



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

Section des Unités de recherche

Rapport de l'AERES sur  
l'unité :

Institut de Recherche en Génie Civil et Mécanique  
sous tutelle des  
établissements et organismes :

Ecole Centrale de Nantes

Université de Nantes

Centre National de la Recherche Scientifique

Janvier 2011



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

Section des Unités de recherche

## Rapport de l'AERES sur l'unité :

Institut de Recherche en Génie Civil et Mécanique  
sous tutelle des  
établissements et organismes :

Ecole Centrale de Nantes

Université de Nantes

Centre National de la Recherche Scientifique

Le Président de l'AERES

**Didier Houssin**

Section des unités  
de recherche

Le Directeur

**Pierre Glorieux**

Janvier 2011



# Unité

Nom de l'unité : Institut de Recherche en Génie Civil et Mécanique

Label demandé : UMR

N° si renouvellement : 6183

Nom du directeur : M. Arnaud POITOU

## Membres du comité d'experts

Président :

M. A. BENALLAL, LMT-Cachan

Experts :

M. P. BREITKOPF, Laboratoire Roberval, Compiègne

M. D. COUTELLIER, Université de Valenciennes

M. E. LORENTZ, EDF, Clamart

M. J. P. PONTHOT, Université de Liège, Belgique

M. K. SAANOUNI, Université de Technologie de Troyes

M. J. M. TORRENTI, LCPC, Marne-La-Vallée

M. F. LEBON, CoCNRS, Université d'Aix-Marseille

M. P. LAGARRIGUE, CNU, Université de Toulouse

## Représentants présents lors de la visite

Délégué scientifique représentant de l'AERES :

M. J. C. Gelin

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

M. A. BERNARD, Ecole Centrale de Nantes

M. P. CHEDMAIL, Directeur de l'Ecole Centrale de Nantes

M. M. C. LAFARRIE-FRENAUT, DSA CNRS

M. J. GIRARDOT, Vice-Président Recherche, Université de Nantes



# Rapport

## 1 • Introduction

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

La visite s'est déroulée les 15 et 16 décembre 2010 et s'est passée dans d'excellentes conditions d'organisation matérielle. Le Comité a pu entendre tout d'abord le directeur d'unité puis successivement les responsables des six équipes constituant l'unité. Les présentations d'équipe étaient toutes suivies de présentation posters qui ont permis en plus d'un approfondissement des thématiques de chaque équipe de visiter une sélection des moyens disponibles au laboratoire. La traditionnelle rencontre avec les représentants des personnels (doctorants, ITA et chercheurs enseignants-chercheurs) a précédé la présentation du projet de laboratoire et la réunion avec les représentants des tutelles du GeM qui ont clos la visite en fin de deuxième journée.

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

L'Institut de Recherche en Génie Civil et Mécanique a été créé il y a six ans. Il est rattaché à trois tutelles (Ecole centrale de Nantes, Université de Nantes et CNRS) et est localisé sur quatre sites différents : d'une part à Nantes à l'Ecole Centrale et à la faculté des Sciences et d'autre part à Saint-Nazaire au CRTT et à l'IUT. Ses activités concernent la mécanique des matériaux et des structures pour des applications dans les domaines du génie civil et de l'industrie.

- **Equipe de Direction :**

L'équipe de direction est composée d'un directeur et d'un directeur adjoint. Un Comité de Direction, constitué du directeur du laboratoire et des responsables d'équipes, décide des grandes orientations 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)	52	52
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 (cf. Formulaire 2.2 et 2.4 du dossier de l'unité)	18	-
N4 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs titulaires (cf. Formulaire 2.5 du dossier de l'unité)	19	19
N5 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs non titulaires (cf. Formulaire 2.6 du dossier de l'unité)	8	-
N6 : Nombre de doctorants (cf. Formulaire 2.7 du dossier de l'unité)	55	63
N7 : Nombre de personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	26	26

## 2 • Appréciation sur l'unité

- Préambule

Les activités scientifiques de l'Institut de Recherche en Génie Civil et Mécanique sont déployées en trois axes, à savoir Génie Civil, Calcul de Structures et Matériaux et Procédés. Chacun de ces axes est lui-même décliné en deux équipes, l'une associée au secteur de l'Ecole Centrale de Nantes et l'autre à celui de l'Université de Nantes. Ces six équipes sont autonomes et développent des compétences propres en cohérence et en complémentarité mutuelle et ce malgré la multiplicité des sites du laboratoire. Toutes les équipes font une recherche d'excellence, traitent de problèmes industriels et sociétaux d'importance. Certaines sont bien reconnues internationalement.

- Avis global

L'Institut de Recherche en Génie Civil et Mécanique (GeM) est un laboratoire en pleine expansion. Il est positionné sur des thématiques spécifiques et en collaboration très étroite avec l'aval, grâce en particulier à son environnement régional. A ce titre, les liens industriels sont forts avec une valorisation directe et la pertinence technologique et sociétale des recherches menées est remarquable.



Le laboratoire développe des approches associant expérimentation, modélisation et simulation. Il possède une expertise unique et est leader mondial sur certaines thématiques le rendant très visible dans le paysage français mais aussi dans le contexte international conduisant à une notoriété de l'unité excellente.

La qualité scientifique et la production associée sont très bonnes faisant du laboratoire l'un des laboratoires qui montent et le positionnent dans le haut des équipes françaises dans son domaine.

