO		Résolution minimale : 0.05nm Longueur d'ondes : de 0.6 μ m à 1.7 μ m Entrée fibrée FC/PC
Éléments piézo- électriques		Bon
Montage mécanique 3D		6 degrés de liberté, précision 10 ⁻³ ° Matériel partagé avec la caractérisation des réseaux de diffraction

4. FONCTIONNEMENT ET AVENIR DE L'EXPERIMENTATION

Cette salle regroupe des expérimentations relatives aux diodes laser émettant par la tranche. Il faut distinguer deux types de manipulations :

- manip. de caractérisation dites "standard" : P(I), V(I), diagramme de rayonnement. Ces bancs peuvent être figés et ne nécessiter que peu d'évolution une fois qu'ils sont mis en place (excepté l'adaptation des supports de diodes et le changement de détecteur pour l'adapter à la longueur d'onde d'émission).
- manip. dites "de recherche" : des expérimentations telles que le pompage optique de composants sont, aujourd'hui, en cours de montage et demandent d'une part une phase de mise au point importante, et d'autre part une phase d'étude approfondie.

Ces expérimentations sont aujourd'hui en mouvance, y compris celles de caractérisation dites standard, d'autant plus que du matériel, en exemplaire unique, est régulièrement démonté d'un banc pour en approvisionner un autre.

Le banc de test des microsystèmes optiques sera remonté début 2004. Cette expérimentation repose sur un projet en collaboration avec l'université de Saint Etienne qui a fourni une partie du matériel présent sur le banc.

5. SECURITE

Des problèmes de température et d'humidité, ainsi que de vibrations des bâtiments péjorent les conditions d'expérimentation.

1. OBJECTIFS :

Deux expérimentations principales sont en cours dans cette salle :

- Caractérisation des réseaux de diffraction (mesure du pas, uniformité...)
- Mesure de l'indice effectif des matériaux et composants

2. CHERCHEUR IMPLIQUE :

Ph. Arguel

3. MATERIEL UTILISE :

Matériel spécifique utilisé	Date d'achat	Utilisation et état du matériel
Laser Argon		Longueur d'onde d'émission : 363nm. Sert à la mesure du pas du réseau (en plus de l'insolation)
Laser He-Ne		aussi utilisé pour la mesure du pas des réseaux
Optiques		Filtres, polariseurs,...
Diodes laser du commerce		utilisées pour la mesure d'indice à différentes longueurs d'onde.
Moteur pas à pas		
Puissance-mètre Advantest		surface de détection : $10 \times 10 \text{mm}^2$, P de 1nW à 50mW, λ de 400nm à $1.1 \mu\text{m}$, précision $\pm 5\%$
Montage mécanique 3D		6 degrés de liberté, précision 10^{-3}°

4. FONCTIONNEMENT ET AVENIR DE L'EXPERIMENTATION

Comme pour les expérimentations de la salle 86, bât.C, les bancs d'expérimentation sont régulièrement démontés pour pouvoir approvisionner d'autres bancs (tels que le banc de test de microsystème optique, cf. fiche p.23), alors qu'il serait souhaitable que certaines expérimentations soient stables, comme la mesure d'indice effectif.

5. SECURITE

Ces mesures et caractérisation nécessitent des conditions très strictes telles que l'obscurité totale (mesure de l'indice), ainsi qu'un environnement propre, et stable thermiquement (évaluation de la qualité des réseaux).

CARACTERISATION DE PHOTODETECTEURS

Bât. A, Salle S25 (Salle de caractérisation)

1. OBJECTIFS :

Caractérisation de photodétecteurs

2. CHERCHEURS IMPLIQUES :

G. Sarrabayrouse, Ph. Arguel

3. MATERIEL UTILISE :

Matériel spécifique utilisé	Date d'achat	Utilisation et état du matériel
système test photodétecteurs		
diode laser		
alimentation		
wattmètre		
système de couplage dans fibre optique		
fibre optique connectée à une binoculaire		

4. FONCTIONNEMENT ET AVENIR DE L'EXPERIMENTATION

Manip de G.Sarrabayrouse à laquelle a été ajouté un système d'éclairage dans le rouge pour caractériser les photodiodes destinées au microsystème fabriqué avec Saint-Etienne (cf. fiche p.23)

5. SECURITE

RAS

1. OBJECTIFS :

- Bruit des liaisons optiques analogiques
- Caractérisation de composants (lasers, photodiodes, phototransistors)
- Réalisation d'oscillateurs contrôlés par fibre optique

