



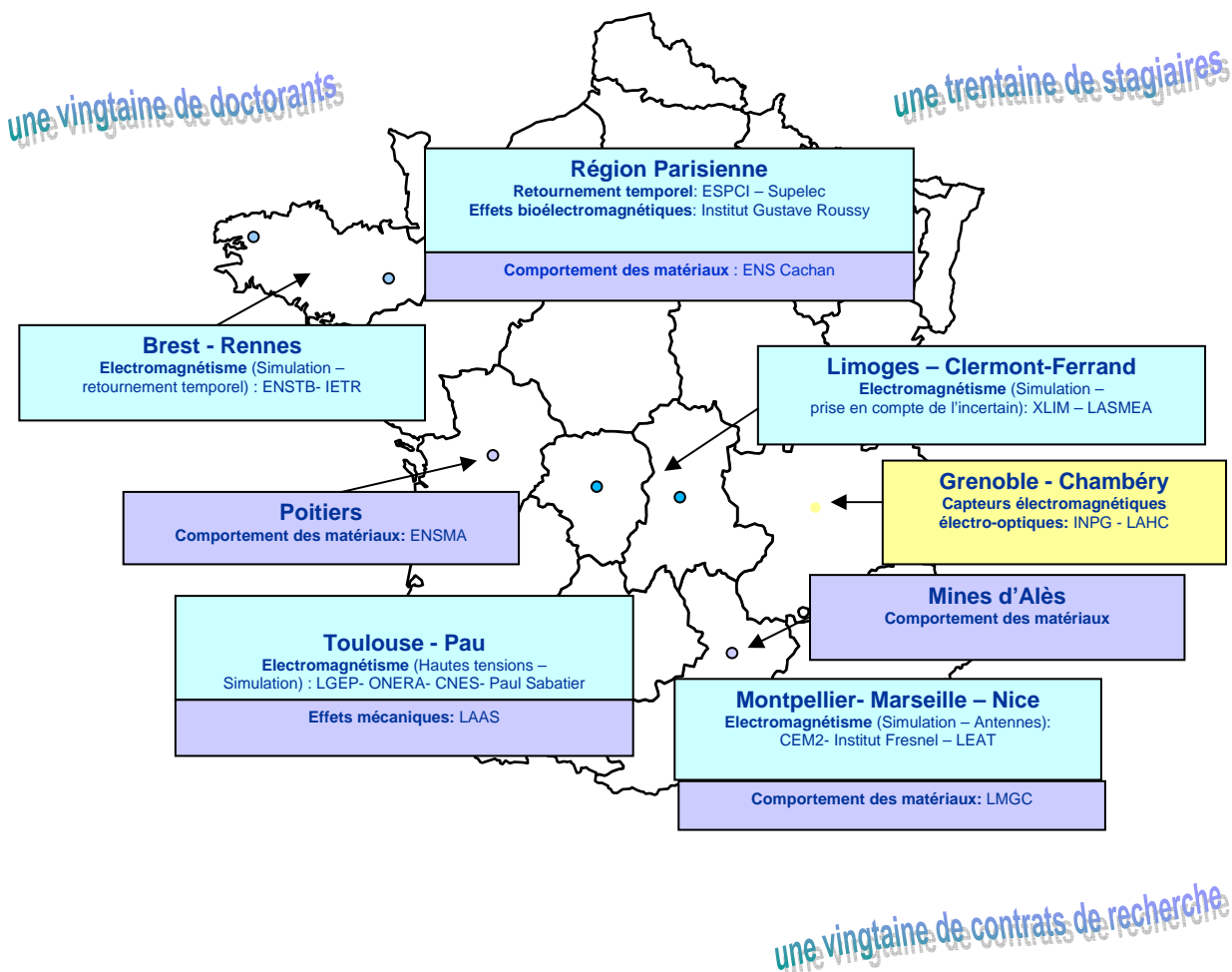
# LE CEA GRAMAT



Le CEA Gramat est implanté à Gramat (Lot), sur 325 hectares, à 4,5 km de l'agglomération et à 1h30 de Toulouse. Anciennement CEG (Centre d'étude de Gramat) dépendant de la DGA (Direction générale de l'armement), le CEA Gramat est, depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2010, l'un des 10 centres du CEA, rattaché à la Direction des applications militaires. Il emploie 250 personnes (ingénieurs, techniciens et ouvriers).

