



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

Section des Unités de recherche

Rapport de l'AERES sur l'unité :
Laboratoire d'Acoustique de l'Université du Maine
(LAUM)
sous tutelle des
établissements et organismes :
Université du Maine et CNRS

Février 2011



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

Section des Unités de recherche

Rapport de l'AERES sur l'unité :

Laboratoire d'Acoustique de l'Université du Maine
(LAUM)

sous tutelle des
établissements et organismes :

Université du Maine et CNRS

Le Président de l'AERES

Didier Houssin

Section des unités
de recherche

Le Directeur

Pierre Glorieux



Unité

Nom de l'unité : Laboratoire d'acoustique de l'université du Maine

Label demandé : UMR CNRS

N° si renouvellement : UMR 6613

Nom du directeur : M. Yves AUREGAN

Membres du comité d'experts

Président :

M. Jean Louis GUYADER, LVA INSA, Lyon

Experts :

M. Bertrand DUBUS, ISEN, Lille, représentant CoNRS

M. Vincent GIBIAT, PHASE, Toulouse, représentant du CNU

Mme. Marie-Annick GALLAND, LMFA ECL, Lyon

M. Hassan TIJANI, ECN Petten, Pays bas

M. Michel ROGER, LMFA ECL, Lyon

Représentants présents lors de la visite

Délégué scientifique représentant de l'AERES:

M. Jean-Pierre BRANCHER, Nancy

Représentant des établissements et organismes tutelles de l'unité :

M. Francois COULOUVRAT, Paris, représentant le CNRS.



Rapport

1 • Introduction

- **Date et déroulement de la visite :**

La visite s'est déroulée sur deux jours les 9 et 10 Février 2011. La première journée (de 13 heures à 19 heures) a été consacrée à la présentation du bilan du laboratoire par son directeur Yves AUREGAN puis à ceux des trois équipes par leurs responsables respectifs : Vincent TOURNAT, Laurent SIMON et Jean Pierre DALMONT. Lors de chaque exposé relatif à une équipe le bilan a été dressé par le responsable puis un focus scientifique sur un des thèmes portés a été présenté. A la fin de la première journée le groupe CSII de l'ESEO qui souhaite être intégrée au LAUM a été présenté par Guy PLANTIER, son responsable.

La deuxième journée (8 heures 15 à 16 heures) a commencé par une visite des installations du LAUM en deux groupes ; le premier à la faculté des sciences et le second à l'ENSIM et à l'IUT. Joël GILBERT, directeur pressenti pour la prochaine mandature, a ensuite présenté le projet du LAUM pour le contrat quinquennal prochain. Les rencontres avec les doctorants, les enseignants-chercheurs et les chercheurs, les ITA-IATOS et les tutelles ont précédé la réunion interne du comité d'évaluation.

L'ensemble, très bien organisé, a permis de préciser des points intéressants, complétant utilement le rapport, en particulier en ce qui concerne la politique scientifique et l'organisation.

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

Le LAUM est un laboratoire créé il y a 30 ans. Durant cette période il a connu une forte croissance de son effectif, en particulier lors de la dernière décennie qui a vu doubler le nombre de permanents. Il est aujourd'hui constitué d'une centaine de personnes au total. Le LAUM se répartit sur trois sites : la faculté des sciences, l'ENSIM et l'IUT GMP. Son domaine de recherche est l'Acoustique qui se décline en de nombreux sous-thèmes ; acoustique musicale, matériaux acoustiques, CND, Vibroacoustique, transducteurs, MEMS.

- **Equipe de Direction :**

L'équipe de direction se compose d'un directeur, Yves AUREGAN, d'un directeur adjoint, Rachid EL GUERJOUA et d'un comité de direction. La structure du laboratoire est constituée de trois équipes de recherche et de deux poles, l'un administratif et l'autre technique. Derrière cette structuration formelle la réalité est plus collégiale avec la prise collective des décisions importantes. Ce mode de fonctionnement est apprécié par l'ensemble du personnel du Laboratoire.



- Effectifs de l'unité : (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)	36	42
N2 : Nombre de chercheurs des EPST ou EPIC (cf. Formulaire 2.3 du dossier de l'unité)	8	8
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)	11	5
N4 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs titulaires (cf. Formulaire 2.5 du dossier de l'unité)	9,3	9,6
N5 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs non titulaires (cf. Formulaire 2.6 du dossier de l'unité)	1,5	
N6 : Nombre de doctorants (cf. Formulaire 2.8 du dossier de l'unité)	38	
N7 : Nombre de personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	27	27

2 • Appréciation sur l'unité

- Avis global sur l'unité:

Le LAUM est le laboratoire phare de l'université du maine. L'équipe fait preuve d'un grand dynamisme et fédère, en les tirant vers le haut, les recherches en acoustique menées à la faculté des sciences, à l'Ecole Nationale Supérieure d'ingénieur du Mans, à l'Institut Universitaire de technologie et plus largement dans la région des pays de Loire.

Il jouit d'une reconnaissance internationale de tout premier plan et constitue une référence mondiale dans le secteur des matériaux absorbants.