2. CHERCHEUR IMPLIQUE :

O.Llopis

3. MATERIEL UTILISE :

Matériel spécifique utilisé	Date d'achat	Utilisation et état du matériel
Modules laser Telecom		- $\lambda=1.5\mu\text{m}$, modulable à 3GHz, P=10mW - $\lambda=1.5\mu\text{m}$, modulable à 15GHz, P=3mW
Photodiode fibrée		Rapide, caractérisée jusqu'à 30GHz
Photodiodes		1GHz
Wattmètre		0.8-1.5 μm
Atténuateurs		- 1 variable (1.3-1.5 μm) - divers atténuateurs fixes
Diode Laser		$\lambda=0.83\mu\text{m}$, P=16mW

4. FONCTIONNEMENT ET AVENIR DE L'EXPERIMENTATION

Les mesures sont réalisées sur des modules connectés ou sous pointe optique : S/B d'une liaison fibrée, bruit de phase d'une liaison fibrée, RIN de lasers, ...

5. SECURITE

RAS

II. Matériel partagé de la salle de photoluminescence

FONCTIONNEMENT GENERAL

On constate que le matériel est en panne de temps en temps, les réparations étant effectuées en interne, soit par les chercheurs eux-mêmes, soit par des ingénieurs et techniciens de TEAM ou 2i. De manière générale et régulière se pose le problème de l'entretien des équipements : nettoyage du cryostat, vidange, vérification des joints et étuvage de la pompe du cryostat, entretien des joints du compresseur d'Hélium, nettoyage et changement des miroirs du laser Ti:Saphir, calibrage des différents appareils, etc...

Depuis Novembre 2001, sont organisées de façon hebdomadaire des réunions permettant de faire le point sur les expérimentations en cours, les problèmes rencontrés (qu'ils soient d'ordre technique ou scientifique). A cette occasion, le planning des expérimentations pour la semaine à venir est décidé : qui occupe la salle, pendant combien de jours, quel matériel est nécessaire.

Les différentes expérimentations et le matériel requis pour chacune d'elles sont résumées dans le Tableau 1.

	1	2	3	4	5	6	7	8
	Caractérisation VCSEL	Viellissement Composants	Réflectivité Lumière blanche	Luminescence Fluor. dopés TR	Guides Fluor. dopés TR	PL QW GaAs, InGaAsN	Mesure gain DL	Electro-luminescence
Laser Argon 7W		x		x	x	x		
Laser Ti:Saphir	(x)			x	x			
Laser Argon 1W				(x)	(x)	x		
Source lumière blanche JY			x	(x)				
Source lumière blanche 2	x							
Monochromateur HR 1000	(x)		x	x	x	x	x	x
Pg Photoluminator	(x)		x	x	x	x	x	x
Pg Vieillissement		x						
Détection synchrone 5209	(x)	x	x	x	x	x	x	x
Détection synchrone 128A	x							
Boxcar	(x)						x	
Cryostat				x		x		x
Table XYZ motorisée		x		x		x		
PM GaAs	x		x	x	x	x		
Photod. InGaAs	(x)		x	x	x	x		
Photod. Si	x			x	x			
Photod. Ge				x	x			
PM InGaAs							x	x
Alimentation ILX							x	
Générateur HP314B								x
Alimentation PRO8000	x							
PC commande PRO8000	x							
Multimètre	x							
Caméra Sony CCD	x							
Alimentation tension	x							
Traceur	x							

Rmq : (x) : utilisé ponctuellement

Tableau 1 : Synthèse des matériels utilisés pour chaque expérimentation

Le Tableau 2 suivant résume les manipulations incompatibles du fait soit de l'utilisation simultanée d'un ou plusieurs équipements, soit de difficultés de fonctionnement en parallèle (ex : problèmes de sécurité laser).

	1	2	3	4	5	6	7	8
1	xor							
2		xor						
3		xor	xor					
4		xor	xor	xor				
5		xor	xor	xor	xor			
6		xor	xor	xor	xor	xor		
7	xor							
8		xor						

xor : OU exclusif

Tableau 2 : Résumé des expérimentations compatibles/incompatibles

Au cours des pages suivantes, sont listés les équipements spécifiques partagés sur plusieurs expérimentations.

LASER ARGON 1W

Marque LEXEL 85-1 acheté chez BFI Optilas

La durée de vie du tube est d'environ 1000h.

Maintenance : BFI Optilas suit toujours le matériel et peut intervenir en cas de panne ou dysfonctionnement.

LASER ARGON 7W

- *Modèle* : Spectra Physics 2060 BeamLok. Cet équipement est sous contrat matériel
Délivre 7W toutes raies (454.5-514.5nm)
Refroidissement à eau.