## Relations avec l'enseignement supérieur

Compte tenu de la diversité de ses études, le CEA Gramat est en relation avec la plupart des grandes universités de France et organismes paraétatiques tels que l'ONERA et le CNES. La carte présente une répartition géographique des grandes thématiques traitées par le CEA Gramat en relation avec les universités.



Au niveau européen et international, la coopération et le partage de connaissances sont gages de succès. De nombreux échanges et accords techniques sont établis avec de nombreuses universités et organismes de recherche, tels que le DSTL au Royaume Uni, le BWB en Allemagne, le TNO au Pays bas, le SNL aux Etats Unis, le VNIIEF en Russie. Ces échanges permettent au CEA Gramat d'affiner ses compétences pour mener à bien ses expertises.

Le CEA Gramat organise régulièrement des stages de formations (IEM), des journées thématiques (matériaux, détonique, HPP...), des séminaires internationaux (ESW 2006, ICACM 2008...). Ses experts exposent leurs travaux dans de nombreux colloques mondiaux (RADECS, MecaDymat, ARA, EMC, IEEE/ICOPS, APS,...), soit une trentaine de communications par an.

## ➤ Domaines d'études scientifiques

### Simulation théorique et expérimentale des effets des armes électromagnétiques

Simulation numérique, expérimentation, métrologie, couplage, vulnérabilité, électronique : modélisation des circuits, susceptibilité, traitement du signal.

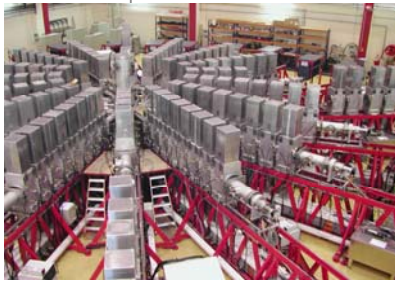


Hypérior

Chambre anéchoïque pour l'étude de la vulnérabilité aux micro-ondes de forte puissance

Sphinx

Moyen de simulation de rayonnements X issus d'une explosion nucléaire haute altitude



### Physique théorique et expérimentale nécessaire à l'analyse de l'efficacité et du fonctionnement des armements conventionnels

Détonique  
Physique des explosifs  
Modélisation des écoulements

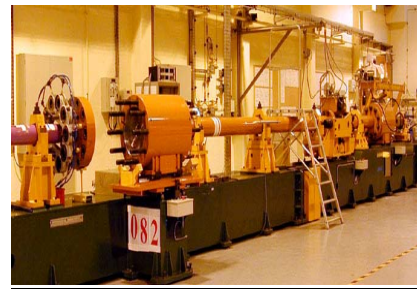
Hydrodynamique  
Dynamique des fluides  
Balistique terminale

### Astrophysique

**Calcul et informatique scientifique** analyse numérique complexe, exploitation des centres de calculs, préparation des données d'entrée des simulations numériques, analyse des résultats des simulations numériques

Athéna

Lanceur double étage pour l'étude de l'interaction cible/projectile à très grande vitesse



## ➤ Les activités

Le CEA Gramat est le centre d'expertise de la Défense en matière de **vulnérabilité et d'efficacité des armements**. Pour ce faire, le centre développe les connaissances nécessaires à l'expertise en matière d'efficacité des armements et de protection de nos systèmes d'armes contre les agressions nucléaires, électromagnétiques et conventionnelles d'aujourd'hui et de demain. Il se consacre à mieux prévoir les prochaines menaces, à évaluer leurs effets et à mettre au point les parades efficaces. Si les recherches du CEA Gramat concernent essentiellement le monde militaire, elles trouvent de plus en plus d'applications civiles, notamment dans le domaine de la sécurité globale.

