



HAL
open science

FOTON - Fonctions Optiques pour les Technologies de l'information

Rapport Hcéres

► **To cite this version:**

Rapport d'évaluation d'une entité de recherche. FOTON - Fonctions Optiques pour les Technologies de l'information. 2011, Université de Rennes 1, Centre national de la recherche scientifique - CNRS, Institut national des sciences appliquées de Rennes. hceres-02034368

HAL Id: hceres-02034368

<https://hal-hceres.archives-ouvertes.fr/hceres-02034368>

Submitted on 20 Feb 2019

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.



agence d'évaluation de la recherche
et de l'enseignement supérieur

Section des Unités de recherche

Rapport de l'AERES sur
l'unité :

Fonctions Optiques pour les Technologies de
l'Information – FOTON

sous tutelle des
établissements et organismes :

Université Rennes 1 (ENSSAT)

INSA de Rennes

CNRS-INSIS

Novembre 2010



agence d'évaluation de la recherche
et de l'enseignement supérieur

Section des Unités de recherche

Rapport de l'AERES sur l'unité :

Fonctions Optiques pour les Technologies de
l'Information – FOTON

sous tutelle des
établissements et organismes :

Université Rennes 1 (ENSSAT)

INSA de Rennes

CNRS-INSIS

Le Président de l'AERES

Didier Houssin

Section des unités
de recherche

Le Directeur

Pierre Glorieux

Novembre 2010



Unité

Nom de l'unité : Fonctions Optiques pour les Technologies de l'information FOTON

Label demandé : UMR

N° si renouvellement : 6082

Nom du directeur : M. Jean-Claude SIMON

Membres du comité d'experts

Président :

M. Eric TOURNIE, Université Montpellier 2, France

Experts :

M. Philippe BOUCAUD, CNRS, France

M. Jean-Pierre HAMAIDE, Alcatel-Lucent, France

M. Guy HOLLINGER, CNRS, France, CoNRS

Mme Isabelle LEDOUX, ENS Cachan, CNU

M. Sebastan LOURDUDOSS, KTH, Suède

Représentants présents lors de la visite

Délégué scientifique représentant de l'AERES :

M. Alain CAPPY

Représentant(s) des établissements et organismes tutelles de l'unité :

M. Claude AMRA, CNRS

M. Mhamed DRISSI, INSA de Rennes

M. Alain JIGOREL, INSA de Rennes

M. Claude LABIT, Université Rennes 1



Rapport

1 • Introduction

- Date et déroulement de la visite :

La visite de l'unité FOTON s'est déroulée les 30 novembre et 1er décembre; l'agenda a été établi sur une durée totale de 1 jour et demi. Après un exposé sur le bilan et le projet du laboratoire, les deux équipes ont été présentées par leurs responsables. La présentation des activités de l'équipe 1 (FOTON-ENSSAT) s'est accompagnée de la diffusion de vidéos permettant une visite virtuelle du site lannionais tandis que les laboratoires du site FOTON-INSA ont pu être réellement visités. Des rencontres avec les différentes catégories de personnels, avec les tutelles et avec la future direction de l'unité ont été organisées. Des réunions à huis clos du comité de visite ont permis aux experts de travailler à la préparation du rapport d'évaluation du laboratoire. Le rapport d'activité et tous les documents papier ainsi que les supports visuels des présentations ont été d'une excellente qualité de même que l'organisation générale de la visite.

- Historique et localisation géographique de l'unité et description synthétique de son domaine et de ses activités :

L'UMR 6082 FOTON (Fonctions Optiques pour les Technologies de l'information) est une unité sous tutelle de l'Université de Rennes 1 (ENSSAT), de l'INSA de Rennes et du CNRS (INSIS).

Son origine remonte à la décision gouvernementale du 14 mai 1997 qui a déchargé France Télécom de sa mission de contribution à la recherche publique, notamment dans le domaine des composants et systèmes pour les infrastructures des réseaux. Afin de préserver une partie des compétences de recherche, le transfert d'une centaine de chercheurs du CNET vers des organismes publics d'enseignement supérieur et de recherche directement concernés fut programmé sur 5 ans. En Bretagne, une trentaine de personnes ont été transférées, dont une vingtaine sur la thématique concernée ici, dans le cadre de la constitution du GIS "FOTON".

Afin de structurer plus solidement cette nouvelle thématique de recherche régionale, le département STIC du CNRS a créé en 2004 l'UMR FOTON impliquant les trois principales équipes constitutives du GIS FOTON. Cette Unité a pour vocation de faire progresser les recherches dans le domaine de l'optique, de l'optoélectronique et de la photonique appliquées principalement aux télécommunications.

Une spécificité de FOTON est que ses personnels étaient jusqu'à présent répartis sur trois équipes, chacune étant localisée sur un site géographique et rattachée à un établissement de tutelle (ENSSAT Lannion, INSA Rennes et Télécom Bretagne) différents. Le projet pour le prochain quadriennal repose sur deux équipes puisque FOTON-Telecom-Bretagne quitte l'unité.

Par ailleurs, trois plates-formes technologiques sont intégrées au laboratoire : le Centre Commun Lannionais d'Optique (CCLO) dédié aux technologies de micro-optique et optique intégrée, regroupant une quinzaine de personnes, la Plate-forme d'Evaluation et de Recherche sur les SYStèmes de Transmission optique à très grande capacité (PERSYST) incluant 6 personnes dont deux permanents, et la plate-forme Nano-Rennes, en partage avec l'IETR, dédiée aux technologies des semi-conducteurs pour la microélectronique et la photonique.

La création d'un laboratoire commun avec Orange Labs dans le cadre d'un Contrat de Recherche Collaborative est en cours de montage.

- Equipe de Direction :

Le laboratoire est dirigé par un directeur (Jean-Claude SIMON, Université de Rennes 1/Enssat (Directeur et responsable équipe E1)) assisté de deux responsables d'équipes (Alain LE CORRE, INSA Rennes (responsable équipe E2) et Jean-Louis DE BOUGRENET DE LA TOCNAYE, Telecom Bretagne (responsable équipe E3)).



Compte tenu du départ de l'équipe de Telecom Bretagne, la prochaine direction sera formée d'un directeur (Pascal BESNARD, Université de Rennes 1/Enssat, est pressenti) et d'un directeur adjoint (Alain LE CORRE, INSA Rennes est pressenti).

L'équipe de direction est assistée d'un conseil de direction (DU + responsables d'équipes), d'un conseil scientifique (DU + responsables équipes + responsables plateformes + responsables groupes thématiques) et du conseil de laboratoire.

- Effectifs de l'unité (sur la base du dossier déposé à l'AERES) :

Actuellement FOTON réunit environ 120 personnes (52 enseignants-chercheurs et chercheurs, 16 personnels de soutien à la recherche, 11 personnels contractuels de longue durée, 39 doctorants) qui sont réparties sur 3 équipes, chacune étant localisée sur un site géographique et rattachée à un établissement de tutelle :

- équipe FOTON-ENSSAT à Lannion: 21 EC et C, 5,4 ITA-IATOS, 10 CDD longue durée, 16 doctorants ;
- équipe FOTON-INSA à Rennes : 18 EC et C, 9,2 ITRF, 0 CDD longue durée, 13 doctorants ;
- équipe FOTON-Télécom Bretagne à Brest: 13 EC et C, 1,3 ITA, 1 CDD longue durée, 10 doctorants.

Notons que le périmètre de l'unité évolue très sensiblement dans le projet puisque l'équipe FOTON-Telecom Bretagne quitte l'unité. Cela se traduira par le départ de 9 EC/C mais Telecom-Bretagne maintiendra 4 personnes dans l'équipe FOTON-ENSSAT à Lannion.

	Dans le bilan	Dans le projet
N1 : Nombre d'enseignants-chercheurs (cf. Formulaire 2.1 du dossier de l'unité)	47	39
N2 : Nombre de chercheurs des EPST ou EPIC (cf. Formulaire 2.3 du dossier de l'unité)	2,2	1,2
N3 : Nombre d'autres enseignants-chercheurs et chercheurs y compris chercheurs post-doctorants (cf. Formulaire 2.2, 2.4 et 2.7 du dossier de l'unité)	10	2
N4 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs titulaires (cf. Formulaire 2.5 du dossier de l'unité)	18.9	17,5
N5 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs non titulaires (cf. Formulaire 2.6 du dossier de l'unité)	25	13
N6 : Nombre de doctorants (cf. Formulaire 2.8 du dossier de l'unité)	38	22
N7 : Nombre de personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	24	20

2 • Appréciation sur l'unité

Les commentaires et appréciation, portés ci-dessous ne concernent que les deux équipes FOTON-ENSSAT et FOTON-INSA partenaires du projet d'unité.

- Avis global sur l'unité :

L'UMR 6082 FOTON (Fonctions Optiques pour les Technologies de l'information) est une unité sous tutelle de l'Université de Rennes 1 (ENSSAT), de l'INSA Rennes et du CNRS (INSIS). L'unité a été créée en 2004 à partir d'un GIS éponyme. Elle a pour vocation de faire progresser les recherches dans le domaine de l'optique, de l'optoélectronique et de la photonique appliquées principalement aux télécommunications. Lors de ce quadriennal le laboratoire était implanté sur trois sites (Lannion, Rennes et Brest). L'équipe de Brest se retirant



de l'unité, le projet est bâti avec les deux équipes de Lannion et Rennes. Il s'appuie sur trois plateformes, une à Rennes et deux à Lannion.

FOTON constitue un pôle national de référence dans le domaine des systèmes de télécommunications optiques. Il présente dans ses deux équipes des thèmes forts et bien identifiés au niveau national et international : traitement du signal optique, composants à boîtes et fils quantiques dans la filière InP, fibres optiques non linéaires en verre de chalcogénures. La production scientifique est de très bonne qualité, plusieurs prix de thèses sont venus récompenser les travaux des équipes.

FOTON a su s'ouvrir vers l'extérieur. Il est très actif dans le montage de projets et dans les réponses aux appels d'offres. Il a participé à plusieurs réseaux et projets européens. Il est au cœur de la stratégie scientifique de la Région Bretagne qui lui a apporté un très fort soutien dans le cadre du CPER. Son attractivité et ses thématiques lui ont permis de recruter des enseignants-chercheurs de haut niveau.

Toutefois, la structure et l'organisation de FOTON manquent de lisibilité. L'absence de stratégie commune des tutelles locales (INSA, UR1-ENSSAT) et la gouvernance actuelle ne permettent pas le fonctionnement attendu d'une UMR. La direction dispose de trop peu de marges de manœuvre pour mettre en place une véritable politique scientifique d'unité. La communication (entre équipes et vers l'extérieur) est actuellement défailante, mais le comité considère que la future gouvernance, avec la création d'un directeur adjoint et la réorganisation des conseils, va dans le bon sens. La restructuration du site lannionais (passage de cinq à deux groupes) ne va pas jusqu'au bout de sa logique qui aurait été de créer deux équipes bien identifiées. Les plateformes de Lannion qui possèdent des équipements exceptionnels, qui obtiennent des résultats à l'état de l'art et qui semblent parfois se comporter comme de vrais groupes de recherche, doivent mieux être intégrées aux groupes de recherche.