- *Suivi et maintenance* :

Visite plus ou moins régulière du technicien à l'occasion de sa venue sur Toulouse. Le tube a été changé en Février 2003. Il est maintenu pour 5W. Ré-aligné de temps en temps en interne (avec nettoyage des fenêtres).

- *Coût du matériel (2003)* :

Des lasers solides à 532nm sont maintenant disponibles, plus compacts (35cm de long), sans refroidissement, alimenté directement sur secteur. Il faut compter environ 60k€ pour un 5W, 100k€ pour 10W.

L'utilisation de ce laser pour les caractérisations exclut celle du Ti:Saphir (ce dernier étant pompé par l'argon).

LASER TI:SAPHIR

- *Modèle* : Spectra Physics 3900S accordable de 670nm à 1.1µm grâce à 2 jeux de miroirs.
Refroidissement à eau.

- *Suivi et maintenance* :

Maintenance actuelle réalisée en interne (ré-alignement, changement, nettoyage des miroirs) évalué à environ 2 jours dans l'année (au minimum. Chaque changement de miroirs demande 2 jours de travail).

- *Coût du matériel (2003)* :

Des lasers Ti:Saphir avec un seul jeu de miroirs qui couvre le spectre 700nm-1µm existent maintenant. Compter 20 à 25k€.

L'utilisation de ce laser nécessite l'utilisation du laser Argon 7W.

POMPE ALCATEL

- *Modèle* : Packtel 300 (comprenant une pompe turbomoléculaire PTM 5080 et une pompe primaire mécanique 2002 BB).

- *Caractéristiques techniques* :

Vide pouvant être atteint : 10^{-8} mbar

Puissance absorbée : 500V.A

- *Suivi et maintenance* :

Une révision des pompes turbomoléculaire et primaire a été réalisée à l'automne 1997 par la société CEGELEC (envoi du matériel à Bordeaux). A la même occasion, a été ajouté une vanne de remise à l'air automatique entre les deux pompes, et un raccord d'aspiration du pompage primaire a été remplacé.

Aujourd'hui, ce matériel est en fin de vie chez Alcatel Vacuum Technology qui abandonne petit à petit le suivi de ce type d'équipement. Il est encore possible de l'envoyer au service après vente pour devis d'expertise.

- *Coût de remplacement à performances équivalentes* : compter environ 5000€ pour une pompe Dritel 1025 + ATP 100 (pompe sèche).

CRYOSTAT

- *Caractéristiques techniques* :

Cryostat équipé d'un compresseur d'hélium, capable de descendre à 10K.

- *Suivi du matériel* :

Pas de suivi en France. S'adresser à Air Products USA (Air Products and Chemicals, Inc., 7201 Hamilton Boulevard, Allentown, PA 18195-1501 tel :610-481-4911)

MULTIMETRE

- Appareil Schlumberger Solartron 7050 non réparable

- *Coût de remplacement de l'appareil* : compter autour de 500 à 600€.

DETECTION SYNCHRONES 128A

- Appareil utilisé sur le banc de caractérisation des VCSEL. Ponctuellement sur la chaîne d'acquisition du monochromateur lorsque la détection 5209 est en panne.

- *Caractéristiques techniques* :

Sensibilité Tension : $1\mu\text{V}$ à 250mV

Plage de fréquence 0.5Hz à 100kHz

Sortie : pleine échelle $\pm 1\text{V}$

- *Suivi et maintenance du matériel* :

La société EG&G a disparu au profit de HTDS. Le 128A est un modèle ancien. Le SAV

du fabricant (UK) peut encore intervenir, notamment pour le calibrage. Mais en cas de pièces à changer (panne ou mauvais fonctionnement), l'intervention risque d'être difficile. Dans tous les cas, il existe un minimum de charge de 300€ demandé pour inspection. Pour une révision complète du matériel accompagné du document officiel de certification, il faut compter 1120€.

DETECTION SYNCHRONES 5209

- Appareil utilisé sur le banc d'acquisition de données du monochromateur HR1000.

- *Caractéristiques techniques :*

Sensibilité Tension : 10nV à 3V

Plage de fréquence : 0.5Hz à 120kHz

Sortie : pleine échelle $\pm 10V$

- *Suivi du matériel : idem modèle 128A*

La société EG&G a disparu au profit de HTDS qui suit le matériel : assure la réparation et l'entretien (calibrage) soit sur le site français pour une panne simple, soit en le renvoyant à l'usine si la panne est sérieuse. Dans ce dernier cas, la prix est forfaitaire, proportionnel au prix de l'appareil (+transport à l'usine). Pour une révision complète du matériel accompagné du document officiel de certification, il faut compter 1120€.