Le LAUM présente une concentration de chercheurs, une variété de thématiques scientifiques et une offre de formation qui a peu d'équivalent, il joue aussi un rôle moteur sur l'acoustique nationale et participe activement à toutes les instances d'évaluation de la recherche et des enseignants chercheurs.

- Points forts et opportunités :

La production scientifique est excellente tant en quantité que dans la qualité des articles de revues internationales, plusieurs ouvrages ont été publiés et des brevets déposés.

L'intégration des nombreux chercheurs et enseignants-chercheurs recrutés a été réussie.



Les visites de nombreux chercheurs étrangers et doctorant en cotutelle ont tissé de fort liens de coopérations internationales.

Le LAUM exerce un effet structurant de la recherche en acoustique dans son environnement immédiat mais aussi dans toute la région des pays de Loire.

Convivialité des relations , fonctionnement collégial et forte cohésion de l'équipe sont des atouts indéniables.

Le lien avec la formation en Acoustique de l'université est excellent, on observe une réelle symbiose de l'enseignement avec les recherches menées. Un continuum de formation depuis l'après Bac jusqu'au doctorat est proposé.

Le projet d'Institut Européen d'Acoustique donnera au LAUM l'opportunité d'amplifier son rôle d'entité d'excellence dans le cadre de l'ensemble de l'Université du Maine.

La variété des recherches qui sont menées offre une opportunité de travail aux frontières des différents thèmes, là où se trouvent certainement des idées novatrices.

- **Points à améliorer et risques :**

Une plus forte participation aux programmes de recherche européens est nécessaire. Compte tenu de l'activité très soutenue de l'équipe dans les programmes de recherches nationaux ANR notamment, c'est plus à un rééquilibrage qu'il faut penser.

La coopération internationale est bien réelle mais elle est essentiellement due au passage au LAUM de chercheurs ou étudiants étrangers, il serait profitable que les enseignants-chercheurs du LAUM participent à des séjours de courtes ou moyennes durées dans des laboratoires étrangers, en particulier européens, via des CRCT en particulier.

La diversité des thèmes de recherche présente un risque de dispersion et de manque de lisibilité des travaux du laboratoire. Certes, pour le moment, l'équipe a su gérer cette situation mais il y a à terme un risque de fragilisation.

Compte tenu de la production de connaissance du LAUM, la valorisation certes déjà présente, en particulier via le CTTM, pourrait être augmentée par plus de contrats directs avec l'industrie et particulièrement les PME-PMI.

L'intégration des enseignants chercheurs de l'ESEO, qui sont pour une partie non producteurs, est un défi qui nécessitera un effort d'intégration particulier compte tenu de leur localisation à Angers.

Le personnel IATOS mis à disposition par les tutelles est trop peu nombreux pour un laboratoire de cette envergure. Cette sous-dotation est criante pour les postes administratifs, et constitue un handicap au développement du LAUM.

- **Recommandations:**

Le comité recommande que :

Le laboratoire et l'Université du Maine travaillent ensemble pour mettre à disposition du LAUM au moins un poste d'IATOS administratif supplémentaire.

Le foisonnement des recherches soit accompagné d'un effort de structuration pour faire apparaître quelques thèmes majeurs visibles où le LAUM fait partie des leaders mondiaux.

L'effort soit mis sur la coopération européenne par la participation à des contrats européens et par des séjours de courte ou moyenne durée de ses enseignants-chercheurs dans des universités européennes.

L'intégration des enseignants chercheurs de l'ESEO soit poursuivie, mais qu'au préalable un accord de partenariat, dans une forme à définir, soit signé entre les tutelles. Un engagement de l'ESEO à modérer les enseignements des personnels impliqués et à aménager un espace dédié à la recherche à Angers doit faire partie de la convention.



- 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	42
A2 : Nombre de producteurs parmi les autres personnels référencés en N3, N4 et N5 dans la colonne projet	
A3 : Taux de producteurs de l'unité [A1/(N1+N2)]	96 %
A4 : Nombre d'HDR soutenues (cf. Formulaire 2.10 du dossier de l'unité)	9
A5 : Nombre de thèses soutenues (cf. Formulaire 2.9 du dossier de l'unité)	36

3 • Appréciations détaillées :

- Appréciation sur la qualité scientifique et la production :

Les recherches menées au LAUM depuis plus de 30 ans ont permis de faire émerger des axes forts qui ont fait de ce laboratoire une référence sur le plan national. De nombreux champs nouveaux (thermo acoustique, milieux poreux) ont émergé autour de personnalités fortes qui ont su donner à ce laboratoire une architecture et une cohérence certaine. L'évolution du laboratoire, lié au départ de certains de ses piliers scientifiques a permis de maintenir la très grande qualité des recherches menées tout en initiant de nouvelles thématiques autour et à partir de celles qui existaient précédemment : matériaux granulaires, haut parleurs sans fer par exemple. Un foisonnement réel est apparu avec son risque inhérent d'une parcellisation à outrance des thématiques au détriment de la structuration autour d'axes forts. Néanmoins la qualité intrinsèque des publications est restée exceptionnellement haute.

On peut considérer qu'il existe à sein du LAUM des axes stratégiques forts (très bien identifiés par les équipes) qui structurent et orientent la recherche cependant que se développent des recherches ponctuelles dont on peut craindre qu'elles assèchent les axes majeurs.