Son activité est organisée autour de trois domaines :

Défense conventionnelle 45%

Nucléaire de défense 50%

Sécurité globale 5%

### Vulnérabilité et durcissement des systèmes aux effets des armes nucléaires

Domaine historique du CEG, avec le développement des travaux et les investissements importants autour de la simulation des effets du rayonnement, du souffle, du flash thermique et des agressions électromagnétiques d'origine nucléaire (IEMN), le CEA Gramat bénéficie d'une avance incontestable dans l'étude et la simulation de l'ensemble des effets de l'arme nucléaire. Dans le domaine des effets nucléaires basse altitude, les connaissances sont aujourd'hui capitalisées et les installations mises en sommeil. Concentrant à présent ses études sur les effets de rayonnements hors atmosphère, le CEG a développé un générateur électrique de haute puissance pulsée capable de reproduire un rayonnement X comparable à celui émis par une explosion nucléaire hors atmosphère. Unique au monde, cette innovation est au service du durcissement de nos futurs missiles stratégiques. Vis-à-vis de l'IEMN (Impulsion électromagnétique d'origine nucléaire), le CEG dispose de moyens de simulation expérimentaux et numériques uniques en France, pour certains en Europe, permettant de reproduire et de mesurer les effets à l'échelle 1 de cette menace qui concerne tous les systèmes d'armes, stratégiques et conventionnels.

## Défense conventionnelle

Frapper au cœur des défenses ennemies pour neutraliser la menace ou la riposte, tout en maîtrisant les risques de dommages collatéraux, telle est la problématique de nos forces projetées sur les théâtres d'opérations extérieurs. En conséquence, il est fondamental de maîtriser les effets terminaux des armements, notamment les missiles de croisière, les armements air-sol ou sol-air et de rechercher la meilleure adéquation effet/charge/ cible.

A sa création en 1959, le CEG intervient en **détonique conventionnelle** dans le domaine de l'évaluation des performances des armements anti-blindés (charges creuses, charges génératrices de noyaux -CGN, perforants cinétiques) d'une part, et des blindages lourds du programme Leclerc (blindage métal, blindage réactif) d'autre part, sur la base de compétences (expérimentales et de simulation) développées en détonique, en dynamique des matériaux et en balistique terminale.

Depuis, le CEA Gramat a élargi son domaine de compétence au profit de la défense dans les domaines de :

- de la défense aérienne (efficacité des charges et vulnérabilité des aéronefs),
- la défense antimissile balistique (efficacité des charges),
- l'efficacité des armements air-sol et missiles de croisière (anti-infrastructures).

Il intervient également au profit des Forces pour :

- l'optimisation de l'emploi des munitions,
- la protection des Forces sur les théâtres extérieurs,
- l'aide à la maîtrise des effets collatéraux des frappes.

Pour ces études, le CEA Gramat développe et met en œuvre ses compétences complémentaires en physique des explosifs, détonique, balistique terminale et vulnérabilité des structures, pour fournir une expertise globale en efficacité terminale des charges militaires.