Dans un contexte de plus en plus compétitif, les acteurs de FOTON n'ont pas suffisamment muri leur stratégie scientifique pour le moyen terme. Il reste à mettre en place des synergies fortes entre les aspects « systèmes » étudiés à Lannion et les aspects « composants photoniques » développés à Rennes. L'unité dispose de tous les atouts pour occuper une place de premier plan, originale et spécifique dans le paysage national; elle doit en profiter.

- Points forts et opportunités :

- Thèmes forts et bien identifiés au niveau national et international : traitement du signal optique, composants à boîtes et fils quantiques dans la filière InP, fibres optiques non linéaires en verre de chalcogénures.
- La production scientifique de FOTON est de très bonne qualité. Le laboratoire est très actif dans le montage de projets, dans les réponses aux appels d'offres et notamment au niveau de la participation à des réseaux européens.
- Le positionnement thématique est en adéquation forte avec la politique scientifique de la Région Bretagne, ce qui a permis des soutiens importants dans le cadre du CPER et offre de nouvelles opportunités au niveau des appels à projets « Investissements d'avenir ».
- Le laboratoire peut s'appuyer sur des plateformes internes de qualité. La plateforme PERSYST en particulier représente l'excellence dans son domaine et permet à l'équipe de Lannion d'établir des résultats à l'état de l'art mondial.
- L'équipe de Rennes présente un continuum de compétences dans la filière InP, allant du matériau jusqu'au composant en passant par la simulation des nanostructures et leur épitaxie.
- L'unité possède une marge de progression importante si des synergies sont mises en œuvre entre les sites de Lannion et Rennes.
- La création d'un laboratoire commun avec Orange Labs est une bonne opportunité pour valoriser les travaux de FOTON si le partenariat est équilibré.
- Le laboratoire a une politique d'ouverture qui lui permet de nombreux recrutements externes de personnels de haut niveau.



- Points à améliorer et risques :

- Le laboratoire n'a pas suffisamment mûri sa stratégie scientifique et sa vision de développement pour le moyen terme. Le pilotage semble reposer sur des projets plutôt que sur des choix politiques avérés, ce qui peut conduire à une certaine dispersion. L'équipe de Direction de FOTON, les responsables d'équipes et de groupes doivent élaborer une véritable stratégie scientifique en sachant faire des choix.
- L'implantation du laboratoire sur deux sites distants de 150 km est un facteur déstructurant qui pénalise de facto les collaborations entre les équipes. Ceci est renforcé par l'historique de l'unité qui résulte de la fusion de deux laboratoires, et par le fait que les personnels de chaque site dépendent d'une seule tutelle, respectivement UR1-ENSSAT à Lannion et INSA à Rennes. Le sentiment d'appartenance à une tutelle plutôt qu'au laboratoire est très prégnant, d'autant que les établissements semblent plus se préoccuper de leurs composantes locales que de favoriser le développement unitaire du laboratoire. Chaque site a donc trop tendance à fonctionner de façon totalement autonome, et le laboratoire en fédération plutôt qu'en UMR. Le risque à terme pourrait être une scission de l'unité, toujours à la merci de politiques d'établissements qui pourraient être changeantes...
- La structuration et l'organisation du Laboratoire FOTON sont très peu lisibles. Si cela a pu être justifié au moment de la création de l'unité, il est surprenant que les équipes continuent à porter le nom de leurs tutelles respectives dans le projet : équipes FOTON-ENSSAT et FOTON-INSA. Concernant le site de Lannion, la structuration en une seule équipe est aussi surprenante. L'affichage de deux équipes (les groupes COSIFAN et TOSCA) serait plus cohérent. Le groupe TOSCA est bâti sur un rassemblement de compétences plus que sur une véritable stratégie scientifique. Sa cohérence en tant que groupe reste à démontrer.
- L'articulation entre les groupes de recherche et les plateformes du site de Lannion manque aussi de lisibilité et de cohérence, les plateformes pouvant par certains aspects être assimilées à des groupes de recherche en tant que tels. D'une façon générale, les plateformes semblent encore relativement peu ouvertes sur l'extérieur et un mode de gestion plus clair doit être mis en place.
- L'absence de stratégie commune (pas de convention) entre les tutelles UR1 et INSA destinée à favoriser la bonne organisation de l'UMR prive la direction du laboratoire de marges de manœuvre. Elle ne peut donc disposer des outils et des moyens nécessaires à la mise en place d'une politique scientifique incitative forte.

- Recommandations :

Dans un contexte très compétitif où chacun doit élever son niveau, le laboratoire FOTON ne pourra se développer, être pérennisé et recevoir des soutiens, dont ceux du CNRS, que s'il devient un vrai laboratoire ayant une taille critique. Ceci doit passer par une prise de conscience de l'ensemble des tutelles et acteurs de FOTON, le laboratoire ayant tous les atouts pour réussir cette mutation.

- Politique scientifique :

Une véritable réflexion, approfondie, doit être menée par les responsables de chaque équipe et du laboratoire de façon à mettre en place une politique scientifique avec des objectifs clairs et ambitieux pour le moyen terme. Cette réflexion pourrait utilement s'appuyer sur une "feuille de route" des composants et systèmes photoniques pour les télécommunications, à établir en collaboration avec les partenaires traditionnels du laboratoire tels que Orange ou Alcatel-Lucent. La mise en place du Laboratoire commun avec Orange sera une bonne opportunité pour avancer dans cette direction.

L'organisation interne et la définition des partenariats nécessaires découleront de cette analyse. La complémentarité des approches, plutôt « systèmes » à Lannion et plutôt « composants » à Rennes, est un atout du laboratoire qui doit lui permettre de développer des synergies fortes et d'occuper une place tout à fait originale et spécifique dans le paysage national. FOTON doit capitaliser sur ses points forts, le traitement du signal optique et les matériaux pour l'optique non linéaire à Lannion, les nanostructures à base d'InP à Rennes, pour créer et assoir son leadership. Il doit développer en interne les compétences minimales pour fabriquer les composants de base servant de preuve de concept et établir des collaborations adéquates et pérennes avec les autres acteurs nationaux académiques (comme le réseau RENATECH) ou industriels (comme III-V Lab) pour



fabriquer et/ou obtenir les composants aux propriétés avancées nécessaires pour les applications aux télécommunications.

FOTON gagnerait à rendre plus lisibles ses thématiques de recherche en dissociant le nom de ses équipes du nom de leurs tutelles et en affichant trois équipes plutôt que deux. Le choix d'un nom d'équipe n'est jamais anodin et impose une réflexion sur ses objectifs. Si la pertinence et la cohérence des groupes/équipes FOTON-ENSSAT-COSIFAN et FOTON-INSA sont avérés, il n'en est pas de même pour le groupe FOTON-ENSSAT-TOSCA qui est plutôt construit sur un rassemblement de compétences et de moyens. Il faudra veiller à ce que ce groupe (ou équipe) se construise un avenir sur des objectifs scientifiques partagés en affichant des priorités.

Enfin, au-delà de la participation ponctuelle à des réseaux ou contrats européens, le laboratoire devrait mettre en place une politique de relations internationales plus dynamique afin d'amplifier son rayonnement. Un objectif pourrait être d'établir des collaborations pérennes avec quelques partenaires étrangers renommés. Cela pourrait aussi passer par le recrutement de post-docs étrangers, par l'invitation pour des séjours de plus ou moins longue durée de collègues étrangers, par des séjours de chercheurs de FOTON à l'étranger, etc..

- Organisation interne, Direction, Gouvernance :

Six ans après sa création, l'unité doit vraiment fonctionner en UMR. Le rôle de la future équipe de direction de FOTON sera essentiel pour atteindre cet objectif. Le directeur devra être le directeur pour toute l'UMR et prendre du recul par rapport à son appartenance à l'une des tutelles académiques afin d'éviter le ressenti d'un pilotage unique de FOTON par cette tutelle. Si une direction tournante n'a pas de sens, il doit être clairement établi que le directeur peut a priori émaner de n'importe laquelle des équipes et tutelles. Le fait d'avoir un directeur qui ne sera pas le responsable de l'équipe de l'ENSSAT et la création du poste de directeur-adjoint sont des avancées positives. Le directeur adjoint devra avoir aussi des fonctions de gestion commune, en plus de sa responsabilité de site.

Pour progresser vers une organisation plus cohérente, il serait pertinent de viser une structuration plus lisible en distinguant les équipes de recherche de FOTON des tutelles ENSSAT et INSA. Une façon d'avancer significativement pourrait être d'aller vers une organisation à 3 équipes : "Cosifan", "Tosca" côté Lannion et "Matériaux et Composants Photoniques" côté Rennes (intitulés plus précis à trouver).

Il faut chercher à créer un véritable esprit FOTON. Une stratégie volontariste serait aussi de mettre en place les outils pour favoriser les synergies internes : opérations de recherche transversales, appels d'offres internes, séminaires de brainstorming, journées à l'extérieur, journées des doctorants, site WEB unique, lettre d'information, plaquette,

Toujours pour une meilleure lisibilité et une meilleure efficacité, il faudrait améliorer le positionnement respectif des équipes de recherche et des plates-formes. Les projets de recherche devraient être essentiellement du ressort des équipes de recherche alors que les plateformes sont là pour gérer des moyens techniques et assurer des prestations. Cela impliquerait pour les acteurs une double affiliation Equipe/plateforme et la mise en place d'une politique de promotion et de gestion des prestations ou des projets exogènes.

Le développement de FOTON passe aussi par un renforcement de ses ressources humaines. Il est recommandé de mettre en place une stratégie pour attirer de bons candidats susceptibles d'intégrer le CNRS.

- Recommandations pour les tutelles :

Il est recommandé d'établir une convention de Laboratoire entre toutes les tutelles ayant pour objectif d'harmoniser leurs engagements et de définir des règles de saine gestion. La convention devrait prévoir la mise en place d'un comité de pilotage réunissant annuellement les parties prenantes.

Il s'agira de permettre une gestion unitaire de l'unité en apportant de la souplesse et de la flexibilité à la gestion financière. Il faut tendre vers une plus grande mutualisation des moyens afin de dégager des marges de manoeuvre pour que la direction de l'unité puisse mettre en place une véritable politique scientifique. Les projets associant les deux composantes ENSSAT et INSA devraient pouvoir être gérés par une seule tutelle, le CNRS par exemple, pour faciliter leur mise en œuvre.