Si on reste sur le plan comptable le bilan est de très haute qualité, tant par le niveau des revues, que par leur impact (niveau de citations exogènes). Le laboratoire compte pratiquement 100% de producteurs et ses relations contractuelles (institutionnelles comme industrielles) lui donnent un haut niveau de financement qui à son tour permet de doter des recherches amont.

Néanmoins il faut remarquer que certaines thématiques sont le fait d'un chercheur ou enseignant chercheur collaborant exclusivement avec l'extérieur sans grande interaction avec le LAUM.

Il faut également remarquer que l'importante valorisation des recherches (brevets de haute valeur ajoutée et extensions internationales), est essentiellement le fait d'une individualité.

Les thèses sont nombreuses et font en quasi-totalité émerger des publications qui sont un gage pour l'avenir des docteurs.

Enfin les collaborations internationales sont présentes mais restent à un niveau qui est moindre que ce que la qualité et l'expérience du LAUM laisserait espérer.



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

Dans le domaine de l'Acoustique, le LAUM présente une concentration de chercheurs, une variété de thématiques scientifiques et une offre de formation qui a peu d'équivalent en Europe. Il joue naturellement un rôle structurant dans son environnement proche (université du Maine dont il est le laboratoire phare, pays de Loire) et ainsi que dans la communauté des acousticiens français. Parmi les éléments attestant de ce rayonnement, on notera que le LAUM occupe le 1er rang européen et le 4e rang mondial en nombre de publications dans les deux principaux journaux d'acoustique (JASA et Acta Acustica) sur la période 2000-2010 et que deux de ses chercheurs ont reçu respectivement la médaille "Maurice André Biot" de l'American Society of Civil Engineers en 2008 et la médaille de bronze du CNRS en 2010.

Le LAUM appuie l'essentiel de son activité scientifique sur les programmes nationaux et régionaux, comme l'ANR (8 projets sur la période dont 4 comme porteur), le CPER au travers des pôles de compétitivité EMC2 (Ensembles Métalliques et Composites Complexes) et PGCE (Pôle Génie Civil Eco-construction) ou la région Pays de Loire. L'ensemble constitue 63% de son budget non consolidé.

Très présent au niveau international, le LAUM collabore avec de nombreux laboratoires européens, nord- et sud-américains, africains et asiatiques (22% de ses publications avec des laboratoires étrangers). Ses enseignants chercheurs effectuent cependant peu de mobilités vers l'étranger.

L'activité de valorisation est également importante, en particulier avec l'industrie des transports (Airbus, Renault, SNCF) et de l'énergie (EDF, Areva). Elle intervient essentiellement sous la forme de bourses CIFRE (environ un quart des thèses) et constitue 23% du budget non consolidé. Le LAUM a déposé 11 brevets sur la période principalement sur les haut-parleurs électrodynamiques.

Enfin, il convient de souligner la richesse de l'offre de formation en Acoustique proposée par l'Université du Maine de Bac+1 à Bac+8. La forte visibilité nationale de ces formations permet, malgré la perte d'attractivité des domaines scientifiques pour les étudiants français et européens, d'attirer de bons étudiants dans les formations de Master qui irriguent naturellement le LAUM en doctorants. Ce vaste panel de formation repose sur un fort investissement des personnels du LAUM en enseignement et en communication qui n'affecte pas la productivité scientifique du laboratoire jusqu'à présent. L'acoustique, le son et la musique sont les vecteurs privilégiés de nombreuses actions de diffusion de la culture scientifique (concerts scientifiques, cafés des sciences, conférences, visites...).

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

La structuration à deux niveaux, les équipes pérennes en nombre restreint et les opérations de recherche plus nombreuses et variables, est bien vécue. Elle concilie la lisibilité vis-à-vis de l'extérieur et la souplesse de fonctionnement en interne en fonction des actions de recherche à court ou moyen terme. L'attitude générale de la direction actuelle et le mode de gouvernance où chacun peut s'exprimer sont très appréciés de tous. La bonne ambiance de travail est un facteur très positif avancé par l'ensemble des catégories de personnels. La convivialité et l'échange sont manifestes.

Dès leur intégration les doctorants sont encouragés à la publication et à la participation aux congrès. Une importance très nette est accordée à la formation au sens général du terme, c'est-à-dire que non seulement le laboratoire s'implique dans l'enseignement, mais qu'en plus un fort encouragement à la formation des personnels est prodigué. La communication interne entre les personnes et les équipes fonctionne de manière très efficace et permet des actions transversales. Le laboratoire est attractif et se fait en permanence connaître et remarquer en dehors de la communauté scientifique. Il s'appuie sur ses compétences les plus accessibles aux profanes comme l'acoustique instrumentale pour intéresser le grand public. De ce fait le laboratoire a acquis une image de structure démythifiée propre à faire naître des vocations, et participe au paysage culturel mançais.

Du point de vue des échanges internationaux, le laboratoire accueille couramment des visiteurs étrangers. En revanche, il semble que peu de permanents, hormis certains personnels qui ne sont pas enseignants statutaires, effectuent des séjours sabbatiques à l'étranger.