Les compétences du laboratoire sont bien transférées vers les enseignements avec une forte implication des personnels dans le management et le fonctionnement de filières aussi bien à l'École Centrale qu'à l'Université de Nantes.

Le management de l'unité est très bien conduit et les échanges fréquents avec les personnels contribuent à une bonne qualité relationnelle. La gestion administrative et financière est décentralisée dans les équipes, avec une certaine incitation à la mutualisation sans que cela soit dogmatique.

Vu son jeune âge, le GeM développe un projet pour la prochaine période quadriennale qui est essentiellement marqué par la continuité des axes actifs durant la précédente période mais montre une implication forte dans les investissements d'avenir où il est moteur dans le montage d'un LABEX ARIMMAC et de l'IRT Jules Verne.

- **Points forts et opportunités**

Le GeM est un laboratoire jeune, de très bon niveau, bien identifié au plan national par les organismes de recherche et inséré dans un environnement géographique, régional et industriel prometteur où il bénéficie de la présence de plateformes technologiques toutes récentes et de très grandes technicité. La mise en place en partenariat entre autres avec les collectivités territoriales locales, AIRBUS et le pôle de compétitivité EMC2 du « Technocampus » représente un atout majeur pour l'avenir. Y sont installées des entreprises dont certaines ont mis en place des projets de recherche avec le laboratoire. D'autre part, les occupants potentiels s'engagent à mutualiser leurs équipements en les rendant accessibles à 25% du temps.

Le laboratoire présente une pyramide des âges qui lui est favorable à l'exception du personnel technique. Une bonne adéquation entre les besoins nécessaires pour les projets de recherche et l'environnement de travail, y compris les équipements mi-lourds, a été observée, favorisée par des ressources financières judicieusement affectées et sans restriction.

La qualité relationnelle du laboratoire est excellente. Les personnels sont attachés à leur laboratoire et ont plaisir à y travailler. Les doctorants, post-doctorants et stagiaires bénéficient d'un environnement idéal avec un encadrement de qualité et un équipement conséquent répondant tout à fait aux besoins.

Le Comité a aussi noté et apprécié les activités de recherche présentes à l'IUT de Saint-Nazaire, avec une qualité rarement rencontrée dans ce genre d'établissement.

- **Points faibles et risques**

Le laboratoire étant en pleine phase de croissance, on pourrait penser au risque de dispersion des recherches. Mais les acteurs sont conscients de ce risque et admettent qu'il faut absolument le maîtriser.

- **Points à améliorer**

Les contraintes multi-sites du Laboratoire, comme on l'a déjà signalé, n'empêchent pas la cohérence et les travaux en commun, ce qui se passe déjà. Ceci doit absolument être maintenu et sans doute davantage affiché. Des rapprochements entre équipes sont envisagés et ceci est fortement encouragé. Il conviendrait, sans aller jusqu'à préconiser la fusion des équipes travaillant dans les mêmes axes, de stimuler et d'amplifier leurs collaborations.



- **Recommandations au directeur de l'unité :**

La pyramide des âges est aujourd'hui favorable au GeM. Il faut cependant être particulièrement vigilant quant à l'avenir et au développement des carrières des ingénieurs et techniciens recrutés pour un certain nombre sur des CDD. Ceci demande de la part du directeur et des représentants des tutelles une grande anticipation du développement des carrières des agents affectés au GeM. De même, les charges administratives qui pèsent sur certains enseignants-chercheurs devraient être limitées pour permettre au laboratoire de continuer sa phase de croissance. Ce soutien doit arriver dans des délais compatibles avec la dynamique du Laboratoire.

La pertinence technologique et sociétale du laboratoire est remarquable. Celle-ci semble encore garantie par l'environnement immédiat. Cette garantie peut toutefois à terme entraîner un mode de fonctionnement trop répétitif et trop focalisé vers des sujets qui pourraient perdre toute originalité. Il faut donc veiller à continuer à développer une recherche plus académique des thématiques qui permettraient au laboratoire de se ressourcer sur d'autres thèmes de recherche porteurs. Le comité de prospective scientifique dont s'est doté le GeM est un bon outil pour faire émerger des sujets nouveaux. Peut-être faut-il le compléter par un conseil scientifique garant des orientations des recherches dans le long terme.

- **Données de production :**

(cf. [http://www.aeres-evaluation.fr/IMG/pdf/Criteres\\_Identification\\_Ensgts-Chercheurs.pdf](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	50
A2 : Nombre de producteurs parmi les autres personnels référencés en N3, N4 et N5 dans la colonne projet	68
A3 : Taux de producteurs de l'unité $[A1/(N1+N2)]$	96%
Nombre d'HDR soutenues	8
Nombre de thèses soutenues	55

### 3 • **Appréciations détaillées :**

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

Le GeM conduit des recherches de très bonne qualité, originales et pour certaines initiées au laboratoire même et internationalement reconnues avec un réel impact des résultats. La production scientifique est élevée et de qualité (311 publications ACL dans les revues internationales, 82 dans les revues nationales sur la période évaluée). Rapporté au nombre de chercheurs ETP, cela donne un taux de production de l'ordre de 2.5 articles/ETP/an. La participation à des congrès et manifestations scientifiques est aussi très fournie et environ 700 articles ont été publiés dans les actes de ces manifestations sur la totalité de la période évaluée. Le laboratoire n'a aucun problème pour attirer des doctorants et sur l'ensemble du quadriennal, une soixantaine de thèses ont été soutenues.