- *Coût de l'équipement (Prix catalogue 2003, enlever 7% Marché CNRS) :*

Modèle 5209 (simple phase) : 6650€

Modèle 5210 (double phase) : 7360€

MONOCHROMATEUR JOBIN-YVON HR 1000

- *Caractéristiques techniques :*

Distance focale : 1m

Domaine spectral : potentiellement 175nm à 20 μ m avec réseaux interchangeables, en pratique : 400nm à 1.1 μ m avec le réseau 1200 traits,

600nm à 1.3 μ m avec le réseau 600 traits.

Précision : $\pm 0.5\text{\AA}$

Résolution : 0.8nm à 200nm

- *Suivi du matériel :*

La société Jobin-Yvon suit le matériel : les miroirs ont été re-traités en Août 2003, et l'ensemble réseau/miroirs/fentes ré-aligné en Septembre 2003.

- *Coût de l'équipement:*

- Réseau 600 traits pour le HR1000 : 3118€ + 1280€ de pose et étalonnage.

- Monochromateur de 320mm de focale avec trois réseaux : 12k€

- Matériel équivalent, chez Jobin-Yvon :

* M1000 de Spex : 1m de focale, pour 2 entrées, 2 sorties, 2 réseaux 64X64 (f/13.9) avec tourelle et étalonnage automatique, électronique de commande : compter 36000€

- * soft : 1000-1500 €
- * drivers labview gratuits, dll VB possible

- HR1000 "version 2003" compter 40k€

D'autres fabricants proposent des monochromateurs plus petits, tels que LOT-Oriel : pour un monochromateur de focale 250mm, on a les caractéristiques suivantes:

Domaine spectral : 180nm à 24µm avec réseaux interchangeables

Résolution : 0.1nm

Précision : ±0.1nm

Compter : 10k€

OPTIQUES

Deux points sont à signaler :

- certaines optiques sont utilisées sur plusieurs bancs (objectifs de microscopes, lentilles biconvexes classiques),
- certaines optiques sont endommagées, en particulier à cause des puissances de pompe importantes mises en œuvre pour la photoluminescence.

Dans ce contexte, sont donnés ici des ordres de prix de matériel optique à remplacer ou à dupliquer :

- kit de lentilles BK7 (20 lentilles) : 1100€
- objectif x20 TIR grande focale : 1700€
- filtres interférentiels 488 et 514.5nm : 370€, 370€
- filtres neutres absorbants : 800€
- pour information, plateau en nid d'abeille 900mm x 1500mm : compter 3000€

III. Point sur la sécurité

SECURITE LASER

- Les VCSEL sont des sources laser de classe 3B. Aujourd'hui, il n'existe pas de connecteur du laser au circuit de la pièce ou de la porte. Les autres prescriptions sont respectées.
- Les lunettes de protection laser Argon doivent être utilisées de façon plus systématique, conformément aux normes de sécurité en vigueur. Ceci est d'autant plus nécessaire que le laser Argon est encore ponctuellement utilisé en transmission directe à travers la pièce alors que la salle est équipée d'un montage de déport par fibre optique.
- Une demande de formation aux risques LASER a été déposée auprès du service de la Formation Continue de la Délégation Régionale en Mai 2003. La demande a été relancée en Juillet 2003 et nous sommes toujours en attente de la suite à donner.
- L'APAVE a été contactée pour connaître le coût d'une expertise de la salle par leurs services. Le devis est présenté en annexe.
- En annexe sont également données les fiches signalétiques des différents lasers utilisés dans le laboratoire.

SECURITE ELECTRIQUE

- La proximité de certains montage avec des sources électriques diverses peut présenter des problèmes de compatibilité électromagnétique.
- L'alimentation du laser Argon présente des risques électriques.
- Les boîtiers ouverts des moteurs, ainsi que les matériels électriques divers situés sous les marbres présentent des entorses aux normes de sécurité électrique.

AUTRES POINTS

- Des devis pour installer 3 lignes d'azote (une pour le monochromateur, une pour le laser Ti:Saphir, une disponible pour une "soufflette") sont arrivés : la mise en place de cette installation est chiffrée à 5600€.
- Plusieurs fuites d'eau ont eu lieu ces derniers mois (rupture de colliers du circuit d'eau de refroidissement). Il pourrait être envisagé d'installer un détecteur d'eau au sol.
- Une variation importante de la température ambiante de la salle a été constatée, qui a des conséquences sur la stabilité des mesures de gain.
- Il y a un taux d'humidité important qui entraîne la rouille de certains matériels (y compris dans la salle 88).
- Egalement beaucoup de poussière, et une difficulté à faire nettoyer la salle par le personnel d'entretien, problème d'autant plus actuel que la salle est maintenant fermée en dehors des horaires du laboratoire.