- **Appréciation sur le projet :**

Le projet du LAUM s'appuie principalement sur la constitution de l'Institut Européen d'Acoustique. Il s'agit de faire de la région du Mans un pôle international de référence en acoustique, autour de la formation, de la recherche et de l'innovation. Cette ambition forte est née avant l'appel d'offre des « investissements d'avenir » mais s'appuie sur eux pour accélérer sa réalisation. L'ensemble du projet est estimé à 20M€, avec un budget de fonctionnement d'environ 2M€ par an. Ce projet, de par son ambition très forte, comporte un risque en raison de la croissance rapide des moyens tant humains que matériels dont il a besoin. Ainsi il est prévu une augmentation d'environ 50% en 10 ans de tous ces moyens. Le développement de l'Institut Européen pourrait toutefois affecter profondément le fonctionnement du laboratoire en raison de l'expansion rapide prévue. Le risque de dispersion est réel.

Le LAUM peut néanmoins compter sur un soutien sans faille de ses tutelles, sur une volonté politique et une dynamique interne qui préexistaient à la campagne « investissements d'avenir ». Pour l'Université du Maine dont les effectifs en étudiants sont relativement faibles, le projet est vital.

Le LAUM propose une nouvelle équipe de direction mais il ne verra pas son organisation interne ni sa gouvernance changer dans les cinq années prochaines. Les trois équipes actuelles restent les mêmes, ainsi que les neuf opérations de recherche. On note une volonté de consolider les thématiques historiques telles que la propagation dans les matériaux complexes, grâce au dynamisme généré par les nouveaux recrutés. L'autre thème historique sur les transducteurs sera également soutenu. Le projet fait apparaître une nouvelle thématique fédératrice autour de l'application de l'acoustique au biologique. Il n'y a pas de volonté d'en faire une équipe ou une opération de recherche, mais de développer cet axe entre équipes et par des collaborations externes nouvelles.

L'ESEO et le LAUM souhaitent que l'ESEO devienne tutelle du laboratoire. Le but est d'intégrer l'ESEO au LAUM avec l'exigence de qualité du CNRS, c'est à dire inciter les autres tutelles à mettre les moyens d'une intégration à ce niveau d'exigence.



4 • Analyse équipe par équipe et/ou par projet (partie à dupliquer si nécessaire pour chaque équipe)

- Intitulé de l'équipe et nom du responsable :

Acoustique et Mécanique des Matériaux, directeur : M. Vincent TOURNAT

- 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)	13	18 (+5 ESEO)
N2 : Nombre de chercheurs des EPST ou EPIC (cf. Formulaire 2.3 du dossier de l'unité)	3	3
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+0+9 post-doc	1
N4 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs titulaires (cf. Formulaire 2.5 du dossier de l'unité)	1	1
N5 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs non titulaires (cf. Formulaire 2.6 du dossier de l'unité)		
N6 : Nombre de doctorants (cf. Formulaire 2.8 du dossier de l'unité)	12	
N7 : Nombre de personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	11	11

- Appréciation sur la qualité scientifique et la production :

La qualité des recherches menées dans l'équipe sont souvent très originales (il y a très peu de travaux sur les milieux granulaires dans le domaine de l'acoustique malgré un impact sociétal fort), de très haute qualité et publiées dans d'excellentes revues non seulement d'acoustique mais aussi de physique avec un impact marqué sur la communauté scientifique et un taux de publication très élevé.

Cette équipe est ancrée dans une tradition forte sur les matériaux poreux (qui peuvent être considérés comme des granulaires consolidés) et cet héritage doit constituer la colonne vertébrale de sa recherche tant il est visible dans la communauté scientifique.

En effet malgré la très haute qualité des travaux menés, un risque évident d'émiettement des thématiques de recherche lié à un foisonnement certain (voire un bouillonnement) des idées peut faire craindre une dispersion nuisible à cette qualité dans un futur proche. L'intégration des enseignants chercheurs d'ESEO pourrait accroître ce risque.

Deux des membres de l'équipe présentent un niveau de publication en deçà des autres Chercheurs et Enseignants chercheurs (2 publications de rang A néanmoins sur les 4 ans ce qui les classe comme producteurs).

L'équipe présente donc 100% de producteurs dans de très bonnes voire excellentes revues, 11 thèses soutenues mais cependant 2 thèses sans publications associées. On peut noter cependant que le nombre d'habilités impliqués dans la direction de thèse est relativement faible en comparaison des possibilités de cette équipe.



Un autre risque, toujours lié au foisonnement peut apparaître qui laisserait des enseignants chercheurs très pris par leur charge d'enseignement sur le bord du chemin. L'équipe doit résoudre ces différences (non encore critiques).

La moindre implication dans les relations contractuelles (2 contrats courts EDF 4 mois, 2 gros OSEO FUI (DGE) 1 contrat région essentiellement) est regrettable d'autant que les matériaux et leurs propriétés acoustiques, les milieux granulaires qui sont impliqués à tous les niveaux de la société, et enfin les ultrasons lasers pour le Contrôle Non destructif, présentent un potentiel fort de collaborations contractuelles qui semble sous utilisé. C'est d'autant plus dommage que dans un fonctionnement financier communautaire il est souvent mal perçu que toutes les thématiques qui le peuvent ne contribuent pas au « pot commun » au niveau de leur capacité. Il faut néanmoins relever l'implication nouvelle et forte dans une plate forme fédérative sur le CND qui augure d'une volonté d'ouverture dans ce domaine.