Les relations contractuelles sont très fortes et vu l'environnement du laboratoire, en particulier autour du Technocampus et des industriels présents, celles-ci devraient non seulement se pérenniser mais éventuellement s'accroître.



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

Outre les nombreuses activités d'expertise et les responsabilités éditoriales de journaux nationaux et internationaux, les membres du laboratoire sont impliqués dans l'organisation de quelque 70 congrès nationaux et internationaux. Le GeM a directement organisé durant le quadriennal 7 colloques internationaux et 6 nationaux. Par ailleurs, de nombreuses distinctions nationales et internationales ont été décernées à des chercheurs du laboratoire, témoignant d'un rayonnement national et international du laboratoire et ce malgré sa jeunesse. Parmi ces distinctions, on peut citer les John Argyris Award, IACM Award, IACM fellow, le Prix de Thèse CSMA, celui de la Fondation CETIM, le Grand Prix Maurice Couette ou encore le Prix de la Recherche de la FNTP.

La capacité à obtenir des financements extérieurs est remarquable et le laboratoire déploie des efforts importants pour répondre aux divers appels à projet. Le laboratoire est impliqué dans 18 ANR, de nombreux FUI vu sa participation à deux pôles de compétitivité. Il a de nombreux contrats privés, est lié aux Fondations FRAE et EADS et développe des projets en partenariat avec la région et l'Europe. Tous ces partenariats mènent à des relations socio-économiques fortes conduisant à une valorisation directe et une pertinence technologique et sociétale forte.

Le GeM a réussi à attirer et embaucher durant le quadriennal évalué ici, huit chercheurs et enseignants-chercheurs de talent. L'attrait pour les doctorants est important. Celui pour les post-doctorants est d'un niveau comparable à ce qui est observé dans le pays.

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

Malgré la multiplicité des tutelles et des sites où est localisé le laboratoire, la Direction semble avoir trouvé un réel équilibre pour l'organisation et la gouvernance de l'unité où une autonomie des équipes est conjuguée à une incitation non coercitive à la mutualisation des moyens.

Le laboratoire dispose d'un outil intéressant pour l'émergence de thèmes scientifiques nouveaux et une prise de risque. Il s'agit du Comité de Prospective Scientifique composé de jeunes enseignants-chercheurs et dont la tâche primordiale est de réfléchir à de nouveaux sujets de recherche. Pour le reste, le Comité de Direction décide des grandes orientations de recherche du laboratoire et le Journées du Gem permettent d'analyser et de faire un bilan des recherches effectuées au laboratoire.

Les compétences du laboratoire sont très bien transférées vers les enseignements avec une forte implication des personnels dans le management et le fonctionnement de filières aussi bien à l'Ecole Centrale qu'à l'Université de Nantes mais aussi de la structuration de la recherche. Notons à ce stade l'existence de la Chaire EADS occupée par F. Chinesta et le Master Spécial Conférence des Grandes Ecoles permettant l'attraction de nombreux ingénieurs.

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

Comme on a pu le souligner à de nombreuses reprises, le GeM est un laboratoire jeune, en pleine croissance et de ce fait est en cours de réaliser un véritable projet. En ce sens, le laboratoire ne compte pas changer de structure à l'avenir et souhaite développer les projets esquissés par chacune des équipes qui le composent, comme indiqué dans les pages qui suivent. Néanmoins, il souhaite se positionner dans le cadre des investissements d'avenir en cours actuellement et être acteur essentiel dans les plateformes technologiques mutualisées en cours dans la région et ce en amplifiant ses partenariats dans EMC2.

Le GeM est fortement impliqué dans le LABEX ARIMAC couvrant un large spectre de recherche en particulier dans le Mécanique des Solides, des Procédés de Mise en Forme et dans le Génie Civil. L'un des objectifs de ce LABEX, en cas de succès, est de devenir l'un des plus importants groupes de recherche français dans le domaine des procédés de fabrication avec pour applications principales les matériaux composites, les métaux, les structures hybrides et les verres. De même, le Gem est l'un des acteurs principaux de l'IRT Jules Verne dont l'ambition est d'être une référence internationale pour les technologies avancées de production dans les domaines des composites, des métalliques mais aussi des structures hybrides.





#### 4 • Analyse équipe par équipe et/ou par projet

Comme il a été indiqué plus haut, le GeM est composé de six équipes autonomes. Ces six équipes sont maintenant analysées une à une.

*Equipe E1, Structures et Simulations, Responsable : Nicolas MOES*

- 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)	8	8
N2 : Nombre de chercheurs des EPST ou EPIC (cf. Formulaire 2.3 du dossier de l'unité)	0	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)	6	-
N4 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs titulaires (cf. Formulaire 2.5 du dossier de l'unité)	2,6	2.6
N5 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs non titulaires (cf. Formulaire 2.6 du dossier de l'unité)	1	1
N6 : Nombre de doctorants (cf. Formulaire 2.8 du dossier de l'unité)	13	13
N7 : Nombre de personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	5	5

- Appréciation sur la qualité scientifique et la production :

L'équipe « structures et simulations » est constituée de treize permanents (quatre professeurs, quatre maîtres de conférences, quatre ingénieurs et un chercheur associé) ; elle a accueilli quatre post-doctorants sur la période 2006-2010. 13 thèses ont été soutenues et 13 autres sont actuellement en cours. Parmi les thèmes qui y sont développés, on retiendra en particulier plusieurs évolutions novatrices autour des éléments finis étendus X-FEM, l'exploitation de techniques d'analyse d'images au service du calcul de structures ou encore la formulation des problèmes couplés sous la forme d'un minimum d'énergie.