IV. Annexes



Date d'émission : 26 novembre 2003

1/3

Référence : 03.01.EL.1605

Emetteur : 284/MPD

Adresse de l'Agence :

Zone Industrielle
33370 - ARTIGUES-près-BORDEAUX

Destinataire (1) Madame Corinne VERGNENEGRE

Tél. : 05.61.33.78.01 Fax : 05.61.33.69.36

e-mail : vergne @laas.fr

Tél. : 05 56 77 27 02

Fax : 05 56 77 31 76

LAAS - CNRS

7 avenue du Colonel Roche

31077 TOULOUSE CEDEX

Affaire suivie par Jean-Marie PILLET

PROPOSITION DE PRESTATION DE SERVICE

Madame,

En réponse à votre demande, nous vous soumettons la proposition ci-après.

1 - OBJET DE LA PRESTATION

Vérification d'équipement ou d'installation LASER.

2 - INSTALLATIONS OU ÉQUIPEMENTS CONCERNÉS

Limite d'intervention : vérification des installations LASER, objet de votre E.mail du 13/11/03.

3 - CONTENU DE LA PRESTATION ET RÉFÉRENTIEL

Cette mission donnera lieu à l'établissement d'un rapport qui, sauf mention contraire, sera adressé en 2 exemplaires au client destinataire (1).

Vérification installation LASER conformément à la norme NF EN 60825/1 et normes associées.



Date d'émission : 26 novembre 2003

2/3

Référence : 01.03.EL.1605

Emetteur : 284/MPD

4 - CONDITIONS FINANCIERES

4.1 - Montant : 1856,29 €. HT - T.V.A. en sus, au taux légal en vigueur

Toute intervention complémentaire sera facturée en sus. Dans le cas où les données prises en compte lors de l'inspection seraient différentes de celles mentionnées au § 2, l'intervention ne sera entreprise qu'après accord du client sur le nouveau montant. Validité de notre offre : 3 mois après sa date d'émission.

4.2 - Règlement

- Le paiement de la prestation est exigible à la commande : chèque ci-joint.
- Règlement 10 jours nets date de facture, en fin d'intervention par L.C.R. directe (joindre RIB)

Cette intervention pourrait se réaliser le 1^{er} trimestre 2004.

Les parties grisées ne sont à remplir que si "Relation principale N°" et "SFAC N°" du "Cadre réservé à l'APAVE" ne sont pas renseignés.

ADRESSE DU CLIENT (si différente de (1))

Raison Sociale : Tél. :
 Adresse : Fax :
 Code postal : Ville :

SIRET : NAF :

N° TVA intracommunautaire (si prestation réalisée pour l'étranger) :

ADRESSE DE FACTURATION (si différente de (1))

Raison Sociale : Tél. :
 Adresse : Fax :
 Code postal : Ville :

SIRET : NAF :

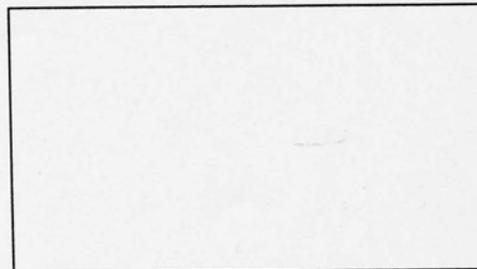
N° TVA intracommunautaire (si prestation réalisée pour l'étranger) :

Le client déclare avoir pris connaissance des Conditions Générales de Vente annexées et les accepte expressément. Pour accord, vous voudrez bien nous retourner ce document ou un bon de commande rappelant ses références. La prestation ne pourra être entreprise que lorsque le client aura avisé l'APAVE de la disponibilité de l'installation ou du matériel.

LE CLIENT
 (Nom et Qualité)

L'APAVE sud
 Prénom et Nom du Signataire :
 Jean-Marie PILLET

Date et signature :



Cachet commercial de la Société →

REVUE DE CONTRAT	
Bureau :	
> Fait le :	
> Par :	
> Observations :	
> Visa :	

Cadre réservé à l'APAVE

Relation principale N° : SFAC N° :
 Lieu d'intervention N° : Contrat N° :
 Mission N° :

Elles complètent les Statuts et le Règlement Général.

CONDITIONS COMMUNES EN ABONNEMENT (contrats récurrents), HORS ABONNEMENT (prestations de service non récurrentes) ET FORMATION

ARTICLE 1 : CONDITIONS DE PAIEMENT

1. Le paiement ne saurait en aucun cas être subordonné à la délivrance d'autorisation administrative liée à la mission confiée à l'APAVE Sud et d'une manière générale, à toute décision d'une partie étrangère au contrat.