**Dans le domaine électromagnétique**, le CEA Gramat met à profit les compétences et connaissances acquises depuis de nombreuses années dans les phénomènes de couplage avec l'IEMN, pour évaluer l'impact des menaces futures que pourraient représenter les micro-ondes de forte puissance (MFP) et, dans son concept le plus étendu, les IEMI (Intentional Electromagnetic Interference ou Agressions électromagnétiques intentionnelles). L'utilisation d'agressions électromagnétiques intentionnelles a pour but de faire échouer la mission d'une cible en générant une perturbation irréversible de ses fonctions électroniques, voire en détruisant physiquement ses composants. Cette approche a plusieurs avantages : interaction à la vitesse de la lumière, absence de munitions, réduction des effets collatéraux, non létalité, etc. L'identification de plus en plus précise de « failles électromagnétiques » des systèmes électroniques permet aujourd'hui d'orienter les travaux vers des applications dédiées à des familles de cibles. L'exploitation de ces failles conduit à des concepts et des technologies d'armes accessibles, si ce n'est déjà disponible. Dès lors, les priorités relatives à l'emploi de dispositifs MFP sont liées à la conjonction d'une opportunité technique (existence de failles) et d'un intérêt opérationnel (nouveaux modes d'action ou comblement de lacunes capacitaires). Les études conduites au CEA Gramat conduisent donc, d'une part à analyser la vulnérabilité intrinsèque des électroniques des systèmes de défense, et d'autre part à évaluer la faisabilité de dispositifs capables d'émettre des formes d'ondes aptes à provoquer ces vulnérabilités. Cela concerne donc aussi bien la définition des protections de nos systèmes contre des agressions MFP par des adversaires potentiels, que la faisabilité de concept de d'armements utilisant les MFP pour neutraliser l'électronique de systèmes adverses.

Le contexte géopolitique change, les menaces évoluent, le développement des technologies s'accélère. Dans ce cadre, les experts du CEA Gramat doivent connaître les menaces actuelles, anticiper les menaces futures, développer et mettre au point les outils et moyens permettant d'expertiser la tenue de nos systèmes d'armes face à ces menaces. Dans un contexte de sécurité globale du territoire français et de ses intérêts vitaux, face par exemple aux attaques terroristes de tous types, l'expertise du CEA Gramat peut efficacement être mise à profit. Le terme de sécurité globale concerne l'étude de la vulnérabilité et la protection de nos installations vitales, civiles et militaires, vis-à-vis d'actes terroristes, malveillants, d'accidents, et de catastrophes naturelles,...).

A titre d'exemples, on peut citer :

**la vulnérabilité de structures** : évaluation de la tenue mécanique d'infrastructures en béton soumises à des agressions terroristes ou naturelles (séismes), évaluation des effets structuraux sur la carlingue d'un aéronef civil de l'explosion d'un chargement explosif.

**l'électromagnétisme** : évaluation des technologies potentielles d'agressions et de la vulnérabilité d'installation sensibles de la nation à des agressions électromagnétiques intentionnelles de tous types, évaluation de concept d'arrêt de moteurs de véhicules terrestres et maritimes par ondes électromagnétiques.

### ➤ Les moyens d'expertise

Ces travaux sont basés, de plus en plus, sur la **simulation numérique**. Le niveau de réalisme, et donc de fiabilité, de toute simulation est conditionné par la puissance de calcul disponible. De nombreux codes de calculs ont été développés ou adaptés afin de répondre à ces besoins spécifiques.

Les ordinateurs utilisés au CEA Gramat sont comparables à ceux utilisés par la météorologie, c'est-à-dire massivement parallèles. L'ordinateur de puissance était, à sa livraison en début d'année 2004, au top 3 des ordinateurs en France (top 10 en Europe, top 100 mondial). Une mise à hauteur étalée sur 3 ans a démarré en 2007. La centaine de stations de travail permet aux ingénieurs de visualiser rapidement les phénomènes physiques, et ainsi de mieux les comprendre. Dès début 2010, le CEA Gramat sera connecté au supercalculateur Tera 10 implanté au CEA DAM Ile de France puis, fin 2010, au Tera 100 dont la puissance sera portée à 1000 teraflops (1000 milliards d'opérations par secondes).



La simulation numérique, "expérimentation virtuelle", ne peut se concevoir sans la phase **d'expérimentation physique** "simulation expérimentale" en laboratoire, qui demeure le passage obligé de toute démarche scientifique exploratoire. La dizaine de sites répartis sur le centre regroupe l'ensemble des moyens expérimentaux nécessaires pour tirer tout le profit de la simulation numérique. Ces sites proposent des moyens uniques en France et souvent en Europe.