La production scientifique est très bonne et dans des revues internationales variées et de qualité indiscutable dans les domaines couverts. Sur la durée du dernier quadriennal on y trouve 53 articles dans des revues internationales (dont 5 inter équipes), 11 articles dans des revues nationales (dont 2 inter équipes) et 80 articles dans divers congrès internationaux et nationaux. Cette production confirme le très bon niveau scientifique de l'équipe.

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

Le rayonnement de l'équipe est tout à fait remarquable. Pour s'en convaincre, on peut citer les cinq prix obtenus sur la période ou les nombreuses collaborations avec d'autres laboratoires qui ont donné lieu à des publications communes. On peut également noter trois projets ANR pour un montant de 504 K€, un projet FUI pour 220 K€ et un projet financé par une fondation d'un montant de 120 K€. En outre, il faut souligner la démarche adoptée en matière de génie logiciel pour garantir la pérennité des développements réalisés autour des éléments X-FEM et permettre leur dissémination, au sein du laboratoire et à l'externe : la capitalisation sous forme d'une bibliothèque dont les versions successives sont gérées en configuration. Au-delà de cette première forme de diffusion de ses savoirs, l'équipe « structures et simulations » sait aussi s'adapter aux modes de travail d'équipes industrielles en intégrant ses travaux dans les codes de calcul de ces dernières. Cette démarche qui ménage travaux amont et industrialisation contribue indiscutablement à la popularité de l'équipe ; c'est un équilibre qu'il faudra chercher à maintenir dans la durée.

- **Appréciation sur le projet :**

Le projet scientifique pour les années à venir poursuit une inflexion déjà engagée : renforcer la dimension modélisation, certaines des techniques numériques mises au point les années passées étant maintenant bien acquises et jugées suffisamment robustes pour ne plus nécessiter de travaux complémentaires. Parmi les thématiques de modélisation ciblées, on retrouve ainsi les problèmes couplés, la simulation numérique des composites et l'application de certaines composantes de la technologie X-FEM au service d'une modélisation originale de l'endommagement des structures. Par ailleurs, on peut aussi retenir de ce projet le souci de prendre en compte les aléas dans les simulations (quantification des incertitudes, couplages avec les résultats expérimentaux). A cet égard, il nous semble que le positionnement recherché vis-à-vis de l'équipe « calculs de structures » devra gagner en lisibilité, y compris en interne : en particulier, une animation scientifique commune aux deux équipes dans le domaine des incertitudes est recommandée. Au vu des orientations proposées, le virage scientifique paraît ambitieux et s'inscrit dans des thématiques à la fois riches scientifiquement et aux débouchés industriels avérés. L'équipe évite ainsi le risque d'essoufflement tout en construisant sur ses acquis et en préservant l'équilibre entre l'amont et les applications. C'est là un projet séduisant, en phase avec les ambitions annoncées du laboratoire.

- **Conclusion :**

En conclusion, l'équipe « structures et simulations » nous semble de tout premier plan. Ses orientations futures la positionnent sur un terrain déjà investi par d'autres laboratoires mais où le meilleur niveau a tout à fait sa place : c'est un défi pour lequel elle nous semble bien armée. Reste alors à concilier la capacité à conforter les acquis, son rôle moteur vis-à-vis des autres équipes du laboratoire et la pertinence scientifique sur ces nouveaux sujets. Un rapprochement avec l'équipe E5 (Structures Gonflables) devrait être bénéfique en encourageant le partage des outils mathématiques et numériques.



*Equipe E2, Matériaux, Procédés et Technologie de Composites, Responsable Fransisco CHINESTA*

- 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)	9	9
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)	8	8
N4 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs titulaires (cf. Formulaire 2.5 du dossier de l'unité)	4,4	4.4
N5 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs non titulaires (cf. Formulaire 2.6 du dossier de l'unité)	2,5	-
N6 : Nombre de doctorants (cf. Formulaire 2.8 du dossier de l'unité)	11	12
N7 : Nombre de personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	5	5

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

L'équipe Matériaux, Procédés et Technologie de Composites est composée de 4 Professeurs, de 5 Maîtres de Conférences, d'un Chargé de Recherche et de 4 ingénieurs de Recherche. 11 thèses de doctorat ont été soutenues (2006-2010), 12 sont actuellement en cours et 6 post-docs sont aussi en activité dans l'équipe.

L'équipe a la particularité d'avoir le directeur du laboratoire comme membre et le responsable de l'équipe est titulaire d'une chaire EADS de 1M€ pour 4 ans.

L'équipe est organisée autour de 4 principales thématiques de recherche tout à fait pertinentes, que sont la mise en forme des matériaux composites tant du point de vue de la modélisation avancée que de la technologie des procédés, la fatigue des élastomères, l'assemblage à l'état solide, la dynamique des matériaux et l'impact.