FOTON est adossé à des plateformes techniques de qualité dont beaucoup de personnels hautement qualifiés sont sur des contrats de type CDD (essentiellement à Lannion). Étant donné l'importance de ces plateformes qui font la spécificité du laboratoire au niveau national et international, il est recommandé aux tutelles d'explorer toutes les possibilités pour bien les soutenir et pour stabiliser les personnels indispensables à leur bon fonctionnement.

- Données de production :

(cf. http://www.aeres-evaluation.fr/IMG/pdf/Criteres_Identification_Ensgts-Chercheurs.pdf)

A1 : Nombre de producteurs parmi les chercheurs et enseignants chercheurs référencés en N1 et N2 dans la colonne projet	37
A2 : Nombre de producteurs parmi les autres personnels référencés en N3, N4 et N5 dans la colonne projet	14
A3 : Taux de producteurs de l'unité $[A1/(N1+N2)]$	0,92
A4 : Nombre d'HDR soutenues (cf. Formulaire 2.10 du dossier de l'unité)	5
A5 : Nombre de thèses soutenues (cf. Formulaire 2.9 du dossier de l'unité)	46

3 • Appréciations détaillées :

Note : Les données, commentaires, appréciations, portées ci-dessous ne concernent que les deux équipes FOTON-ENSSAT et FOTON-INSA partenaires du projet d'unité.

- Appréciation sur la qualité scientifique et la production :

Fondée sur des compétences issues de 30 années de R&D en télécommunications optiques, l'UMR 6082 FOTON (Fonctions Optiques pour les Technologies de l'informatiON) fédère en Bretagne la recherche en optique et photonique appliquée. Le laboratoire s'est positionné dès sa création sur le thème des technologies optiques et photoniques pour les télécommunications. Les sujets abordés vont "du matériau au système" : de la croissance épitaxiale de nanostructures quantiques au traitement du signal optique en passant par l'étude de composants ultrarapides et l'optique intégrée à base de polymères. Le positionnement de ce laboratoire dans la recherche française est donc assez unique.

Des résultats scientifiques marquants ont été obtenus dans divers domaines tels que le traitement du signal optique, la croissance épitaxiale des lasers à semiconducteurs à base de boîtes et fils quantiques, les fibres optiques non linéaires en verre de chalcogénures. Le laboratoire a su s'imposer comme un pôle national de premier plan dans le domaine des technologies optiques pour les télécommunications avec un réel rayonnement international, notamment grâce à l'équipe de l'ENSSAT.

Le bilan de la production scientifique de FOTON pour la période 2006 à mi-2010 s'établit ainsi : 167 articles dans des revues avec comité de lecture répertoriées dans les bases de données internationales (ACL), 5 chapitres ou ouvrages scientifiques (OS), 40 communications invitées (INV) dans des congrès internationaux (30) et nationaux (10), 269 communications, dont certaines avec actes, dans des congrès internationaux (ACTI), 77 conférences nationales avec actes (ACTN), 43 conférences nationales ou internationales sans actes (COM), 5 brevets, 28 thèses et 5 HDR soutenues.

80% des ACL sont publiés dans des revues avec un facteur d'impact >1 et 25% des ACTI sont issus de conférences sélectives, c'est-à-dire de rang A. 92% des EC/C sont producteurs. Compte tenu de la qualité des résultats, on attendrait néanmoins un plus grand nombre d'invitations dans les conférences internationales



(~30). Enfin, le nombre de communications (~8 ACTI) et articles (~5 ACL) communs aux deux équipes est très faible, ce qui traduit le peu de collaborations réelles entre les sites.

Le nombre de thèses (28) et HDR (5) soutenues correspond au potentiel de l'unité (42 EC/C dont 20 HDR).

Les relations contractuelles mises en place par FOTON sont variées et nombreuses. On relève ~40 contrats durant la période de référence pour un montant de près de 8 M€ sur le quadriennal. Au total, les ressources contractuelles représentent environ un tiers du budget consolidé pour les deux dernières années (2008 et 2009). Ces ressources importantes montrent le dynamisme des équipes de FOTON. La situation peut toutefois varier d'une équipe à l'autre, d'un thème à l'autre. On notera la participation à : 3 réseaux d'excellence européens (FP6), 3 projets européens du FP7, 16 projets ANR dont 8 sur l'appel "Telecom", 4 projets DGE/FUI, 8 projets régionaux et 5 projets industriels. 7 projets ont été labellisés par le pôle de compétitivité Images & Réseaux et 2 projets par le pôle Valorial.

On relève un très fort soutien du CPER (2,8 M€), de l'Etat à travers ses divers appels d'offre (2,8 M€) et de la Région Bretagne (1 M€). A contrario, le budget émanant de l'Europe est relativement faible (0,7 M€) malgré 6 contrats.

- **Appréciation sur le rayonnement, l'attractivité, et l'intégration de l'unité de recherche dans son environnement :**

Les membres de FOTON ont reçu plusieurs prix dont la plupart récompensent des doctorants ce qui montre le très bon niveau des thèses produites : Prix et Médaille Rudolph Kingslake (2007), 3ème Prix de thèse du réseau d'excellence SANDIE (2007), Mention spéciale du prix Bretagne Jeune Chercheur (2007), Student prize in the CMOS Photonics - 5th Optoelectronic and Photonic Winter school (2009), 2009 IEEE Photonics Society Student Travel Grant Award, finale du Corning Outstanding Student Paper Award (2009 et 2010).

Les membres du laboratoire ont donné ~30 communications invitées dans des conférences internationales. Plusieurs EC/C des deux équipes sont membres de comités de programme de conférences internationales (CLEO, ECOC, PRE, IPRM,..). Plusieurs colloques nationaux et internationaux ont été organisés par les deux équipes.

La participation à des projets et surtout à des réseaux d'excellence européens du FP6 a permis au laboratoire de créer un tissu de relations au niveau du Continent. Cela a débouché sur de fructueuses collaborations avec de nombreuses publications co-signées. On pourra regretter que cela ne se soit pas traduit par des échanges de longue durée de chercheurs et par l'établissement de collaborations pérennes sur le long terme.

FOTON aura réussi dans le quadriennal en cours à préserver tous ses postes statutaires, EC/C comme ITA/IATOSS. Le laboratoire a appliqué une politique d'ouverture qui lui a permis de recruter la grande majorité (75%) des personnels à l'extérieur et de faire venir des chercheurs de haut niveau, en particulier dans l'équipe INSA. Ceci révèle un pouvoir attractif certain.

Un effort devrait néanmoins encore être fait vers le recrutement de post-docs, étrangers en particulier.

Un nombre important de personnels techniques occupant des postes clés dans les équipes de Lannion, et en particulier sur les plateformes, est en situation précaire, sur des contrats CDD régulièrement renouvelés et financés sur les projets de recherche. Outre que cette situation est délicate sur le plan humain, elle peut menacer la pérennité des plateformes. Or, celles-ci représentent un des atouts du site lannionais. La plateforme PERSYST a ainsi permis d'établir plusieurs records mondiaux en traitement optique du signal. Il est indispensable de trouver des solutions à ce problème, par exemple par redéploiement interne et/ou en sollicitant fortement l'appui des tutelles.

Comme indiqué dans l'item ci-dessus (Appréciation Scientifique et Production), le laboratoire est très actif dans la réponse aux divers appels d'offres et de nombreux projets ont été financés par les institutions variées (Europe, Etat, Collectivités, CPER, ..) pour un montant de ~8 M€. Plusieurs projets sont labellisés par des pôles de compétitivité. FOTON est en particulier impliqué dans des projets FUI en partenariat étroit avec des industriels. Un laboratoire commun est en cours de création avec le partenaire historique Orange Labs dans le cadre d'un Contrat de Recherche Collaborative. Cela pourra sans doute être un moyen de mieux valoriser les résultats du laboratoire, en particulier dans le domaine principal des télécoms entendu au sens large.



Globalement, le rayonnement du laboratoire est très bon, y compris à l'international. Ceci doit beaucoup à l'équipe de l'ENSSAT qui a établi l'Etat de l'Art dans divers domaines du traitement du signal optique. Néanmoins, un effort doit être fait afin de renforcer l'attractivité de l'unité notamment vis-à-vis de l'étranger.

- **Appréciation sur la gouvernance et la vie de l'unité :**

Une spécificité de FOTON est que le laboratoire est multi-sites, avec une équipe basée à l'ENSSAT à Lannion (FOTON-ENSSAT) et une autre à l'INSA à Rennes (FOTON-INSA). En outre, les personnels de l'enseignement supérieur de chaque site sont rattachés exclusivement à la tutelle locale. Le sentiment d'appartenance/dépendance des personnels à leur tutelle est si prégnant qu'il semble en devenir pesant, en particulier pour les ITRF.

Les deux sites fonctionnent de manière quasiment autonome, comme le reflète l'intitulé même des équipes. Chacune fait gérer "ses" projets par "sa" tutelle puisqu'aucune convention n'est signée entre l'UR1 et l'INSA. De ce fait, la direction ne gère que les crédits de la tutelle dont dépend le directeur, UR1 actuellement, plus quelques crédits CNRS. Il est assez édifiant que FOTON apparaisse sous la forme de deux partenaires (FOTON-ENSSAT et FOTON-INSA) dans certains projets. Cela limite naturellement la mise en œuvre d'une politique scientifique et les collaborations entre les équipes de Rennes et Lannion, même si des actions ont récemment été initiées. Des discussions internes à l'unité, et entre les équipes et les tutelles, permettent néanmoins de réaliser ponctuellement des investissements communs lorsque cela est indispensable.

Trois plateformes font partie de FOTON, deux situées à Lannion, une à Rennes. Là encore, aucune relation ne semble exister entre ces plateformes alors que deux d'entre elles reposent sur une salle blanche. Leurs statuts, articulations par rapport aux groupes de recherche, rôles, ouverture vers l'extérieur ne sont pas clairs. Alors que celle de Rennes est une plateforme technologique au sens admis par la communauté académique - elle est d'ailleurs labellisée centrale de technologie de proximité - celles de Lannion s'apparentent plutôt à de vrais groupes de recherche disposant de moyens exceptionnels. Elles obtiennent d'ailleurs des résultats à l'état de l'art.

La communication du laboratoire FOTON en interne comme vers l'externe est également défaillante et peu cohérente. Chaque équipe possède son propre site web alors que celui de l'unité est très incomplet et toujours en construction. De plus, chacun des sites WEB d'équipe identifie FOTON à cette équipe, brouillant ainsi un peu plus l'image de l'unité. Enfin, les intitulés des équipes (FOTON-ENSSAT, FOTON-INSA) ne permettent pas de les associer à leurs thèmes scientifiques.