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

Malgré un très bon rayonnement qui peut se mesurer au nombre de conférences invitées, celui-ci semble être essentiellement le fait de quelques individualités particulièrement fortes. Le manque de contrats industriels spécifiques nuit également à ce rayonnement. Enfin il apparaît également que l'équipe est peu ouverte sur l'extérieur avec peu de recrutements exogènes et en particulier étrangers. De la même façon la mobilité « sortante » ne semble pas privilégiée malgré la taille raisonnable de l'équipe. L'usage des CRCT n'est pas apparent et il y a un risque de « repli » sur soi qu'il faut éviter.

Au sein du laboratoire l'équipe apparaît structurée, malgré le foisonnement apparent, elle est reconnue sur ses deux opérations de recherche identifiées mais il reste évident que le départ des « grands anciens » devra s'accompagner d'une vraie réflexion sur l'ouverture vers l'extérieur dont on sent (peut être à tort) qu'elle reste l'héritage de ces grands anciens.

- **Appréciation sur le projet :**

Le projet présenté est en continuité avec le bilan et propose des axes fondamentalement originaux et n'existant à l'international que dans cette équipe ou peu s'en faut : non linéaire et granulaires en particulier dont le niveau est impressionnant de qualité.

Des axes plus « exotiques » (théorie de Biot et propagation dans l'os) qui ne sont pas trop portés par l'ensemble du groupe et correspondent plus à un travail extérieur entre un individu et son ancien doctorant qui a quitté le laboratoire, peuvent faire craindre un ensemble de thématiques égal au nombre d'individus. Les porteurs tant de l'équipe que des opérations de recherche devront faire preuve de fermeté pour conduire cette recherche d'excellence sur les grands axes (en particulier « matériaux ») qu'ils ont eux même identifiés. Qu'autour de ces axes forts se développent des actions individuelles n'est pas gênant en soi dès lors que ces actions n'obèrent pas l'efficacité actuelle des axes majeurs.

En particulier il existe une vraie compétence en CND qui ne demande qu'à se développer et ne semble pas particulièrement portée par le collectif alors qu'elle devrait être génératrice de contrats industriels lourds et qu'elle s'inscrit en totalité dans l'axe matériaux. Un effort de structuration permettant d'avoir une meilleure lisibilité autour de cette thématique est nécessaire.



- **Conclusion :**

L'équipe est le prototype d'une équipe d'excellence du plus haut niveau.

Les points forts sont l'excellence du travail académique et l'originalité des recherches menées au sein de deux axes forts. Un dynamisme nouveau semble se dessiner autour des recherches sur les matériaux innovants tels que les méta-matériaux, sur leur modélisation, leur caractérisation et leur comportement non-linéaire.

Il conviendrait d'améliorer le « faible » impact industriel, l'attractivité entrante et sortante et l'insertion des enseignants Angevins.

L'équipe bénéficie de quelques EC et C excellents et très actifs, tirant tout le groupe vers le haut.

Le comité a perçu un risque de dispersion des thématiques qui doivent rester cohérentes autour des axes majeurs.

L'équipe est la première en effectif dans le projet, mais cela vient de l'intégration ESEO, qui peut « déstabiliser » la belle mécanique. Il faut être prudent de ce côté là. Il faut également compenser les départs de certaines figures emblématiques de l'équipe par des recrutements extérieurs ciblés. Enfin et c'est général, il y a un risque avec le départ des fortes personnalités qui ont porté le LAUM d'une moindre attractivité, il faut sans doute mieux « tuiler » les responsabilités en particulier dans cette équipe.

- **Intitulé de l'équipe et nom du responsable :**

Transducteurs, directeur : M. Laurent 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)	11	12
N2 : Nombre de chercheurs des EPST ou EPIC (cf. Formulaire 2.3 du dossier de l'unité)	1	1
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)	9	1
N4 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs titulaires (cf. Formulaire 2.5 du dossier de l'unité)	1	1
N5 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs non titulaires (cf. Formulaire 2.6 du dossier de l'unité)	-	
N6 : Nombre de doctorants (cf. Formulaire 2.8 du dossier de l'unité)	12	
N7 : Nombre de personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	7	7



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

L'équipe "Transducteurs" développe des travaux de modélisation et des études expérimentales sur les transducteurs électro-acoustiques pour application dans les fluides légers et les méthodes de traitement du signal associées. Ses activités sont organisées suivant trois opérations de recherche (capteurs et actionneurs, microsystèmes acoustiques, thermoacoustique).

La production scientifique est excellente (2,45 RCL/ETP/an). Ces publications sont distribuées de façon équilibrée dans des revues d'acoustique, d'électricité/électronique, d'optique et de physique, ce qui confirme le caractère pluridisciplinaire des travaux réalisés. Il ne semble pas y avoir de politique précise dans le choix des revues qui sont très nombreuses et de facteurs d'impact très variables.