En cas de demande de paiement à terme par l'adhérent, l'APAVE Sud se réserve le droit, en fonction de sa situation financière, de fixer un plafond de découvert et de demander des garanties. Toute détérioration de cette situation peut justifier, à tout moment, l'exigence d'un paiement comptant ou de nouvelles garanties.

En cas de défaut d'acceptation d'une traite dans les dix jours de sa présentation, de demande de report d'échéance ou de défaut de paiement à échéance, l'APAVE Sud se réserve le droit de suspendre toutes inspections ou visites sans que sa responsabilité puisse être engagée ; l'intégralité de ses créances deviendra exigible immédiatement.

2. En outre les sommes dues pourront donner lieu de plein droit à compter de leur échéance, et après mise en demeure, au paiement des frais bancaires et de pénalités calculées à un taux égal à une fois et demie le taux de l'intérêt légal plus 3,5 %.

L'adhérent devra rembourser au titre de clause pénale, les frais occasionnés par le recouvrement contentieux des sommes dues, y compris honoraires d'avocat et d'officier ministériel, soit une indemnité de 15 % qui ne pourra être inférieure au minimum de facturation prévu dans notre tarif pour nos prestations abonnement.

3. Les parties conviennent expressément que toutes les dettes et créances réciproques qu'elles détiennent l'une vis-à-vis de l'autre au titre des relations commerciales qu'elles entretiennent, sont connexes de telle sorte qu'elles se servent mutuellement de garantie et se compensent entre elles, alors même que les conditions requises par la loi pour la compensation légale ne seraient pas toutes réunies.

ARTICLE 2 : CONDITIONS D'INTERVENTION ET OBLIGATIONS DE L'APAVE Sud

Les interventions des agents de l'APAVE Sud se font aux heures et jours habituels de travail et font l'objet de rapports rédigés en langue française, adressés au Souscripteur. En dehors de l'évocation, à titre de références commerciales, des missions qui lui sont confiées, l'APAVE Sud s'interdit de divulguer à des tiers toute information particulière concernant le Souscripteur sauf accord exprès de celui-ci.

ARTICLE 3 : OBLIGATIONS DU SOUSCRIPTEUR

Le Souscripteur autorise nos Agents à intervenir librement dans l'établissement concerné ; il les fera accompagner par une personne qualifiée qui leur fournira tous les renseignements utiles pour remplir leur mission ; cette personne assurera la direction des opérations nécessaires à l'intervention de nos Agents et prendra toutes les mesures permettant son bon accomplissement. Le Souscripteur doit se conformer à la réglementation en vigueur en matière d'hygiène et de sécurité du travail, relative à l'intervention des entreprises extérieures.

Les interventions de l'APAVE Sud, ainsi que les rapports qu'elle fournit au Souscripteur ne sauraient en aucun cas dégager celui-ci de ses obligations vis-à-vis des prescriptions légales ou réglementaires auxquelles il est assujéti. En cas de non-respect par le Souscripteur des conditions ci-dessus, la responsabilité de l'APAVE Sud ne saurait être recherchée.

ARTICLE 4 : ASSURANCES

L'APAVE Sud est assurée en responsabilité civile. Le Souscripteur doit se garantir contre les risques qu'il ferait encourir aux agents de l'APAVE Sud et les incidents ou accidents dont la responsabilité lui incomberait.

ARTICLE 5 : RESPONSABILITE

Au cas où la responsabilité de l'APAVE Sud serait reconnue dans le cadre de l'Article 10 des Statuts, celle-ci ne pourrait être recherchée au-delà de 1 500 000 €.

ARTICLE 6 : MODIFICATIONS CONCERNANT LA SITUATION DU SOUSCRIPTEUR

En cas de changement d'adresse du Souscripteur ou des installations reprises au contrat, le Souscripteur s'engage à le signaler sans délai à l'APAVE Sud. En cas de cession, apport en société, fusion, changement de raison sociale, vente totale ou partielle de son fonds de commerce, le Souscripteur s'engage à en informer l'APAVE et à imposer à son successeur l'exécution du contrat.

CONDITIONS PROPRES A L'ABONNEMENT (contrats récurrents)

ARTICLE 7 : CONDITIONS DE PAIEMENT

Au début de chaque exercice, l'APAVE Sud adressera au Souscripteur la ou les facture(s) correspondante(s) aux cotisations (dont l'appel de début d'année) établies suivant les conditions économiques détaillées ci-après. Le Souscripteur règle la cotisation, sans escompte, sous 10 jours à compter de la date de facturation.