La communication interne (entre équipes) est non formalisée et visiblement très insuffisante. La création d'une fonction de directeur adjoint dans le projet et la nouvelle structure des conseils du laboratoire, mise en place en 2009, devraient permettre d'améliorer ces points pour tendre vers une meilleure communication interne, une meilleure représentativité et une vie de laboratoire plus efficace.

A contrario les acteurs de FOTON ont une très bonne culture de communication de leurs thématiques vers la société civile. Ils ont en particulier été moteurs dans de nombreuses animations ou ouvrages, à l'occasion des 50 ans du laser. Ils pourraient être cités en exemple de ce point de vue.

Tous les enseignants-chercheurs de l'unité interviennent dans des structures professionnalisantes, écoles d'ingénieur et IUT. Ils sont tous parfaitement intégrés et actifs dans leur structure d'enseignement et nombre d'entre eux occupent des postes à responsabilités.

Plusieurs cadres du laboratoire sont impliqués dans la gouvernance des pôles de compétitivité ou des laboratoires d'excellence en cours de montage en Bretagne. Ils participent ainsi à la structuration de la recherche. C'est d'ailleurs une des caractéristiques de FOTON que d'être l'unité structurante sur le thème "photonique pour les télécommunications" en Bretagne.

En résumé, les particularités de FOTON et le mode de gouvernance actuel ne permettent pas de structurer et de piloter de façon efficace l'unité. La direction a très peu de marges de manœuvre pour mettre en place, promouvoir et mener une politique scientifique claire et ambitieuse.



- **Appréciation sur la stratégie et le projet :**

Le projet de l'unité prévoit de poursuivre les travaux sur l'axe fort de la photonique pour les télécommunications optiques, tout en se diversifiant vers l'application de ces technologies à d'autres secteurs, notamment les capteurs pour la santé et les systèmes à base de lasers pour l'industrie et la sécurité. Le projet s'appuie sur une restructuration des groupes de recherche de l'unité. L'équipe FOTON-ENSSAT passe ainsi de cinq groupes à deux, chacun étant "adossé" à une plateforme. Si la création du groupe COSIFAN est naturelle vu la proximité thématique des deux groupes initiaux, la cohésion du groupe TOSCA doit être démontrée. L'équipe FOTON-INSA se présente dans le projet avec quatre groupes de recherche bien qu'elle semble plutôt fonctionner comme une vraie équipe. Elle s'appuie sur la plateforme rennais. Les mêmes remarques que précédemment peuvent être faites à propos de la relation groupes/plateformes qui n'est pas encore clarifiée sur le site lannionais.

Compte tenu des compétences du laboratoire les orientations proposées se déclinent selon les axes suivants :

1. Photonique pour les Systèmes de Télécommunication
2. Nanostructures semi-conductrices pour la Photonique
3. Technologies et Dispositifs Photoniques

Si les contenus des 3 axes sont clairs et différenciés, la terminologie choisie et donc l'affichage le sont moins et pourraient conduire à quelques confusions.

Le premier point, porté par FOTON-ENSSAT, concerne la conception, la réalisation, la caractérisation et la validation « système » de composants et de dispositifs photoniques pour les télécommunications et pour le traitement du signal à très haut débit. C'est l'axe d'excellence du laboratoire actuellement. Il sera porté par le groupe "COSIFAN" et la plateforme "PERSYST". Les projets proposés sont pertinents, mais les objectifs et l'ambition qu'ils recouvrent ne sont pas suffisamment affirmés et développés.

Le deuxième point, porté par FOTON-INSA, est un thème situé en amont du premier. Il propose de poursuivre le développement de nanostructures et composants pour télécommunications à base de fils et boîtes quantiques dans la technologie InP, axe fort de l'équipe sur le dernier quadriennal. Le nombre de projets proposés est important, sans qu'il n'apparaisse de priorité ou hiérarchie claire. Un projet sur la photonique sur silicium est régulièrement mis en avant. Ce thème a été initié depuis quelques années, mais il n'a toujours pas donné de résultats significatifs. Un groupe "simulation" qui s'intéressera aussi bien aux nanostructures qu'aux composants apparaît dans l'organigramme. Il s'appuie sur le recrutement récent de plusieurs EC de haut niveau dans le domaine et constitue un atout pour l'équipe.

Enfin, le troisième point concerne la recherche technologique, ciblée vers la réalisation et la mise en œuvre de composants et dispositifs photoniques pour les télécommunications ou pour des secteurs d'applications connexes, tels que les capteurs pour la santé et les systèmes, notamment à base de lasers, pour l'industrie, la sécurité. Cet axe est porté essentiellement par le groupe TOSCA et la plateforme CCLO de l'équipe FOTON-ENSSAT. Il recouvre l'un des thèmes forts du laboratoire, l'étude des fibres optiques non linéaires en verre de chalcogénures. Comme indiqué dans le dossier, ce groupe est bâti sur les compétences des participants plutôt que sur des objectifs scientifiques partagés. L'homogénéité, la cohésion, la pérennité et les objectifs de ce groupe restent donc à démontrer.

Enfin, une thématique transverse au laboratoire est mise en avant, l'évolution vers les "green technologies". Si l'analyse est bonne, les propositions restent pour le moment très vagues et fort peu concrètes.

Le projet FOTON mentionne clairement le souhait du laboratoire de renforcer les actions communes entre les composantes lannionaise et rennais afin de profiter de leur complémentarité et créer des synergies. Des projets communs pertinents sont proposés dont certains sont déjà initiés. Cet aspect est positif et son amplification devra être encouragée. Le Projet de laboratoire commun avec Orange (qui reste malgré tout assez flou) pourra aussi être un cadre d'élaboration d'une stratégie commune et de mise en place de projets fédératifs au sein de FOTON.

La vision que l'unité développe de sa propre activité et de sa place dans la recherche internationale n'est pas développée dans le projet de l'unité alors que celle-ci a le potentiel pour s'inscrire parmi les leaders



mondiaux dans plusieurs thèmes stratégiques. Le pilotage par projets semble plutôt la règle, avec un risque de dispersion des activités. Il manque la définition d'une véritable stratégie et ambition pour le laboratoire.

4 • Analyse équipe par équipe et/ou par projet

- Intitulé de l'équipe et nom du responsable : FOTON - ENSSAT (E1) ; M. J-C. SIMON
- Effectifs de l'équipe ou affectés au projet (sur la base du dossier déposé à l'AERES) :

	Dans le bilan	Dans le projet
N1 : Nombre d'enseignants-chercheurs (cf. Formulaire 2.1 du dossier de l'unité)	18	21
N2 : Nombre de chercheurs des EPST ou EPIC (cf. Formulaire 2.3 du dossier de l'unité)	0,2	1,2
N3 : Nombre d'autres enseignants-chercheurs et chercheurs y compris chercheurs post-doctorants (cf. Formulaires 2.2, 2.4 et 2.7 du dossier de l'unité)	6	2
N4 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs titulaires (cf. Formulaire 2.5 du dossier de l'unité)	10	10
N5 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs non titulaires (cf. Formulaire 2.6 du dossier de l'unité)	24	13
N6 : Nombre de doctorants (cf. Formulaire 2.8 du dossier de l'unité)	17	12
N7 : Nombre de personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	13	13

- Appréciation sur la qualité scientifique et la production :

L'équipe FOTON-ENSSAT a une bonne production scientifique avec environ 110 publications dans des revues internationales à comité de lecture pour la période considérée (4,5 ans), soit 1 publication par an et par enseignant-chercheur, ou encore 2 par personnel de recherche en équivalent temps plein, ce qui correspond à une production légèrement supérieure à la moyenne dans le domaine. Le rayonnement de l'équipe se traduit également par le dépôt de 5 brevets depuis 2008, ce qui montre une bonne dynamique en termes de valorisation de la recherche. Le rayonnement de l'équipe se traduit également par 140 communications dans des congrès internationaux, dont 26 conférences invitées.

Parmi les résultats scientifiques marquants de l'équipe, il faut mentionner plusieurs performances de tout premier ordre dans le domaine du traitement du signal tout optique, notamment des records mondiaux dans le cadre de la mise au point d'un banc de mesure de bruit d'intensité laser, ou de débit d'horloges à base de bâtonnets quantiques. Une autre réalisation dépassant l'état de l'art est la mise en évidence de nonlinéarités cubiques record de fibres nanostructurées en chalcogénures.

D'autres travaux portent sur les lasers à fibre, les guides en silicium poreux dopés erbium, le projet de capteur de glucagon dans des microstructures à base de silicium poreux oxydé, les caractérisations d'aérosols atmosphériques.

L'activité scientifique de l'équipe s'appuie sur deux plates-formes à vocations complémentaires. CCLLO se consacre aux études liées au silicium poreux (qui représentent la grande majorité des publications), et, dans une



moindre mesure, aux guides polymères (avec un nombre limité de publications). La plateforme PERSYST se consacre à l'étude de composants et dispositifs pour les télécommunications, ainsi qu'aux systèmes de transmission à très haut débit, avec des résultats très prometteurs, notamment via la mise en œuvre de nouvelles techniques de traitement tout optique.

L'équipe présente également un volet d'activités plus « aval » avec le groupe CAPT qui a mis au point un bracelet de surveillance physiologique, en collaboration avec des structures hospitalières et industrielles. C'est dans ce groupe que l'aspect valorisation de la recherche et les initiatives de transfert industriel sont les plus développés. En contrepartie, ce groupe n'a quasiment pas de publications.

- **Appréciation sur le rayonnement, l'attractivité, et l'intégration de l'unité de recherche dans son environnement :**

Les membres de l'équipe FOTON-ENSSAT ont reçu plusieurs prix: Prix et Médaille Rudolph Kingslake (2007), Student prize in the CMOS Photonics - 5th Optoelectronic and Photonic Winter school (2009), 2009 IEEE Photonics Society Student Travel Grant Award, finale du Corning Outstanding Student Paper Award (2009 et 2010).

Les membres de l'équipe ont présenté ~20 communications invitées dans des conférences internationales. Plusieurs EC sont membres de comités de programme de conférences internationales (CLEO, ECOC, PRE,..). Ils ont organisé plusieurs colloques nationaux et internationaux. Ils participent également à la gouvernance des pôles de compétitivité bretons. Ils sont clairement identifiés comme étant les interlocuteurs pertinents dans le domaine des télécommunications optiques.

L'équipe participe à 2 réseaux d'excellence européens, un STREP, un ERA SPOT. En-dehors de ces projets, de nombreuses collaborations européennes et internationales ont été mises en place, notamment avec Cork (Irlande), l'Université d'Aalto en Finlande, le CNR en Italie. Un autre facteur de rayonnement est lié à la forte participation de l'équipe à des congrès internationaux et à son implication dans l'organisation de conférences.