L'opération de Recherche "Capteurs et actionneurs" a pour objet l'étude de sources et capteurs d'acoustique aérienne reposant sur des principes de transduction variés (électrodynamique, électrostatique, piézoélectrique, ionique), ainsi que le développement de systèmes métrologiques optiques pour l'étude non intrusive de champs acoustiques ou vibratoires. L'étude des haut-parleurs électrodynamiques et en particulier de leurs non-linéarités a fait l'objet d'une activité importante (contrat régional MAGIC) visant, d'une part, à concevoir un haut-parleur électrodynamique qui élimine les principales sources de non-linéarité (guidage par joint ferro-fluide, moteur magnétique sans fer), et d'autre part, à développer des méthodes expérimentales de quantification et d'identification des sources de non linéarité. L'holographie numérique s'est également développée vers les méthodes couleur à 2 ou 3 longueurs d'onde pour application à l'étude aux milieux granulaires et aux écoulements turbulents (projets ANR IMHOTEC et région MITHODIC). Les thématiques ayant une origine plus ancienne ont évolué en lien avec d'autres opérations de recherche du LAUM : la transduction ionique s'est orientée vers les applications capteurs (pression, vitesse et intensimétrie) et les sources impulsives (lien avec l'OR Acoustique Urbaine) ; la Vélocimétrie Laser Doppler est mise en œuvre pour étudier les machines thermoacoustiques (OR thermoacoustique) et le champ proche de structure vibrantes en champ libre.

L'opération de Recherche "Microsystèmes acoustiques" concerne des activités de développement, de fabrication et de caractérisation de micro capteurs acoustiques (microphones) et thermiques (fluxmètres). Par rapport à l'état de l'art sur les microphones MEMS, les travaux réalisés au LAUM visent à l'obtention de performances spécifiques, par exemple une très large bande passante, pour des applications de métrologie fine et/ou normative en acoustique aérienne dans le cadre d'une collaboration suivie avec le Laboratoire National d'Essai. Cette activité s'appuie l'expertise du LAUM reconnue au niveau international sur la modélisation de l'acoustique en fluide thermo visqueux.

Les dispositifs sont réalisés dans une salle blanche mise en place à cet effet à l'ENSIM, ce qui rend original son positionnement vis à vis des grandes centrales de technologies françaises. On notera l'importance des travaux de modélisations, analytiques et numériques, qui concernent l'intégralité des RCL relatives aux microphones MEMS. Par contre, cette activité n'est pas valorisée dans les principales revues et conférences (MEMS, Transducers) de la communauté MEMS. L'instrumentation pour la thermoacoustique constitue le second volet des activités de micro technologie du LAUM, en lien avec les activités de l'OR thermoacoustique. Reposant sur des travaux initiaux n'ayant pas de rapport direct avec l'acoustique (micro-capteurs de mesure locale de température et de flux thermique), cette activité trouve une application immédiate en permettant l'instrumentation de stacks et d'échangeurs. La réalisation de micro-éléments (stacks, échangeurs) est également conduite en vue de miniaturiser les dispositifs thermoacoustiques.

Le LAUM est l'un des rares groupes de recherche au niveau national et international dans le domaine de la thermoacoustique. Conduits dans le cadre du projet ANR "Microthermac", les travaux, essentiellement analytiques et expérimentaux, de l'OR "Thermoacoustique" abordent l'optimisation des systèmes thermoacoustiques. Ils concernent, d'une part, les phénomènes non-linéaires de type écoulements redressés dont l'effet est déterminant dans la dégradation des performances, et d'autre part, la miniaturisation des systèmes thermoacoustiques, sujet à fort potentiel vis à vis du problème de l'évacuation de la chaleur composants électroniques. Sur le premier sujet, le LAUM a une position forte au niveau international qu'elle pourrait encore renforcer en abordant d'autres effets non-linéaires (écoulements de Rayleigh et écoulements acoustiques générés par des jets). Le second sujet, très ambitieux, a été abandonné dans de nombreux laboratoires américains à cause de la réduction sévère des performances liée à l'augmentation des pertes aux échelles réduites. Un bilan des performances potentielles des systèmes thermoacoustiques miniatures semble nécessaire avant de continuer dans cette voie.



La productivité scientifique de l'OR "Thermoacoustique" est bonne. Néanmoins, la collaboration avec l'industrie, l'implication dans les projets européens et la collaboration avec des groupes de recherche au niveau international sont faibles, conséquence probable du nombre réduit de chercheurs impliqués dans l'OR.

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

L'activité de valorisation de l'équipe "Transducteurs" est très importante. On notera en particulier le nombre élevé de brevets (11) et les partenariats industriels avec STMicroelectronics, Neurelec, Renault et Orkidia Audio. Cette activité est très inégalement répartie, concernant principalement un permanent et une thématique. L'équipe a participé à 3 projets ANR (Microthermac, SAIPON et IMHOTEC) et à 2 projets régionaux (MAGIC et MITHODIC). Elle a des collaborations fructueuses aux niveaux national et international (en particulier avec l'Université Technique de Prague). Le nombre de conférences invitées est par contre assez faible (5 conférences dont 2 en congrès internationaux sur 5 ans). L'équipe est assez peu présente en terme d'animation scientifique au niveau international (projets européens et internationaux, organisation de congrès). Enfin il convient de souligner la très importante activité de formation de thésards (13 thèses soutenues et 8 thèses en cours) qui illustre bien le rôle central que joue le LAUM dans la formation en Acoustique en France.