ARTICLE 8 : REVISION DE LA COTISATION

Au début de chaque exercice, il sera procédé à un ajustement du montant de la cotisation en fonction :

- de la variation du prix du point
- de la variation de la cotisation de financement
- de toute évolution de la réglementation amenant une modification significative de la prestation et donc une révision du nombre de points.

Il est en outre expressément convenu que, si en cours d'exercice, la prestation de l'Association doit s'étendre à un nouvel appareil ou à une nouvelle installation non inclus(e) dans la détermination de la cotisation en début d'exercice, cette prestation complémentaire fera l'objet d'un complément de cotisation.

CONDITIONS PROPRES AU HORS ABONNEMENT (prestations de service non récurrentes)

ARTICLE 9 : PRIX

Les prix des prestations de l'APAVE Sud sont établis en fonction du cahier des charges fourni par le Souscripteur et selon le tarif en vigueur à la date de proposition.

Ils sont exprimés en €, hors taxes et sont majorés du taux de TVA applicable aux dates d'émission des factures. Tout changement de nature à modifier de façon sensible la durée et la teneur des prestations fera l'objet d'un réajustement conformément à l'article 10.

ARTICLE 10 : REVISION DES PRIX

Au cas où les travaux s'avérait avoir une durée supérieure à 12 mois, ces prix seront révisés suivant la formule : $P = P_0 \times (S/S_0)$

P = Montant révisé - P_0 = Montant initial

S = Indice du coût horaire du travail, tous salariés (dernier indice connu)

S_0 = Indice du coût horaire du travail, tous salariés (ICHTTS1) à la date d'établissement du contrat.

Cette formule sera également appliquée à tous les travaux complémentaires qui pourraient être requis par le Souscripteur.

ARTICLE 11 : CONDITIONS DE PAIEMENT

Nos prestations sont payables sans escompte, sous 10 jours à compter de la date de facturation.

ARTICLE 12 : CONDITIONS D'INTERVENTION ET OBLIGATIONS DE L'APAVE Sud

Nos Agents n'agissent que comme conseillers techniques, quelle que soit la nature des services effectués ou rendus par eux. Ils ne peuvent jamais avoir la direction, ni le contrôle de l'appareil, de la machine ou, d'une manière générale, de la chose à propos de laquelle ils interviennent.

En conséquence, le Souscripteur en conserve la garde, nonobstant l'intervention de l'APAVE Sud dont les Agents n'agissent qu'en qualité de préposés occasionnels du Souscripteur. Leurs rapports, comptes rendus, certificats d'essais ou de contrôles de tout genre sont exclusivement destinés au Souscripteur (sauf obligation légale explicite ou implicite).

Les documents émis par l'APAVE Sud ne sauraient engager, en aucune façon, sa responsabilité en ce qui concerne les réalisations industrielles ou commerciales qui pourraient résulter des investigations techniques effectuées par l'APAVE Sud. La responsabilité de l'APAVE Sud ne saurait être recherchée pour tout incident ou accident dont l'origine serait sans rapport avec la nature de la prestation reprise au contrat.

ARTICLE 13 : DENONCIATION DU CONTRAT

En cas de manquement par l'une des parties à l'une des obligations à sa charge en vertu du contrat, l'autre partie pourra considérer le contrat résilié de plein droit un mois après l'envoi à la partie défaillante d'une mise en demeure d'avoir à remédier audit manquement sous la forme recommandée avec accusé de réception restée sans effet. En cas de résiliation anticipée, quelle qu'en soit la cause, les factures restant à courir seraient dues à l'APAVE Sud et les sommes déjà perçues par elle resteraient acquises.

A : inspection.bordeaux@apavesud.com
De : Corinne Vergnenegre <vergne@laas.fr>
Sujet : Expertise Laser - LAAS-CNRS Toulouse
Cc :
Cci :
Pièce jointe :

A l'attention de M.Pillet

Monsieur,

suite à notre conversation téléphonique du 27 Octobre dernier, je vous transmets la liste des installations Laser que nous aimerions faire expertiser par vos services.

Nos équipements sont, à ce jour, répartis comme suit :

* Salle de spectroscopie laser (RDC) :

- Lasers Argon 7W toutes raies,
- Argon 1W toutes raies,
- Ti:Saphir 2W longueur d'onde de 750nm à 1000nm,
- He:Ne,
- VCSEL (diodes émettant par la surface fabriquées en interne) 50mW à 850nm.

* Salle de caractérisation laser (RDC) : diodes laser à émission par la tranche, 850nm et 1.5microns, 500mW max en mode pulsé.