Durant la période du quadriennal, l'équipe a participé à plus de 50 projets nationaux ou internationaux, conventions bilatérales ou financements régionaux. Cette implication à tous les niveaux, allant de grands réseaux d'excellence européens à des projets structurants pour la Région, témoigne d'une intégration « multiéchelle » de l'équipe à différents niveaux géographiques, sans oublier l'existence de plusieurs contrats et financements industriels.

Dix-huit thèses ont été soutenues sur la période 2006-2010. Douze sont en cours.

- **Appréciation sur le projet :**

Avec le regroupement en deux pôles, COSIFAN et TOSCA, le projet scientifique vise à remédier à une certaine dispersion et à assurer une meilleure intégration des activités fondamentales et appliquées. Chacun des groupes s'appuie sur une plate-forme spécifique.

Le groupe COSIFAN, adossé à la plateforme PERSYST, portera essentiellement un thème "Systèmes photoniques pour les télécommunications" qui adresse la conception, la réalisation, la caractérisation et la validation système de composants et de dispositifs photoniques pour les télécommunications et pour le traitement du signal à très haut débit. Cela recouvre les composants et fonctions optiques pour le traitement optique du signal (composants/dispositifs à très haute cadence pour traitement tout optique du signal, réseaux d'accès et métropolitain, ..), les dispositifs photoniques issus des technologies des télécommunications optiques, y compris les fibres optiques non linéaires en chalcogénures, les nouveaux formats de modulation. C'est actuellement l'axe d'excellence du laboratoire. Les projets affichés sont clairs, mais les objectifs et l'ambition qu'ils recouvrent ne le sont pas suffisamment.

Le groupe TOSCA, adossé à la plateforme CCLLO, est construit à partir d'un rassemblement de compétences, sans stratégie scientifique claire. La cohérence de ce groupe reste à créer et à démontrer. Il semble que les activités sur le silicium poreux soient les mieux placées au regard de la concurrence internationale. Les activités technologiques concernant les polymères électro-optiques devront chercher à atteindre l'état de l'art, par exemple via l'acquisition de moyens technologiques plus performants (nanoimprint, par exemple) et plus adaptés aux matériaux étudiés. L'utilisation de nouveaux matériaux et l'intégration de l'activité capteurs au sein d'un groupe plus



large devraient permettre à l'équipe de relever des défis importants, notamment dans le domaine de la télésurveillance médicale et des systèmes de télécommunication optiques à très haut débit.

Même si chaque plateforme s'insère dans un groupe, l'articulation plateformes/groupe de recherche n'est toujours pas suffisamment claire, les plateformes se comportant parfois comme de vrais groupes de recherche.

La création d'un laboratoire commun avec Orange Labs est une bonne opportunité pour approfondir la réflexion stratégique et pour valoriser les travaux de l'équipe.

- Conclusion :

- Avis global sur l'équipe :

L'équipe est globalement très dynamique. Elle a établi l'état de l'art en plusieurs domaines des systèmes de télécommunications ce qui lui vaut une vraie reconnaissance internationale. Elle a aussi obtenu des résultats marquants dans le domaine des chalcogénures à propriétés non linéaires.

La nouvelle organisation en deux groupes est pertinente, mais la logique aurait pu être poussée jusqu'au bout avec la création de deux équipes bien distinctes. Cela aurait amélioré la lisibilité de l'ensemble dans la mesure où il existe de fait une différence assez notable entre les groupes. COSIFAN est bâti autour d'un thème scientifique, les systèmes photoniques pour les télécommunications. TOSCA au contraire est construit à partir d'un rassemblement de compétences auquel il faut donner plus de lisibilité et qui doit se définir une stratégie de développement...

L'équipe semble souvent pilotée par des projets plutôt que par une politique murie et mise en place. Il manque encore une vision de son ambition pour le futur. Ce point est à travailler dans un contexte de plus en plus compétitif.

- Points forts et opportunités :

- Continuum de compétences allant du composant discret au système photonique.
- Groupe COSIFAN parmi les leaders mondiaux dans le domaine des systèmes optiques de télécommunication.
- Plateforme PERSYST de très haut niveau scientifique et technique en appui du groupe COSIFAN.
- Production scientifique de bon niveau avec une vingtaine de présentations invitées.
- Politique contractuelle dynamique : réseaux d'excellence européens, participation à différents projets ANR.
- Partenariats nationaux et européens bien établis.
- Positionnement et environnement régional favorable (politique de la Région Bretagne) pour le développement de composants télécom très haut débit.
- Création d'un laboratoire commun avec Orange Labs.
- Implication des cadres de l'équipe dans les instances de gouvernance des pôles de compétitivité et des initiatives d'excellence.

- Points à améliorer et risques :

- Malgré des progrès dans le projet, la structuration de l'équipe de Lannion n'est pas encore très lisible. La question de l'organisation en deux équipes se pose.
- Le groupe TOSCA est bâti sur un rassemblement de compétences plus que sur une stratégie scientifique. Sa cohérence en tant que groupe reste à démontrer.
- L'articulation entre les groupes de recherche et les plateformes du site de Lannion manque aussi de lisibilité, les plateformes pouvant par certains aspects être assimilées à des groupes de recherche en tant que tels.
- De nombreux personnels hautement qualifiés des plateformes sont en CDD. Le maintien des compétences peut donc être problématique à moyen et long termes.



- Les plateformes ne semblent pas suffisamment utilisées par l'extérieur et un mode de gestion clair reste à mettre en place.
- Le pilotage relève trop des projets et pas suffisamment d'une stratégie scientifique avec une véritable ambition.

▪ **Recommandations :**

- Mettre à profit la création d'un laboratoire commun avec Orange Labs pour établir une "feuille de route" de la photonique pour les télécommunications qui pourra servir de base à la réflexion stratégique de l'unité.
- Etre attentif à l'évolution du groupe TOSCA de façon à créer un vrai groupe doté d'objectifs identifiés.
- Revoir l'articulation plateformes/groupes de recherche. Ouvrir et promouvoir ces plateformes vers l'extérieur.
- Evaluer la pertinence d'une structuration en deux équipes. Cela permettrait également de créer des équipes identifiées par une thématique de recherche et non par l'appartenance à une tutelle.
- Développer les synergies avec l'équipe INSA et le sentiment d'appartenance au laboratoire FOTON, UMR UR1-INSA-CNRS.
- Continuer à essayer de recruter des chercheurs CNRS en attirant et en préparant des candidats de haut niveau.

- Intitulé de l'équipe et nom du responsable : FOTON-INSA (E2) ; M. A. LE CORRE
- Effectifs de l'équipe ou affectés au projet (sur la base du dossier déposé à l'AERES) :

	Dans le bilan	Dans le projet
N1 : Nombre d'enseignants-chercheurs (cf. Formulaire 2.1 du dossier de l'unité)	17	17
N2 : Nombre de chercheurs des EPST ou EPIC (cf. Formulaire 2.3 du dossier de l'unité)	1	0
N3 : Nombre d'autres enseignants-chercheurs et chercheurs y compris chercheurs post-doctorants (cf. Formulaires 2.2, 2.4 et 2.7 du dossier de l'unité)	4	0
N4 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs titulaires (cf. Formulaire 2.5 du dossier de l'unité)	12	12
N5 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs non titulaires (cf. Formulaire 2.6 du dossier de l'unité)	0	0
N6 : Nombre de doctorants (cf. Formulaire 2.8 du dossier de l'unité)	12	10
N7 : Nombre de personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	7	7

- **Appréciation sur la qualité scientifique et la production :**

L'équipe FOTON-INSA, constituée uniquement d'enseignants-chercheurs et d'ITRFs, est structurée en trois groupes et adossée une plate-forme technologique (NanoRennes). Les trois groupes sont respectivement les groupes « matériaux MBE », « caractérisation/simulation » et « technologie/salle blanche ». Le groupe caractérisation/simulation est le plus important numériquement avec 11 enseignants-chercheurs. Ses deux composantes "simulation" et "caractérisation" apparaissent d'ailleurs de façon autonome dans le projet (voir ci-dessous). FOTON-INSA couvre une filière complète allant du matériau au composant en passant par la



technologie, la caractérisation et la simulation. Cette intégration est une des forces de l'équipe. Cela lui permet de développer des études originales tout en collaborant avec de nombreux partenaires extérieurs.

- La production scientifique est articulée autour de trois thématiques:
- L'hétéroépitaxie et les nanostructures sur substrat InP
- Les nanostructures pour les télécommunications optiques
- La photonique sur silicium

L'équipe a développé au cours des années un véritable savoir-faire sur les nanostructures sur InP, faisant de FOTON un des laboratoires de référence au niveau national dans ce domaine. Cela lui a permis de faire la démonstration de lasers à 1.55 μm à base de nanostructures dont les performances sont à l'état de l'art. La démonstration et le développement de composants actifs ainsi que leur analyse dynamique constituent une des forces du laboratoire et de nombreuses publications ont été faites en 2006-2010 sur ce sujet dans la continuité des travaux entamés dans le précédent quadriennal. Ces travaux ont fait l'objet de trois présentations invitées présentées dans des conférences/ateliers internationaux en 2006/2010 et de trois invitations dans des conférences/ateliers nationaux.

La croissance épitaxiale a également fait l'objet d'études structurales fines par STM en collaboration avec la TU-Eindhoven. C'est d'ailleurs une des retombées de la participation de FOTON-INSa au réseau d'excellence européen Sandie sur les boîtes quantiques. Ce travail a conduit à trois présentations invitées en 2006 en conférences/ateliers internationaux où l'équipe de l'INSa était co-auteur.

Outre les lasers à ruban large, l'équipe a participé à des études sur les amplificateurs optiques (SOA) avec Alcatel et sur les lasers à blocage de modes et les VCSELS avec DTU-Fotonik (Danemark). Ces structures présentent des performances tout à fait intéressantes et ont fait l'objet de publications dans Applied Physics Letters notamment. La dynamique des lasers a fait l'objet de bonnes publications (IEEE JOE, PRB).

Dans le cadre d'une ANR Jeune chercheur, des travaux ont été menés sur des absorbants saturables à nanotubes de carbone ce qui a conduit à une publication dans APL, production qui reste modeste pour un projet « jeune chercheur ».

Le savoir-faire "matériau InP" et "caractérisation" de l'équipe est donc incontestable. Des partenariats deviennent par contre nécessaires pour développer des composants avancés.

La modélisation des propriétés des nanostructures constitue également un domaine avec un important savoir-faire. Outre les collaborations avec la TU-Berlin, l'INSa a su attirer des personnes de qualité qui sont récemment venues renforcer l'activité modélisation. Cette expertise est avérée par la participation à des conférences invitées internationales sur la modélisation (3). Elle constitue dorénavant un pôle de compétence au niveau national. Le couplage des activités expérimentales (élaboration et caractérisation) avec des activités théoriques du meilleur niveau est un point fort. La production scientifique dans le domaine est de qualité.