La production scientifique y est excellente avec des revues internationales variées et de qualité indiscutable dans les domaines couverts. Sur la durée du dernier quadriennal on y trouve 84 articles dans des revues internationales (dont 8 inter équipes), 26 articles dans des revues nationales (dont 2 inter équipes) et 176 articles dans divers congrès internationaux et nationaux (dont 34 en collaboration avec des équipes internationales).



L'équipe s'appuie d'autre part sur les plateformes technologiques toutes récentes et de très grande technicité avec pour la plupart une unicité nationale voire internationale. En effet, l'équipe bénéficie de la mise en place en partenariat entre autres avec les collectivités territoriales locales, AIRBUS et le pôle de compétitivité EMC2 du « Technocampus » d'une superficie de 20000m<sup>2</sup> représentant un investissement en bâtiment de 40M€ et de 30M€ d'équipements. Au sein de ce Technocampus sont aussi installées des entreprises dont certaines ont mis en place des projets de recherche avec l'équipe. Cette équipe utilise d'autre part le centre de ressources en essais dynamiques situé à l'EC Nantes.

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

Le rayonnement de l'équipe est lui aussi incontestable avec notamment un responsable d'équipe qui possède une dimension scientifique excellente et mondialement reconnue. Outre les nombreuses activités d'expertise, de reviewing et les responsabilités éditoriales de journaux nationaux et internationaux, l'équipe est impliquée dans l'organisation de quelque 70 congrès nationaux et internationaux. Par ailleurs, de nombreuses distinctions nationales et internationales sont décernées à quelques membres de l'équipe. Tout ceci témoigne bien d'un rayonnement national et international incontestable.

On note 6 projets ANR pour l'équipe d'un montant total de 644k€ et de 4 projets financés au titre du FUI pour un montant total de 774k€.

Les moyens matériels (moyens d'essais et moyens de calcul) sont mutualisés et mis à la disposition de toutes les équipes du GeM. Des réunions scientifiques régulières rythment la vie scientifique des membres de l'équipe.

- **Appréciation sur le projet :**

Le projet de recherche pour les 4 années à venir permettra de conforter les 4 thèmes de l'équipe avec certainement une amplification de la partie autour des matériaux composites et de leurs procédés. Une des actions scientifiques mises en œuvre dans ce quadriennal a été l'adaptation de la méthode PGD à cette problématique, les développements dans ce domaine seront encore renforcés. Le projet s'intensifiera autour de nouvelles problématiques liées aux matériaux et procédés tant du point de vue des métalliques que des composites.

Enfin, le projet proposé s'insèrera parfaitement dans le contexte propre au GeM avec des projets qui seront mis en œuvre quel que soit le résultat des différents appels à projet du Plan d'Investissement d'Avenir.

- **Conclusion :**

Equipe dynamique au rayonnement indiscutable, diffusant dans le laboratoire et à l'extérieur. Pourra encore se développer mais nécessite de ne pas se disperser. Cette équipe gagnerait beaucoup à intégrer dans ses modélisations 'avancées' les nombreux phénomènes physiques complexes reflétant la réalité physique des composites développés par l'équipe E4.



### *Equipe E3, Matériaux hétérogènes et géomécanique, Responsable P. Y. HICHER*

Cette équipe se situe dans l'axe génie civil du GEM. Lors du quadriennal qui se termine et sur lequel porte l'évaluation, l'équipe était structurée en deux axes « Matériaux cimentaires et calcul de structure » (pour simplifier les bétons) et « Modélisation des sites et des ouvrages » (pour simplifier les sols). De manière générale on peut saluer l'évidente préoccupation sociétale qui ressort des thèmes de l'équipe au travers de recherches sur la tenue de structures vis-à-vis de risques naturels, la diminution des impacts environnementaux et la préservation des ressources naturelles, la durabilité des structures...

- 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)	8	8
N2 : Nombre de chercheurs des EPST ou EPIC (cf. Formulaire 2.3 du dossier de l'unité)	0	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)	3	3
N4 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs titulaires (cf. Formulaire 2.5 du dossier de l'unité)	6	6
N5 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs non titulaires (cf. Formulaire 2.6 du dossier de l'unité)	1	
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	4	4

- Appréciation sur la qualité scientifique et la production :

Au cours du quadriennal, l'équipe a produit 42 articles dans des revues ACL alors qu'elle a environ 8 enseignants chercheurs en moyenne sur la période, soit une excellente moyenne de 2,6 articles/an/ETP. Le départ de F. DUFOR, qui avait un taux élevé de publications, a été compensé par l'arrivée de P. KOTRONIS et par la montée en puissance des jeunes maîtres de conférences qui font que le taux de publication de l'équipe a une dérivée positive.



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

L'équipe est reconnue en France et à l'étranger. Cela se traduit par une présence dans de nombreux projets nationaux (CEOS ou SOLCYP par exemple), ANR, FUI et des collaborations internationales (nombreuses invitations pour P.Y. Hicher par exemple). Deux membres de l'équipe ont également été lauréats du prix FNTF de la recherche en 2009, traduisant l'intérêt de la profession à leurs travaux. L'attractivité se mesure enfin par les doctorants que l'équipe arrive à attirer grâce notamment à des partenariats ciblés.