* Centrale de masques (salle propre, sous-sol) : Argon 5W toutes raies

* Salle Optique Non Linéaire : Laser impulsif (OPO) : impulsions de 10microJoule/impulsion. Durée d'impulsion : 15ps à une fréquence de 10Hz. Longueur d'onde de 0.7 à 2 microns.

* D'autres lasers utilisés comme source lumineuse sont installés sur des expérimentations à vocation autre que l'optique ou la photonique :

- lasers fibrés 1.5microns pour liaisons Gbits (salle de caractérisations microondes),
- diode laser 1W à 830nm (tests de microsystèmes, sous-sol)

Je vous saurai gré de bien vouloir me transmettre un devis relatif à l'expertise de ce matériel, ainsi que la durée d'expertise et les délais requis.

Je me tiens à votre disposition pour tout renseignement nécessaire,
Avec mes remerciements,

Corinne Vergnenègre

Fiche signalétique "Risques LASER"

Type de laser : Argon
Classe : 4

Localisation : Bâtiment C

Salle : 86

Mode de fonctionnement : continu

Puissance : 7W toutes raies

Longueur d'onde : 488-514nm

Risques :

- œil : vision directe du faisceau toujours dangereuse
- œil : réflexions diffuses sans risque si la distance minimale est supérieure à 13cm
- peau : brûlure
- risque d'incendie

Fiche signalétique "Risques LASER"

Type de laser : Argon
Classe : 4

Localisation : Bâtiment C

Salle : 86

Mode de fonctionnement : continu

Puissance : 1W

Longueur d'onde : 514nm

Risques :

- œil : vision directe du faisceau toujours dangereuse
- œil : réflexions diffuses sans risque si la distance minimale est supérieure à 13cm
- peau : brûlure
- risque d'incendie

Fiche signalétique "Risques LASER"

Type de laser : Argon
Classe : 4

Localisation : Bâtiment A

Salle : S12

Mode de fonctionnement : continu

Puissance : 5W toutes raies

Longueur d'onde : 360nm

Risques :

- œil : vision directe du faisceau toujours dangereuse
- œil : réflexions diffuses sans risque si la distance minimale est supérieure à 13cm
- peau : brûlure
- risque d'incendie

Fiche signalétique "Risques LASER"

Type de laser : Titane:Saphir
Classe : 4

Localisation : Bâtiment C

Salle : 86

Mode de fonctionnement : continu

Puissance : 2W

Longueur d'onde : 750nm-1 μ m

Risques :

- œil : vision directe du faisceau toujours dangereuse
- œil : réflexions diffuses sans risque si la distance minimale est supérieure à 13cm
- peau : brûlure
- risque d'incendie

Fiche signalétique "Risques LASER"

Type de laser : YAG pulsé + générateur paramétrique
Classe : 4

Localisation : Bâtiment A

Salle : S28

Mode de fonctionnement : pulsé : 15ps, 10Hz

Puissance : jusqu'à 50mJ/impulsion

Longueur d'onde : ajustable de 750nm à 2 μ m

Risques :

- œil : vision directe du faisceau toujours dangereuse
- œil : réflexions diffuses sans risque si la distance minimale est supérieure à 13cm
- peau : brûlure
- risque d'incendie

Fiche signalétique "Risques LASER"

Type de laser : DL à émission par la surface (VCSEL)
Classe : 3B

Localisation : Bâtiment C

Salle : 86

Mode de fonctionnement : continu

Puissance : 50mW

Longueur d'onde : 830nm

Risques :

- œil : vision directe du faisceau toujours dangereuse
- œil : réflexions diffuses sans risque si la distance minimale est supérieure à 13cm
- peau : brûlure

Fiche signalétique "Risques LASER"

Type de laser : DL à émission par la tranche
Classe : 3B

Localisation : Bâtiment C

Salle : 88

Mode de fonctionnement : continu

Puissance : 0.5W

Longueur d'onde : 830nm, 1.3 μ m, 1.5 μ m

Risques :

- œil : vision directe du faisceau toujours dangereuse
- œil : réflexions diffuses sans risque si la distance minimale est supérieure à 13cm
- peau : brûlure

Fiche signalétique "Risques LASER"

Type de laser : Hélium Néon
Classe : 2

Localisation : Bâtiment C

Salle : 88

Mode de fonctionnement : continu

Puissance : 2mW

Longueur d'onde : 633nm

Risques :

- œil : vision directe du faisceau dangereuse

Fiche signalétique "Risques LASER"

Type de laser : Hélium Néon
Classe : 2

Localisation : Bâtiment A

Salle : S12

Mode de fonctionnement : continu

Puissance : 2mW

Longueur d'onde : 633nm

Risques :

- œil : vision directe du faisceau dangereuse