Un autre domaine dans lequel FOTON-INSa s'est engagé est la « photonique sur silicium » en développant notamment les matériaux à base de GaPN. Ce positionnement traduit une évolution thématique importante et peut s'avérer judicieux. Cette thématique qui était déjà lancée au cours de la précédente évaluation n'a pas conduit pour l'instant à des publications marquantes ni à une production scientifique significative. Ce changement thématique est cependant tributaire de nouveaux outils, comme le développement d'un ensemble de bâtis d'épitaxie combinant MBE III-V et CVD silicium. L'équipe se trouve maintenant à une période charnière. Elle doit faire preuve de la pertinence de son approche, qui est originale, et probablement trouver un positionnement au niveau national avec des partenariats adéquats dans une thématique où de nombreux groupes se sont déjà investis.

Il faut souligner que l'équipe FOTON-INSa est uniquement composée d'enseignants-chercheurs qui sont tous publiants. Sur quatre ans et demi, 65 articles dans des revues de rang A sont répertoriés, ce qui ramené aux 8,5 ETP répertoriés correspond à une production de 1.7 publications par ETP/an pour une équipe où l'aspect collaboratif est important. De nombreux actes sont mentionnés sans qu'il y ait de références (ACTI). Il est donc peu probable qu'il y ait vraiment eu des actes associés. Une seule publication a été faite dans une revue à facteur d'impact > 7 (PRL) en collaboration avec l'IEMN. Il faut noter les 17 publications dans Appl. Phys. Lett. (APL). APL est la revue à plus haut facteur d'impact dans laquelle FOTON-INSa publie régulièrement et est une



revue de référence dans son domaine d'activité. La production scientifique est donc globalement bonne, avec en outre une dizaine d'invitations dans des congrès et ateliers. Il n'y a pas eu de brevets déposés sur la période du quadriennal, ce qui est surprenant en raison du fort impact technologique potentiel des travaux menés par l'équipe. Onze thèses ont été soutenues sur la période 2006-2010. Douze sont en cours.

L'équipe FOTON-INSA possède un important réseau de collaborations résultant à la fois de sa participation à deux réseaux d'excellence européens et de collaborations plus anciennes comme celles avec le LPN. Ces collaborations se sont traduites par des participations fructueuses à des contrats. En dehors d'un projet « Jeune chercheur », il n'y a cependant pas de contrats nationaux ou internationaux portés par l'équipe. La participation aux réseaux européens EPIXNET et SANDIE n'a pas encore débouché sur de nouveaux projets européens. L'équipe a quelques difficultés à pérenniser les relations contractuelles, notamment pour son volet Matériaux. Les apports essentiels proviennent du CPER.

- **Appréciation sur le rayonnement, l'attractivité, et l'intégration de l'unité de recherche dans son environnement :**

L'équipe a eu un très bon positionnement dans les réseaux européens Epixnet et Sandie avec en conséquence des collaborations internationales fructueuses (Berlin, DTU-Fotonik (Danemark), ...). Cela s'est traduit par un rayonnement accru bien que le nombre de conférences invitées reste encore relativement faible. Les travaux de FOTON-INSA ont fait l'objet de trois invitations directes (i.e. présentées par des chercheurs de l'INSA) dans des conférences/ateliers internationaux et trois invitations dans des conférences nationales ainsi que la participation à plusieurs invitations en tant que co-auteurs (6). Ces invitations témoignent d'une reconnaissance certaine du travail des équipes. Un troisième prix de thèse dans le cadre du réseau d'excellence Sandie ainsi que le prix Bretagne jeune chercheur ont été obtenus en 2007. FOTON-INSA a organisé quatre ateliers internationaux au cours de la période 2006-2010.

FOTON-INSA a eu une politique volontariste de recrutements extérieurs, ce qui s'est traduit par un fort renforcement des effectifs (5 recrutement d'enseignants-chercheurs en 2006-2010). L'équipe, avec ses thématiques, possède incontestablement une forte attractivité. Elle a ainsi su attirer et recruter des enseignants chercheurs de grande qualité, notamment pour renforcer son potentiel en simulation. En revanche, le recrutement des doctorants se fait principalement localement, à une ou deux exceptions près et il y a très peu de post-doctorants.

FOTON-INSA participe très activement aux différents appels d'offre, régionaux, nationaux et européens. Ceci s'est traduit par la participation à deux réseaux d'excellence européens (Sandie, Epixnet), cinq projets ANR (Jeune chercheur (castel), Pnano (biquini), Lambda access, ANR telecom teldot, ANR blanc Perocai) et un contrat du Ministère de la recherche. La création d'un pôle de recherche sur les nanostructures (Ponant) a fait l'objet d'un important financement par la région Bretagne dont une partie (990k€) a été dirigée vers l'équipe INSA. Cette contribution de l'équipe à monter le projet CPER PONANT lui a permis d'acquérir des moyens d'épitaixie performants et originaux (combinaison III-V et silicium). La centrale de technologie de proximité nano-Rennes a également fait l'objet de soutiens nationaux. L'équipe a cependant trop peu de projets en tant que coordinateur et un effort devrait être fait dans cette direction. Ceci permettrait en outre de mieux assurer le financement des activités « croissance » et « technologie ». Le financement international reste modeste.

La valorisation des recherches se fait principalement à travers des collaborations avec des partenaires industriels (projets nationaux, CIFRE). Pas un seul brevet n'a été déposé ou approuvé durant ces quatre ans. Une politique plus volontariste en termes de brevets pourrait être mise en place.

- **Appréciation sur le projet :**

Le projet scientifique de l'équipe FOTON-INSA s'articule autour de trois thématiques principales :

- Les nanostructures pour les télécommunications optiques
- La photonique sur silicium
- La modélisation et la caractérisation femtoseconde des composants



L'étude des nanostructures pour les télécommunications optiques s'inscrit dans la continuité du savoir-faire de FOTON-INSA et des actions engagées. Le point fort reste le développement et l'exploitation des nanostructures pour les télécommunications optiques pour améliorer les performances des sources lasers et proposer des solutions innovantes pour le traitement tout optique de l'information. Parmi les objectifs, on peut signaler la réalisation de VCSEs accordables, la réalisation de lasers à mode bloqués à base de fils et boîtes quantiques et la réalisation d'amplificateurs. Des synergies fortes à développer avec l'équipe FOTON-ENSSAT devraient permettre d'exploiter et de valider les performances de ces composants. La mise en place d'une plateforme de caractérisation performante et complémentaire de celle du site ENSSAT (dynamique du gain, de l'absorption et de phase dans les composants à nanostructures et propriétés non-linéaires des composants) s'inscrit dans le cadre d'une stratégie pertinente. Le laboratoire met donc un accent très fort sur les composants pour les applications télécom. L'évolution de l'industrie des télécoms rend ce domaine de plus en plus compétitif : il ne s'agit plus d'obtenir une amélioration incrémentale dans les performances, mais plutôt de rechercher de véritables ruptures pouvant faire gagner des ordres de grandeur. Ainsi, de nouveaux concepts ou nouvelles structures sont activement recherchés (absorbants saturables par exemple). L'équipe et le laboratoire doivent prendre en compte ce phénomène dans l'établissement de leur stratégie de recherche. Un des défis qui se pose est de pouvoir réaliser des composants performants en utilisant le matériau à disposition. Dans ce domaine, les moyens humains et les infrastructures technologiques de l'équipe sont relativement limités et il sera nécessaire d'aller chercher des compétences et des moyens complémentaires sur des plates-formes plus développées. Cependant, FOTON-INSA devrait au minimum pouvoir maîtriser l'intégralité des étapes technologiques pour fabriquer des lasers de base (Fabry-Perot à ruban étroit).

Des travaux plus exploratoires sont proposés s'appuyant sur les matériaux à base d'antimoniures et les transitions intersousbandes. Bien que présentant une ouverture par rapport aux spécialités couvertes par l'équipe, ces études restent très prospectives et devront être analysées avec un œil critique. D'autres équipes possèdent une longueur d'avance significative sur les antimoniures.

Le projet de développement de la photonique silicium constitue une véritable prise de risque, mais apparaît comme moins convaincant. L'approche suivie est originale au niveau national avec l'objectif d'utiliser les matériaux III-V à base de GaP(N) épitaxiés en accord de maille sur silicium pour développer des émetteurs dans la zone de transparence du silicium.

L'objectif « matériaux » est un réel défi, déjà adressé depuis quelques années par les groupes de Marburg Univ. et de Toyohashi Univ. qui ont déjà obtenu des résultats importants. Le groupe de Rennes possède les moyens expérimentaux et les compétences expérimentales et théoriques pour aussi relever ce défi et explorer complètement le système de matériaux GaNAsP/Si. Il faut noter que l'accent mis sur les hétérostructures GaInAsN/GaAs a en partie décru récemment en raison des problèmes associés avec les matériaux GaInAsN. Il y a un risque que les matériaux GaNAsP/GaP(N)/Si suivent la même tendance. Le bâti LPCVD « silicium » couplé à la MBE III-V actuellement disponible devrait permettre d'aboutir rapidement à une première évaluation de la pertinence de l'approche.

La vision applicative manque, par contre, de maturité et les applications potentielles les plus pertinentes des systèmes monolithiques GaNAsP/Si restent encore à être précisées. Pour valoriser ses travaux, FOTON-INSA devra donc montrer sa capacité à établir des collaborations stratégiques avec les grands acteurs du domaine de la photonique silicium.

La partie modélisation devrait certainement aboutir à des résultats intéressants, en raison des compétences présentes dans l'équipe. En parallèle, la plate-forme de caractérisation femtoseconde pourra constituer un outil remarquable pour la caractérisation de composants ultrarapides.

Au niveau du renforcement en moyens humains, l'équipe devrait certainement afficher des priorités sur les demandes de recrutement CNRS, car le recrutement souhaité de trois CR2 ne paraît pas réaliste. La demande d'IR pour le groupe simulation, alors que de nombreux EC sont présents ne semble pas prioritaire. Cette réflexion doit accompagner la mise en place d'une véritable stratégie de l'équipe, et au-delà, du laboratoire, afin de dessiner une ambition pour le futur de l'unité.

L'INSA devra veiller à pouvoir offrir des possibilités de promotion aux maîtres de conférences et ITRF actuellement en activité.



- Conclusion :

- Avis global sur l'équipe :

L'équipe est dynamique avec un positionnement scientifique pertinent, une bonne cohérence thématique et une bonne complémentarité de ses groupes. Elle a de très bonnes compétences dans les domaines de l'hétéroépitaxie (Boîtes et fils quantiques III-V) et de la physique des dispositifs associés. Elle a une bonne reconnaissance nationale et internationale ainsi qu'une bonne production scientifique.

Après avoir développé initialement le volet matériaux, elle a su ces dernières années très bien exploiter et valoriser les hétérostructures à boîtes et fils quantiques InAs/InP à travers la réalisation, en collaboration, de lasers, notamment sur substrats 311B.