- **Appréciation sur le projet :**

Dans le nouveau projet du laboratoire, l'équipe a choisi d'évoluer vers des axes thématiques transverses mariant les sols et les bétons : « Approches multi-échelles », « Durabilité des ouvrages et couplages multi-physiques » et « Comportement des ouvrages sous sollicitations complexes ». Il convient de saluer et soutenir cette évolution car elle n'est pas évidente mais est originale et peut être très fructueuse. Elle s'intitulera « Matériaux - Ouvrages - Environnement » et sera dirigée par A. LOUKILI. Le comité donne un avis favorable à cette opération

- **Conclusion :**

Cette équipe présente plusieurs points forts : elle est jeune, dynamique, portée par des projets industriels ayant souvent une portée sociétale et posant de beaux problèmes scientifiques. Il convient donc de la soutenir en veillant à ce que les jeunes chercheurs ne soient pas chargés de tâches administratives. La cohérence et les travaux en commun avec l'autre équipe génie civil apparaissent comme un point fort qui doit absolument être maintenu et sans doute davantage affiché, même si la vision extérieure des deux équipes est positive.



### *Equipe E4, Etat Mécanique et Microstructure, Responsable F. JACQUEMIN*

L'équipe « Etat Mécanique et Microstructure » est composée de 4 Professeurs, de 5 Maîtres de Conférences dont 1 HDR et de 2,95 IATOS rétribués essentiellement sur fonds propres. 5 thèses de doctorat ont été soutenues (2006-2010) et 10 sont actuellement en cours dont une en coopération avec l'équipe E5 du Gem, ainsi que un post-doc sont aussi actuellement en activité dans l'équipe.

L'équipe bénéficie d'autre part d'équipements expérimentaux propres et est impliquée dans 4 projets FUI (Fonds Unique Interministériel) et dans deux autres projets régionaux pour un total de 807 k€

- 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)	9	9
N2 : Nombre de chercheurs des EPST ou EPIC (cf. Formulaire 2.3 du dossier de l'unité)	0	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)	2	2
N4 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs titulaires (cf. Formulaire 2.5 du dossier de l'unité)	0	0
N5 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs non titulaires (cf. Formulaire 2.6 du dossier de l'unité)	2.95	-
N6 : Nombre de doctorants (cf. Formulaire 2.8 du dossier de l'unité)	5	10
N7 : Nombre de personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	5	5

- Appréciation sur la qualité scientifique et la production :

Au cours de la période 2006-2009, l'équipe a publié 56 articles dans des revues ACL (dont 7 inter équipes) alors qu'elle comporte environ 9 enseignants-chercheurs en moyenne sur la période, soit une très bonne production de près de 3 articles/an/ETP, 64 publications dans divers congrès nationaux (22) et internationaux (42). Ce bilan positif ne doit cependant pas masquer certaines disparités. Si la production scientifique des Professeurs est relativement homogène, celle des MCF est plus étalée puisqu'on compte entre 2 et 14 publications en fonction de la personne concernée.



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

L'équipe est bien reconnue en France. Son point fort est de toute évidence la modélisation du comportement des matériaux en milieux humides. Elle entretient de nombreuses collaborations avec le monde de l'industrie. La réputation dont elle jouit lui a permis de devenir partenaire de quatre projets de type FUI. L'équipe est également présente dans plusieurs projets régionaux. Durant la dernier quadriennal, une HDR a été soutenue, ainsi que 5 thèses. 10 thèses sont actuellement en cours. Les doctorants sont essentiellement issus d'Universités et d'Ecoles françaises. La notoriété de l'équipe est également assurée au travers de nombreuses participations à des congrès nationaux ou internationaux : 64 communications avec actes ont ainsi été présentées durant les quatre dernières années.

L'équipe est structurée autour de deux principaux thèmes de recherche:

**Durabilité des composites :** Etude de l'intégrité des matériaux et des structures composites sous sollicitations mécaniques en interaction avec les conditions environnementales.

**Comportement mécanique des matériaux métalliques :** relations multiéchelles entre propriétés mécaniques, microstructures et procédés de fabrication.

Ces deux thèmes de recherche se rejoignent sur l'utilisation intensive d'approches multiéchelles à la fois expérimentales et de modélisation.

L'équipe organise des réunions régulières de manière à favoriser le brassage entre les deux axes de recherche et la communication entre tous les chercheurs. Manifestement, en rencontrant les membres de l'équipe, on perçoit qu'il existe une vraie vie de laboratoire, faite de nombreuses interactions au sein même de l'équipe et avec les autres équipes du GeM.

- **Appréciation sur le projet :**

Dans le nouveau projet du laboratoire, l'équipe propose de maintenir et d'enrichir les actions concernant le couplage expérience-modélisation, tout en mettant l'effort sur le développement des méthodes expérimentales et ce au travers d'une politique d'investissement régulière et active (micromachine de traction, goniomètre, enceinte climatique) sous-tendue par l'opportunité de déménager dans des locaux neufs (financement CPER).

- **Conclusion :**

C'est une équipe jeune et dynamique qui produit une activité de recherche rarement rencontrée dans un IUT et qu'il faut soutenir dans sa démarche. Même si des interactions existent déjà avec l'équipe E2 de Francisco Chinesta, il conviendrait, sans aller jusqu'à préconiser la fusion, d'amplifier les collaborations entre ces deux équipes qui sont très complémentaires sur le domaine des composites. L'équipe E4 pourrait indéniablement aider à une meilleure prise en compte de la complexe réalité physique des composites dans les modèles numériques développés par l'équipe E2.





### *Equipe E5, Calcul des Structures, Responsable F. SCHOEFS*

Cette équipe conduit une recherche fondamentale autour de deux thèmes principaux : les structures gonflables et l'intégrité et la fiabilité des structures.