- **Appréciation sur le projet :**

Le projet s'appuie sur le savoir-faire de l'équipe "Transducteurs" dans les domaines de la transduction, de la métrologie et des micro technologies. La majorité des sujets actuels (non linéarité des haut-parleurs, VLD appliquée à la calibration d'hydrophones, métrologie fine, microphones miniatures, micro-capteurs thermiques) seront poursuivis avec une montée en puissance des travaux sur l'holographie numérique couleur. Plusieurs sujets émergents sont également identifiés. Le passage des systèmes thermoacoustiques non pressurisés aux systèmes de forte puissance est un pas ambitieux qui va dans le sens du développement industriel de la technologie thermoacoustique. Il nécessitera sans doute l'ouverture vers de nouveaux partenaires dans la mesure où les systèmes à grande échelle exigent des expertises thermiques différentes pas nécessairement présentes au LAUM. L'activité sur les micro-capteurs acoustiques a identifié des sujets pertinents, actuels (micro-capteurs bio-implantables) ou très originaux (micro-capteurs à gaz ionisé) qui devraient conduire à des réalisations fonctionnelles à l'état de l'art. La thématique sur les transducteurs numériques et les réseaux de capteurs innovants est également très actuelle et tout à fait justifiée au vu des compétences existantes au LAUM. Elle devra cependant être davantage précisée dans la mesure où ces sujets sont déjà étudiés depuis plusieurs années dans d'autres laboratoires. L'ensemble du projet témoigne à la fois de la vitalité et de la complémentarité des différentes OR qui composent cette équipe. Son ambition, qui vise à maintenir les sujets existants et développer de nouvelles thématiques parfois coûteuses en moyens humains, pose cependant question vis à vis du nombre limité de permanents de l'équipe.

- **Conclusion :**

L'équipe de recherche est très productive, capable de se positionner sur des thématiques très originales et a une activité bien équilibrée entre travaux fondamentaux et valorisation.

C'est un regroupement unique, en acoustique aérienne, de savoir-faire en transduction, métrologie et micro-technologie. On note la capacité à faire émerger des thématiques originales à l'interface de ces savoir-faire. La cohésion, la complémentarité et la collaboration forte entre les OR de l'équipe sont très positives, ainsi que la volonté de valorisation et de collaboration industrielle (moins vraie en thermoacoustique).

Des risques apparaissent comme le foisonnement de thématiques qui ne rend pas toujours le projet très lisible et la possible perte d'unité avec le départ prochain d'un membre fondateur. L'activité de valorisation est concentrée sur un faible nombre de personnes et de thématiques et de nombreux projets s'appuient sur la centrale de technologie qui semble manquer de moyens humains à temps-plein. De manière générale le projet suppose un accroissement du nombre de permanents qui n'est pas acquis.



Le comité recommande d'accroître l'animation scientifique au niveau de l'équipe pour garantir la cohérence scientifique, d'améliorer la lisibilité et d'identifier les moyens humains nécessaires vis à vis du projet. Il serait aussi profitable de participer à des programmes européens ou internationaux, d'organiser des congrès ou des workshops pour renforcer la position internationale de l'équipe.

- **Intitulé de l'équipe et nom du responsable :**

Equipe VAGuE (Vibrations, Acoustique Guidée et Ecoulement), responsable : M. J.P. DALMONT

- **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)	12	12
N2 : Nombre de chercheurs des EPST ou EPIC (cf. Formulaire 2.3 du dossier de l'unité)	4	4
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)	7	
N4 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs titulaires (cf. Formulaire 2.5 du dossier de l'unité)	0	
N5 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs non titulaires (cf. Formulaire 2.6 du dossier de l'unité)	0	
N6 : Nombre de doctorants (cf. Formulaire 2.8 du dossier de l'unité)	14	
N7 : Nombre de personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	8	

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

L'équipe mène des recherches dans quatre thématiques : théorie et métrologie des guides d'ondes, théorie et analyse modale, aéroacoustique, dynamique des systèmes non linéaires. La production scientifique est forte et de qualité (65 revues A internationales) 1 Brevet, 5 conférences invitées un chapitre d'ouvrage. Le fait que les thèmes abordés sont traités sous le double aspect théorique (modélisation analytique ou mixte numérique-analytique) et expérimental témoigne d'une démarche très pertinente.

L'OR physique des instruments de musique présente des performances de tout premier plan et constitue une équipe de pointe au niveau international (gros volume de publication, dans les meilleures revues).

L'OR Vibro-Acoustique a un bon niveau de publication, sauf sur 2010 et avec une contribution dominante de J-C Pascal (professeur émérite). L'arrivée de Charles Pezerat devrait assurer la continuité.

L'OR Guides inhomogènes ou avec écoulement a une très bonne production scientifique, avec une grande qualité des publications. L'originalité des méthodes utilisées par l'équipe a peu d'équivalents dans la communauté scientifique.

L'OR Acoustique Urbaine a un niveau de publication moyen, cependant elle est plus récente et sa thématique est porteuse d'avenir.