L'équipe doit continuer à innover et à faire évoluer ses thèmes de recherche pour rester au meilleur niveau international et acquérir une spécificité et une visibilité plus fortes. Pour ce faire, elle doit mener à bien une réflexion approfondie sur sa stratégie scientifique au sein de FOTON.

- Points forts et opportunités :

- Continuum de compétences allant du matériau à la physique (simulation) et aux composants (technologie-caractérisation) de la filière InP.
- Production scientifique de bon niveau avec plusieurs présentations invitées.
- Politique contractuelle dynamique : réseaux d'excellence européens, participation à différents projets ANR.
- Partenariats nationaux et européens bien établis.
- Positionnement et environnement régional favorables (politique de la Région Bretagne) pour le développement de composants télécom très haut débit.
- Opportunité de bénéficier de la vision systèmes de FOTON-ENSSAT dans le domaine des télécoms optiques pour adresser les bons défis composants et matériaux.
- Politique de recrutement dynamique, tournée vers l'extérieur, avec le recrutement d'enseignants-chercheurs de qualité.
- Constitution récente d'un pôle de modélisation solide

- Points à améliorer et risques :

- Les résultats obtenus doivent toujours être comparés avec les résultats de l'état de l'art et les objectifs s'inscrire dans une vision stratégique à long terme.
- Les activités III-V sont quelque peu classiques. L'innovation a été plutôt au niveau du matériau que du dispositif. Il manque des compétences « composants » et l'identification d'idées originales. Cela pourrait être comblé par les futurs recrutements ou la mise en place de collaborations pérennes. Mettre un accent très fort sur les composants télécom sans disposer des ressources ou infrastructures pour faire face à la compétition avec les acteurs principaux du domaine est un risque. Le partenariat industriel pour les composants télécom est à clarifier. Il faut créer plus de synergie avec FOTON-ENSSAT. Il faut également regarder du côté des applications non télécom.
- Le projet « photonique sur silicium », est à la fois une ouverture, une opportunité et une prise de risque importante. Des résultats doivent néanmoins être démontrés et des partenariats consolidés. Le projet ne s'inscrit pas dans une stratégie encore clairement établie. Il devrait être mieux travaillé.

- Recommandations :

- Mieux se positionner par rapport à l'état de l'art pour approfondir la vision stratégique. Les objectifs à long terme dans le domaine des télécoms doivent être affinés.



- Essayer de plus innover au niveau des applications potentielles en adressant également des applications non télécom. Cela permettrait de pouvoir bénéficier plus aisément de ressources contractuelles. Capitaliser sur les réseaux européens.
- Les compétences dans le domaine des « composants » devraient être renforcées en créant une meilleure synergie avec l'équipe de Lannion et aussi en recrutant dans l'équipe de Rennes un ou deux acteurs supplémentaires (enseignant-chercheur ou chercheur), spécialistes du domaine. La salle blanche et les outils de caractérisation ne sont pas exploités au maximum. Un plus grand dynamisme devrait être possible dans ce domaine. Il pourrait aussi être judicieux d'établir un partenariat plus fort avec les grandes centrales du CNRS (RENATECH) pour mieux développer le volet composants et bénéficier plus efficacement des moyens des salles blanches nationales.
- Se construire une spécificité nationale dans le domaine de la photonique sur silicium en identifiant et adressant les domaines d'application les plus pertinents compte tenu de la filière choisie. Pour cela, se rapprocher des grands acteurs du domaine.
- Développer les synergies avec l'équipe ENSSAT et le sentiment d'appartenance au laboratoire FOTON, UMR UR1-INSA-CNRS.
- Politique de dépôt de brevets à mettre en place.
- Continuer à essayer de recruter des chercheurs CNRS en attirant des candidats de haut niveau.



Intitulé UR / équipe	C1	C2	C3	C4	Note globale
Fonctions Optiques pour les Technologies de l'InformatiON	A	A	B	B	A
<i>FOTON-ENSSAT (E1)</i>	<i>A+</i>	<i>A+</i>	<i>Non noté</i>	<i>B</i>	<i>A+</i>
<i>FOTON-INSA (E2)</i>	<i>A</i>	<i>A</i>	<i>Non noté</i>	<i>B</i>	<i>A</i>

- C1 - Qualité scientifique et production
- C2 - Rayonnement et attractivité, intégration dans l'environnement
- C3 - Gouvernance et vie du laboratoire
- C4 - Stratégie et projet scientifique

Statistiques de notes globales par domaines scientifiques (État au 06/05/2011)

Sciences et Technologies

Note globale	ST1	ST2	ST3	ST4	ST5	ST6	Total
A+	6	9	12	8	12	11	58
A	11	17	7	19	11	20	85
B	5	5	4	10	17	8	49
C	2	1	2				5
Total	24	32	25	37	40	39	197
A+	25,0%	28,1%	48,0%	21,6%	30,0%	28,2%	29,4%
A	45,8%	53,1%	28,0%	51,4%	27,5%	51,3%	43,1%
B	20,8%	15,6%	16,0%	27,0%	42,5%	20,5%	24,9%
C	8,3%	3,1%	8,0%				2,5%
Total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Intitulés des domaines scientifiques

Sciences et Technologies

- ST1 - Mathématiques
- ST2 - Physique
- ST3 - Sciences de la terre et de l'univers
- ST4 - Chimie
- ST5 - Sciences pour l'ingénieur
- ST6 - Sciences et technologies de l'information et de la communication

Rennes, le 24 février 2011

Vos réf. : S2UR120001331
FOTON - 0350936C

Monsieur Pierre GLORIEUX
Directeur de la section des unités de recherche
Agence d'Évaluation de la recherche et de
l'Enseignement Supérieur (AERES)
20, rue Vivienne
75002 PARIS

Monsieur le Directeur,

Je vous adresse mes remerciements pour la qualité du rapport d'évaluation fourni à l'issue de la visite du comité d'expertise concernant l'unité mixte de recherche « **Fonctions Optiques pour les Technologies de l'Information (FOTON)** ».

L'université de Rennes 1 sera particulièrement attentive à ce que les recommandations formulées par le comité de visite soient prises en compte.

A la lecture de ce rapport, vous trouverez ci-joint, les réponses du directeur d'unité auxquelles nous souscrivons en totalité, en y ajoutant quelques précisions sur les deux éléments de stratégie suivants :

L'unité FOTON a une thématique scientifique autour des fonctions optiques pour les TIC extrêmement originale qui lui donne une visibilité nationale et internationale totalement reconnue. Dans le domaine des systèmes de télécommunications optiques, l'université de Rennes 1, avec ses partenaires, souhaite donc souligner et conforter cette thématique porteuse pour l'avenir.

Du fait de sa localisation multisite (Lannion et Rennes) et de ses tutelles multiples également, il paraît effectivement essentiel de renforcer la coordination inter-établissements par la tenue d'un comité de suivi annuel permettant ainsi la concrétisation effective d'une politique scientifique commune d'unité.

Je vous prie d'agréer, Monsieur le Directeur, l'expression de ma considération distinguée.

Le Président de l'Université de Rennes 1


Guy CATHÉLINEAU



Fonctions Optiques pour les Technologies de l'information
UMR CNRS 6082

Enssat, 6 rue de Kerampont, BP 80518 22 305 Lannion cedex, France
Tél : 33(0) 2 96 46 91 41 – Fax : 33(0) 2 96 46 90 76

Direction
Jean-Claude SIMON
Tel : 33(0) 2 96 46 90 92
simon@enssat.fr

le 19 février 2011

Objet : Commentaires sur le pré-rapport d'évaluation par l'AERES du laboratoire Foton (UMR CNRS 6082)

Les commentaires qui suivent résultent de discussions en réunion extraordinaire, le 11 février 2011, du Conseil Scientifique et du Conseil de Laboratoire de l'Unité. Ces commentaires sont regroupés en 3 parties : commentaires du directeur d'Unité et commentaires des responsables d'équipe E1 et E2.

A- Commentaires du directeur d'Unité

Les membres des Conseils apprécient la reconnaissance de Foton comme pôle national de référence dans le domaine des systèmes de télécommunications optiques et perçoivent que les critiques, même quand elles sont sévères, témoignent d'une volonté constructive de la part du Comité. Les remarques et conseils s'adressent non seulement à l'Unité mais aussi à ses tutelles, afin que celles-ci s'organisent, à travers des conventions inter-établissements, et un comité de suivi, pour favoriser la mise en place d'un véritable fonctionnement d'UMR. Ce point est apprécié. Ces remarques sont déjà suivies d'effet, puisque les Conseils ont entériné ce 11 février 2011 la décision d'abandonner l'intitulé des équipes Foton-Enssat et Foton-Insa au profit de dénominations en rapport avec leurs activités scientifiques, dénominations qui seront précisées lors de prochains Conseils. D'autre part les remarques sur la mutualisation des ressources technologiques entre Lannion et Rennes semblent très pertinentes et devront faire l'objet d'une étude approfondie en interne et avec le partenaire IETR de NanoRennes.

Je souhaiterais à présent apporter des remarques sur certaines appréciations ou recommandations du rapport, qui ont pu probablement résulter d'une présentation parfois trop laconique du bilan et du projet, imposée par le format que nous estimons trop court (5 pages par équipe), format auquel nous nous sommes tenus dans la mesure du possible. Les visites de laboratoire sont très utiles pour éclaircir certains points des rapports, et je regrette à ce titre que le comité n'ait pu visiter que l'un des deux sites, car je pense que bien des questions auraient certainement pu être éclaircies, notamment sur le CCLO, dont la vidéo de visite virtuelle n'avait pas pu être visionnée par le comité, faute de temps. Je pense également qu'il faudrait consacrer plus de temps, durant les présentations orales, aux questions du comité.

- page 5 : « *Dans un contexte de plus en plus compétitif, les acteurs de FOTON n'ont pas suffisamment muri leur stratégie scientifique pour le moyen terme. Il reste à mettre en place des synergies fortes entre les aspects « systèmes » étudiés à Lannion et les aspects « composants photoniques » développés à Rennes.* »

Nous prenons acte de cette remarque, il y a en effet une marge de progrès encore importante au niveau des synergies, et ce point fera partie des priorités de la Direction. La mise en place de projets fédératifs transversaux entre les deux équipes sera étudiée (par exemple sur les matériaux et les



composants).. Nous tenons à préciser que le projet a fait l'objet d'une réflexion entre l'équipe de Rennes et COSIFAN, au niveau des composants pour télécommunications (mais ce point n'a manifestement pas été assez développé dans le projet). Pour aller dans ce sens, le projet ACTE soumis à l'ANR en 2011 fait appel aux deux équipes, et les projets soumis dans le cadre du projet de Labex « COMIN » également.