- 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)	9	8
N2 : Nombre de chercheurs des EPST ou EPIC (cf. Formulaire 2.3 du dossier de l'unité)		
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)	3	2
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)	0,5	
N6 : Nombre de doctorants (cf. Formulaire 2.8 du dossier de l'unité)	11	14
N7 : Nombre de personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	4	4

- Appréciation sur la qualité scientifique et la production :

Les recherches conduites dans cette équipe, au-delà de leur originalité certaine, sont de très bonne qualité. Des collaborations avec les autres équipes du GeM sont attestées par des encadrements et des publications communes. Les résultats obtenus sur les deux thèmes de prédilection de l'équipe en font une équipe visible nationalement. Le comité constate en particulier que les moyens mis par l'équipe sur la thématique Structures gonflables en font sûrement un leader au niveau national.

La production scientifique est très bonne avec 43 ACL (en général dans de très bonnes revues du domaine) et 18 ACLN, 161 communications dans des colloques, ce qui rapporté au nombre d'ETP est très appréciable. Le nombre de publications a augmenté de façon tout à fait considérable depuis le quadriennal précédent. Neuf thèses et trois HDR ont été soutenues durant la période évaluée. Dans le même temps l'équipe prend part à deux contrats ANR et un FUI. On note aussi une activité contractuelle assez importante avec le CETIM, SBM, Méca-SARL, DCNS, Veolia, Bureau Veritas, Oxand et Total.



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

L'équipe CS est bien reconnue aux niveaux national et international. On note un nombre assez élevé de conférences invitées (18), un prix international, des participations à des comités scientifiques de conférences et un membre d'un « Editorial Board » de revue. On constate des collaborations internationales (Valence, Singapour, Newcastle, Dublin) et nationales (Orsay, Bordeaux, Lyon, Clermont-Ferrand, LCPC, LAUM), une participation à deux projets inter-région européens (Medachs et Duratinet), à un projet national et à un projet régional. Par ailleurs, l'équipe a su développer des activités scientifiques communes, au niveau local, avec des statisticiens et des biologistes.

La recherche partenariale a conduit, au-delà d'un total de 370 k€, au dépôt de deux brevets (et un en cours de dépôt). Comme cela a été dit plus haut, ces collaborations s'effectuent avec un nombre assez important de partenaires. Deux nouvelles ANR ont été obtenues dans une période récente.

- **Appréciation sur le projet :**

L'analyse des forces et faiblesses de l'équipe paraît tout à fait pertinente. Dans le thème Structures Gonflables la mise en œuvre de critères de dimensionnement, l'étude du post-plissage, l'étude des matériaux et la prise en compte des contacts paraissent tout à fait adaptés aux compétences et aux forces de l'équipe. Des collaborations avec des équipes externes au laboratoire devraient être envisagées, en particulier sur les aspects contact. Le thème Fiabilité des Structures, structuré autour de quatre axes principaux devrait atteindre son régime de croisière et on ne peut qu'encourager des collaborations accrues avec les équipes Structures et Simulations et Matériaux et Procédés pour des couplages entre méthodes fiabilistes et méthode PGD ou XFEM. Il apparaît au comité en particulier qu'un rapprochement fort avec l'équipe Structures et Simulations devrait être à l'ordre du jour.

- **Conclusion :**

L'équipe Calcul des Structures est une équipe qui conduit des recherches de qualité qui sont très appréciées par la communauté. Elle a su développer deux thèmes originaux qui la positionnent à un très bon niveau. Elle doit être attentive au recrutement de doctorants de qualité dans le thème Structures Gonflables. Un rapprochement avec l'équipe Structures et Simulations est à envisager, s'il apparaît opportun aux deux équipes ; en particulier, l'équipe pourrait profiter des deux prochains recrutements qui sont envisagés en 2011. Les collaborations avec les mathématiciens paraissent elles aussi comme une opportunité de développement. Le comité soutient fortement le nouveau responsable d'équipe dans sa politique de soutien aux chercheurs peu publiant.



### *Equipe E6, Interactions Eau Géomatériaux , responsable A. KHELIDJ*

Cette équipe se situe dans l'axe génie civil du GEM. Elle est structurée en 4 thèmes dont deux portent sur le sols : «comportement des sols sous chargement hydraulique», « Comportement des sols de très forte teneur en eau » et deux sur les bétons : «Comportement des (éco)matériaux cimentaires au jeune âge » et « transferts dans les bétons pour la prédiction de la durabilité des ouvrages ». Elle a une approche essentiellement expérimentale. Il convient de saluer son évidente préoccupation sociétale et régionale qui ressort des thèmes de l'équipe au travers de recherches sur la tenue de structure vis-à-vis de risques naturels (érosion), la diminution des impacts environnementaux et la durabilité des structures en béton...