Le nombre des doctorants de l'équipe est important, avec une bonne proportion de conventions CIFRE.



Des relations contractuelles suivies sont établies avec des partenaires industriels majeurs, appartenant à des secteurs très diversifiés et pour des projets d'envergure et structurants. Ces relations sont essentiellement mises en place dans le cadre de programmes nationaux et régionaux de soutien à la recherche.

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

La position d'éditeur associé au JSV de M. Y. AUREGAN constitue une preuve de reconnaissance de la compétence au niveau international.

Le laboratoire est attractif pour les doctorants, post-doctorants et scientifiques étrangers en séjour sabbatique. Plus d'un tiers des publications sont écrites en collaboration avec des auteurs étrangers.

L'équipe fait beaucoup appel aux sources de financement externes (ANR, projets régionaux, contrats FUI, pôles de compétitivité), avec un très appréciable taux de succès qui démontre son dynamisme.

Bien que des collaborations avec de nombreuses structures étrangères existent (Université d'Edimbourg et Université Technologique d'Eindhoven, par exemple), il convient de noter que, par rapport à son niveau et son rayonnement international, l'équipe participe à peu de projets de recherche européens structurés. Ce point pourrait être développé à l'avenir. La multiplicité des collaborations internationales en acoustique instrumentale est à souligner.

L'équipe est très active sur le plan de la vulgarisation scientifique. Les études menées sont en cohérence avec des attentes culturelles (acoustique musicale) et sociétales (acoustique urbaine), la valorisation des études plus tournées vers l'ingénierie est aussi active notamment avec le secteur aéronautique automobile et ferroviaire.

- **Appréciation sur le projet :**

L'OR physique des instruments de musique souhaite à juste titre prolonger sa position d'excellence internationale par un approfondissement vers le geste instrumental, les instruments anciens et plus généralement vers le raffinement des modèles qui reste encore souvent assez loin du réel.

Le projet de constitution d'un banc d'essai des matériaux avec écoulement dans une configuration de forte densité modale se rapprochant des besoins aéronautiques (conduits de turboréacteurs) est ambitieux et original car sans précédent en Europe. L'aboutissement du projet est néanmoins assujéti à l'acceptation de demandes de financement multiples, qui ne sont pas encore garanties. L'analyse en termes de besoins humains et financiers a été bien pensée et le laboratoire est conscient du besoin de trouver des solutions palliatives, le cas échéant. Il est prêt à mener à terme ce projet quelles que soient les circonstances.

L'identification des sources est un domaine important reconnu utile par le comité, notamment la caractérisation d'efforts appliqués aux structures. La vibroacoustique du contact et la catégorisation des bruits constituent un domaine nouveau, certes intéressant, mais se pose la question d'une certaine multiplication des thèmes qui peut présenter un danger de dispersion.

L'acoustique urbaine était dans le bilan de l'équipe un thème en devenir. Il est important de continuer à développer ce thème compte tenu de l'acquis, des moyens de l'ANR et de l'implication dans les structures nationales GDR VISIBLE et fédération de recherche IRSTV.

L'affectation des moyens est mutualisée et non propre aux équipes.



- **Conclusion :**

La production scientifique de l'équipe est forte et de qualité. Son implication dans la communauté scientifique nationale et internationale est remarquable, tant dans la volonté de coopération que dans l'aboutissement de publications communes. L'équipe a su tirer parti des financements ANR notamment, mais aussi FUI et Régionaux. Plusieurs projets structurants sont en cours. Le spectre de compétences couvert est très large ; c'est à la fois un atout, car les recherches nouvelles sont souvent aux interfaces, mais aussi un risque de dispersion.

La multiplicité des actions et la ramification de plus en plus complexe, en partie justifiée par des extensions du savoir-faire existant et sa transposition à d'autres domaines, comportent un risque sur la lisibilité thématique d'ensemble. Le comité recommande donc de poursuivre dans leurs grandes lignes les actions entreprises sans trop ouvrir de nouveaux thèmes, en consolidant les recherches actuelles.

Sur le plan des financements l'équipe est tournée vers les financements nationaux et collaboratifs. C'est une grande qualité qu'il faudrait équilibrer vers les financements européens et les contrats industriels directs.



Intitulé UR / équipe	C1	C2	C3	C4	Note globale
Laboratoire d'Acoustique de l'Université du Maine (LAUM)	A+	A+	A+	A	A+

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



Laboratoire d'Acoustique de l'Université du Maine
UMR CNRS 6613
Av. O. Messiaen, 72085 LE MANS Cedex 9, France
Tel. : 33 (0)2 43 83 32 70 Fax. : 33 (0)2 43 83 35 20

Le Mans, le 11 avril 2011

Objet : rapport de l'AERES sur le LAUM

Madame, Monsieur

Nous remercions les membres du comité de visite de l'AERES pour leurs analyses détaillées du fonctionnement du Laboratoire d'Acoustique de l'Université du Maine. Nous avons pris note de leurs remarques et nous en tiendrons compte pour l'avenir.

Cordialement

A handwritten signature in blue ink, consisting of several fluid, overlapping loops and strokes, positioned above the name of the signatory.

Yves Auréan
Directeur du LAUM