- page 8 : *« Les projets de recherche devraient être essentiellement du ressort des équipes de recherche alors que les plateformes sont là pour gérer des moyens techniques et assurer des prestations. Cela impliquerait pour les acteurs une double affiliation Equipe/plateforme et la mise en place d'une politique de promotion et de gestion des prestations ou des projets exogènes. »*

Cette remarque concerne plus particulièrement l'équipe de Lannion. Dans l'organigramme du nouveau projet TOSCA et de la plate-forme CCLO nouvelle version, cette double affiliation TOSCA/CCLO concernant certaines personnes apparaît déjà clairement, avec un pourcentage indicatif. La même démarche sera entreprise pour COSIFAN/PERSYST. Je souhaite préciser que les plates-formes de Lannion ont une politique de promotion et de gestion des prestations externes contractuelles, à travers Bretagne Valorisation (www.persyst.fr).

- page 12 : *« Le pilotage par projets semble plutôt la règle, avec un risque de dispersion des activités. »*

Je souhaite préciser que l'ensemble des projets des deux équipes du laboratoire s'inscrit totalement dans les 3 axes thématiques mentionnés dans ce rapport en page 11. Ce ne sont pas les projets qui font la politique du laboratoire, mais c'est le laboratoire qui va chercher les projets pour exécuter sa politique, car il faut bien trouver les moyens de financer la recherche qui est particulièrement coûteuse dans notre domaine. Le laboratoire serait ravi de pouvoir s'appuyer sur une dotation récurrente du Ministère et du CNRS, qui ne soit pas dérisoire comme actuellement, afin de développer une politique de recherche sur des thèmes futuristes et ambitieux, et par là-même présentant des risques. Or la tendance des objectifs de financements publics ne va pas du tout dans ce sens, car ils privilégient fortement le court terme (3 ans), et les projets à forte probabilité de réussite.

B-Commentaires des responsables d'équipe

B1.- Commentaires du responsable de l'équipe E1 (Foton-Enssat)

-page 13 : *« Le CCLO se consacre aux études liées au silicium poreux (qui représentent la grande majorité des publications) et, dans une moindre mesure, aux guides polymères (avec un nombre limité de publications). »*

Ce point nécessite une clarification. Dans la situation présente, une partie importante de l'activité de recherche du CCLO porte sur les circuits optiques intégrés en polymère, et sur leur caractérisation linéaire et non-linéaire. Ce sont des recherches technologiques sur des circuits intégrés polymères dédiés :

- aux micro-résonateurs pour filtrage optique,
- aux circuits intégrés à forte non-linéarité d'ordre 3 destinés à de futures fonctions de traitement tout optique du signal,
- et dans une moindre mesure à la réalisation de guides pour modulation électro-optique

Ces travaux sur les circuits intégrés polymères ont donné lieu à une vingtaine de publications et communications. Par ailleurs, dans le cadre de son activité de plate-forme, le CCLO soutient au niveau technologique une partie de l'activité de recherche du GMNP sur le silicium poreux et ses diverses applications. Ce groupe a ainsi produit des travaux ayant donné lieu à environ 25 publications et communications dont une bonne partie ont été réalisées hors du CCLO, dans le cadre de collaborations externes à l'Unité. Il y a donc eu un amalgame entre les travaux des deux groupes, compréhensible compte-tenu des interactions entre CCLO et GMNP au niveau technologique. Dans le futur groupe (ou équipe éventuellement) TOSCA, le risque de confusion sera réduit, puisque le CCLO sera restreint uniquement à ses activités de service, les activités de Recherche étant concentrées dans TOSCA.

Par ailleurs, il n'a pas été relevé dans le rapport du comité que le CCLLO travaille sur la caractérisation des fibres chalcogénures non linéaires, en collaboration avec le groupe GPL-FOT, caractérisations qui ont donné lieu à de nombreuses publications, notamment dans le cadre d'une thèse menée au CCLLO (thèse Icone) consacrée à ce type de caractérisations. Il n'a pas été mentionné non plus que les travaux sur le couplage menés au CCLLO ont donné lieu à des publications reconnues au niveau international (Rudolph Kingslake Medal) et que deux brevets parmi les 5 déposés par l'ensemble du laboratoire ont été déposés par le CCLLO sur l'assemblage et la caractérisation des modes. Enfin, le dynamisme du CCLLO qui s'exprime notamment par sa participation à plusieurs contrats de recherche financés par l'ANR ne semble pas non plus avoir été relevé.

-page 15 : *« La nouvelle organisation en deux groupes est pertinente, mais la logique aurait pu être poussée jusqu'au bout avec la création de deux équipes bien distinctes. Cela aurait amélioré la lisibilité de l'ensemble dans la mesure où il existe de fait une différence assez notable entre les groupes ».*

Groupe ou équipe, cela mérite en effet d'être étudié de près, ce qui sera fait. Comme le souligne le rapport du comité, il existe une différence notable entre COSIFAN et TOSCA (quoiqu'il existe depuis deux ans des interactions de plus en plus concrètes au niveau de l'optique intégrée, des fibres non-linéaires, et du couplage et de l'assemblage optique), et le fait d'en faire deux équipes distinctes, donc plus autonomes, risque d'accentuer leur indépendance. Certes la visibilité, de l'extérieur, de l'ensemble en serait améliorée.

B2.- Commentaires du responsable de l'équipe E2 (Foton-Insa)

L'équipe Foton-Insa souhaite apporter des précisions ou réponses à certains commentaires ou recommandations du comité d'évaluation.

- page 18 : *« Outre les lasers à ruban large, l'équipe a participé à des études sur les amplificateurs optiques (SOA) avec Alcatel et sur les lasers à blocage de modes et les VCSELS avec DTU-Fotonik (Danemark) » :*

Les VCSELS accordables à base de cristaux liquides ont été développés dans le cadre d'un projet ANR (Lambda Accès) en collaboration entre les différentes équipes de Foton et Orange Labs, et non pas avec DTU-Fotonik, avec qui nous avons en revanche collaboré sur les lasers à modes bloqués à base de boîtes quantiques.

- page 21 : *« Les activités III-V sont quelque peu classiques. L'innovation a été plutôt au niveau du matériau que du dispositif. Il manque des compétences « composants » et l'identification d'idées originales. Cela pourrait être comblé par les futurs recrutements ou la mise en place de collaborations pérennes. Mettre un accent très fort sur les composants télécom sans disposer des ressources ou infrastructures pour faire face à la compétition avec les acteurs principaux du domaine est un risque. Le partenariat industriel pour les composants télécom est à clarifier. Il faut créer plus de synergie avec FOTON-ENSSAT »*

Dans le cadre du réseau européen d'excellence ePIXnet, l'équipe Foton-Insa a été à l'initiative de deux projets : "High speed transmission based on chirpless quantum dot laser" (JRA4) et "Indium Phosphide Quantum dot Devices" (iPQD) et en a assuré la coordination.

L'équipe Foton-Insa a depuis de nombreuses années des collaborations privilégiées avec les laboratoires nationaux du domaine tels que le LPN et le III-V Lab qui lui permettent d'avoir accès aux technologies nécessaires à la réalisation de composants avancés. Ceci s'est traduit par plusieurs projets en commun (plusieurs Actions Concertées Incitatives, RNRT ASTERIX, NoE ePIXnet et SANDiE, ANR TELDOT). Nous faisons également appel au réseau RENATECH pour certaines prestations comme la fabrication de masques par le LAAS et la technologie Flip-Chip par le CEA-LETI (projet ANR Lambda-Accès). Le développement des activités sur les composants avancés passe effectivement par un renforcement de nos relations avec ces laboratoires.

Le projet sur les composants à base de nanostructures pour les télécommunications a été défini en interaction avec le groupe COSIFAN avec l'objectif commun de rechercher des solutions

innovantes pour le traitement ultra-rapide de l'information, prenant en compte les nouveaux formats de modulation de phase. En accord avec les recommandations du comité nous avons le souhait de renforcer la synergie entre les deux équipes sur cette thématique.

- page 20 : « *Des travaux plus exploratoires sont proposés s'appuyant sur les matériaux à base d'antimoniures et les transitions intersousbandes. Bien que présentant une ouverture par rapport aux spécialités couvertes par l'équipe, ces études restent très prospectives et devront être analysées avec un œil critique. D'autres équipes possèdent une longueur d'avance significative sur les antimoniures.* »

Les travaux sur les antimoniures n'ont pas pu être détaillés dans le projet. Nos efforts se concentrent sur le substrat InP pour les applications Télécom à 1,55 μm . L'objectif est la réalisation de composants innovants tels que des modulateurs de phase et des auto-corrélateurs pour les nouveaux formats de modulation de phase utilisés en télécom optiques (PSK) reposant sur les propriétés optiques non linéaires des transitions inter-sousbandes dans les puits InGaAs/AlAsSb autour de 1.5 μm . Au niveau mondial, cette problématique est principalement développée par le groupe Femtosecond Technology Association au Japon. Un projet ANR impliquant en particulier le groupe COSIFAN et le groupe inter-sousbande de l'IEF a été déposé en 2011 (Coordinateur : Foton).

- page 21 : « *Le projet « photonique sur silicium », est à la fois une ouverture, une opportunité et une prise de risque importante. Des résultats doivent néanmoins être démontrés et des partenariats consolidés. Le projet ne s'inscrit pas dans une stratégie encore clairement établie. Il devrait être mieux travaillé* »

La thématique photonique sur silicium démarrée au laboratoire depuis 3 ans a pour but de développer des sources lasers sur substrat silicium, principal verrou technologique pour l'intégration photonique sur ce substrat. Le choix de notre approche basée sur les matériaux III-V à base de GaP(N) en accord de maille sur silicium résulte d'une analyse des résultats de la littérature sur les lasers III-V sur silicium. Tout récemment, l'équipe de Marburg a démontré l'obtention d'un gain élevé dans les matériaux GaAsPN confirmant l'intérêt de cette filière. La solution de la croissance directe utilisant un cluster de deux machines III-V et Si est originale en France et peu répandue dans le monde. Ce choix repose sur le savoir-faire technique en épitaxie de Foton et c'est la seule méthode qui donne des structures compatibles avec les hautes températures (900°C) utilisées en technologie silicium. Notre premier objectif est la démonstration d'un laser sur silicium émettant dans le visible (650-850 nm) qui ouvre la voie à des applications potentielles importantes (datacom, lab-on-chip, ...). Le 2^{ème} objectif est d'évaluer la filière pour les lasers émettant dans le domaine de transparence du silicium pour l'interconnexion optique. Nous avons déjà initié des contacts avec les laboratoires nationaux du domaine (CEA-LETI et 3-5 Lab) qui se traduisent par le dépôt d'un projet commun ANR P2N en 2011, en phase avec les recommandations du comité.



Prof. Jean-Claude SIMON
Directeur de l'UMR 6082 FOTON