- 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)	10	10
N2 : Nombre de chercheurs des EPST ou EPIC (cf. Formulaire 2.3 du dossier de l'unité)	0	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)		0
N4 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs titulaires (cf. Formulaire 2.5 du dossier de l'unité)	5	5
N5 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs non titulaires (cf. Formulaire 2.6 du dossier de l'unité)	0	1
N6 : Nombre de doctorants (cf. Formulaire 2.8 du dossier de l'unité)	4	3
N7 : Nombre de personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	3	3

- Appréciation sur la qualité scientifique et la production :

Au cours du quadriennal, l'équipe a produit 31 articles (dont 8 inter équipes) dans des revues ACL alors qu'elle a 10 enseignants-chercheurs, soit une honorable moyenne de 3,1 article/chercheur pour les 4 ans, correspondant à 1,5 articles/an/ETP. Cette moyenne cache toutefois des disparités importantes avec notamment des chercheurs faiblement voire non publiants. Ce point constituera certainement une voie d'amélioration pour l'équipe. Le nombre de doctorants est également assez faible et est expliqué par une saturation des locaux. La construction programmée de nouveaux locaux devrait faire disparaître cette limite.



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

L'équipe est connue en France et à l'étranger. Cela se traduit par une présence dans de nombreux projets régionaux, nationaux (ERINOH), ANR, FUI et internationaux (Interreg). De nombreux contrats industriels traduisent l'intérêt de la profession aux travaux de l'équipe.

L'équipe bénéficie également du soutien des collectivités locales, notamment à travers la mise en place d'une chaire de Génie Civil (1M€ pour 4 ans). Il faut aussi noter le choix de l'Université de Nantes de soutenir la recherche dans un IUT et, en cohérence, de faire porter à l'équipe les formations universitaires relatives au génie civil (DUT, licence pro, master pro, diplôme d'ingénieur de PolyTech Nantes et doctorat). Cette délocalisation de la filière Génie Civil à Saint Nazaire génère par contre une charge pédagogique lourde que les tutelles doivent soulager. Enfin, l'équipe a organisé sur le site de St Nazaire le colloque GEODIM'08 qui a rassemblé 70 chercheurs sur le thème de la déformabilité des géomatériaux.

- **Appréciation sur le projet :**

Le projet de l'équipe est en continuité avec le projet actuel. Le regroupement dans les mêmes locaux avec l'équipe « État Mécanique et Microstructure » ouvre cependant des perspectives d'évolutions thématiques et de partage de compétences et de matériels qu'il conviendra d'organiser plus que cela est présenté dans le projet actuel.

- **Conclusion :**

Cette équipe est une équipe jeune portée par des projets industriels ayant un soutien régional et une portée sociétale conduisant à de beaux problèmes scientifiques. Elle a une approche essentiellement expérimentale qu'il convient de soutenir notamment par un maintien (au moins) des personnels techniques. La cohérence et les travaux en commun avec l'autre équipe génie civil (E3) apparaissent comme un point fort qui doit absolument être maintenu et sans doute davantage affiché. L'opportunité de collaborations avec l'équipe E4 doit être creusée de manière construite. Le nombre de doctorants doit être accru, le verrou des locaux disparaissant. Enfin, l'équipe doit clairement avoir une politique volontariste vis-à-vis des enseignants chercheurs faiblement publiants et doit également développer une politique d'incitation à la soutenance d'HDR. L'équipe compte actuellement 2 MCF autour de 40 ans qui devraient avoir une activité de publication en revue plus soutenue.



## ● Notation

Intitulé UR / équipe	C1	C2	C3	C4	Note globale
<b>GeM - Institut de recherche en Génie Civil et Mécanique</b>	<b>A+</b>	<b>A+</b>	<b>A+</b>	<b>A+</b>	<b>A+</b>
Structures et Simulations	A+	A+	Non noté	A+	A+
Technologie de Composites	A+	A+	Non noté	A+	A+
Matériaux hétérogènes et géoméca	A+	A+	Non noté	A+	A+
Calcul des Structures	A+	A+	Non noté	A+	A+
Interactions Eau Géomatériaux	A	A	Non noté	A	A
Etat Mécanique et Microstructure	A	A	Non noté	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
<b>Total</b>	<b>24</b>	<b>32</b>	<b>25</b>	<b>37</b>	<b>40</b>	<b>39</b>	<b>197</b>
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



Centrale  
Nantes

Cabinet du directeur

Tél. 02 40 37 25 15

Fax 02 40 14 00 28

direction@ec-nantes.fr

Monsieur Pierre GLORIEUX  
Directeur de la section des unités de recherche  
AERES  
20 rue Vivienne  
75002 PARIS

Nantes, le 18 avril 2011

**Objet :** rapport d'évaluation : S2UR120001374 – GeM – Institut de recherche en Génie Civil et Mécanique (0440100V)

Monsieur le Directeur,

Vous m'avez adressé le rapport d'évaluation réalisé par l'AERES du dossier de l'unité : Institut de recherche en Génie Civil et Mécanique déposé par l'Ecole Centrale de Nantes à l'occasion de la campagne d'habilitation de la vague B. Ce rapport n'appelle pas de remarque particulière de la part de l'Ecole Centrale de Nantes.

L'établissement à travers le Directeur de l'unité remercie le comité AERES pour le travail accompli et pour ses encouragements. Il note avec satisfaction la reconnaissance du comité, des efforts entrepris par l'unité, en appui des tutelles, pour son développement.

Dans l'attente de vous lire, je vous prie de recevoir, Monsieur le Directeur, mes salutations les meilleures.

Patrick CHEDMAIL  
Directeur

Copie :

- Monsieur le Directeur de l'Université de Nantes
- Monsieur le Directeur de la Recherche de l'Ecole Centrale de Nantes
- Monsieur le Directeur du Laboratoire de l'Institut de recherche en Génie Civil et Mécanique