

LES TRÈS GRANDES INFRASTRUCTURES DE RECHERCHE

Feuille de route française

Édition 2008

Avant-propos



Les infrastructures de recherche européennes sont des outils au service de toutes les disciplines scientifiques. Elles se traduisent par une très grande diversité et sont indispensables à l'avancée des connaissances pour une science moderne. Elles constituent toujours une source d'innovations et de progrès qui bénéficient à l'économie et à la compétitivité de notre pays.

La préparation de la feuille de route des très grandes infrastructures de recherche représente un travail important du ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche pour faire l'inventaire de nos grands équipements et les inscrire dans une vision prospective de l'évolution de notre système national de recherche et d'innovation. Cet exercice représente un constituant indispensable de la stratégie nationale, en même temps qu'il garantit l'articulation de notre action avec le développement de l'Espace européen de la recherche.

Ces grands instruments, à la pointe de la connaissance, sont également des phares qui rendent beaucoup plus visibles les activités de recherche scientifique et de développements technologiques et qui contribuent à l'attractivité des jeunes vers la science et à l'émergence des vocations scientifiques.

A handwritten signature in black ink, which appears to read 'Valérie Pécresse'.

Valérie Pécresse
Ministre de l'Enseignement supérieur
et de la Recherche

Sommaire

Introduction	I
1- Contexte	II
2- Des TGIR pour répondre aux défis de la recherche française.....	III
2-1. La planète.....	III
2-2. L'Univers vu de la Terre.....	IV
2-3. Les particules et noyaux.....	IV
2-4. La matière	V
2-5. L'information, la communication, le calcul et les services de données	V
2-6. Les sciences humaines et sociales	VI
2-7. Les sciences de la vie et la santé	VI
3. La feuille de route : les TGIR existantes, décidées et en projet	VII
4. Conclusions	XVI
ANNEXE 1	XVII
A1-1. Critères utilisés pour la sélection des TGIR figurant dans la feuille de route.....	XVII
A1-2. Composition des groupes de travail	XVII
ANNEXE 2 : TABLE DES SIGLES.....	XXI
ANNEXE 3 : FICHES DESCRIPTIVES	1

Introduction

L'excellence constitue une exigence majeure de la recherche scientifique. Faire de nos universités et centres de recherche les meilleurs de la scène internationale, est donc un enjeu de première importance pour les années à venir.

Dans cette perspective, les chercheurs français doivent avoir accès aux meilleures infrastructures de recherche, qu'elles se situent en France ou à l'étranger. En effet, confrontées à la complexité et aux coûts, les infrastructures de niveau national doivent s'insérer dans un réseau d'infrastructures internationales, plus importantes et/ou plus complexes.

La feuille de route française des très grandes infrastructures de recherche (TGIR) de 2008 expose une vision stratégique sur la manière optimale d'assurer un accès aux meilleures infrastructures de niveau mondial. Elle décrit :

- les TGIR actuelles ou dont la mise en œuvre est décidée,
- les TGIR en projet, que le ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche souhaiterait voir accessibles pour les chercheurs au cours des 15 à 20 prochaines années.

Elle a vocation à aider les financeurs publics (État, collectivités locales, organismes publics de recherche, universités,...) à décider de leurs investissements futurs dans ces infrastructures. Son élaboration s'inscrit dans la ligne des recommandations du récent avis du Haut Conseil de la Science et de la Technologie (HCST) sur les très grandes infrastructures de recherche¹. Cette feuille de route ne prend pas en compte néanmoins les secteurs de l'espace et de la défense.

Par ailleurs, elle s'accorde très largement avec la *roadmap* publiée en 2006 par le *European Strategy Forum on Research Infrastructures* (ESFRI)². Parmi les 92 infrastructures identifiées dans ce document, 32 figurent aussi dans la *roadmap* d'ESFRI, ce qui atteste de la bonne articulation entre les priorités nationales et européennes pour les infrastructures de recherche.

Cette feuille de route a été élaborée à partir de contributions de groupes de travail thématiques, constitués de représentants des principaux acteurs de la recherche concernés, qui ont pris en compte les besoins de la communauté scientifique, la qualité de la production scientifique, l'ouverture à l'enseignement supérieur et, le cas échéant, l'importance des partenariats industriels attendus.

Une telle feuille de route n'est évidemment pas une liste figée, et son contenu sera révisé et remis à jour périodiquement, tout comme cela est fait au niveau européen par ESFRI. Les travaux liés à l'établissement puis aux mises à jour de la feuille de route seront disponibles sur le site : <http://www.roadmaptgi.fr>.

L'identification systématique des TGIR révèle le poids budgétaire qu'elles représentent. La demande importante pour de nouvelles infrastructures ne peut pas correspondre pour autant à une augmentation

¹ Haut Conseil de la Science et de la Technologie, *Avis sur les très grandes infrastructures de recherche*, 20 décembre 2007 (<http://www.hcst.fr>)

² ESFRI, *European Roadmap for Research Infrastructures – Report 2006* (<http://cordis.europa.eu/esfri/>). Cette liste comporte 35 projets.

significative du budget du MESR. La création de nouvelles infrastructures peut donc également signifier la fin de TGIR existantes, dont les apports à la recherche ne sont plus significatifs, ou dont les coûts d'exploitation sont devenus trop lourds.

La feuille de route nationale montre également l'importance des TGIR, qui représentent à la fois une part très significative du budget consacré par l'Etat à la recherche, en même temps que de celui des organismes de recherche qui les exploitent, mais également une fraction importante de la production scientifique nationale.

Il est escompté que l'ouverture des TGIR à de nouvelles communautés scientifiques (en particulier en sciences de l'environnement, de la vie, de l'homme et de la société), permette une amélioration significative dans les réponses aux grandes questions de la communauté nationale : faire progresser les connaissances tout en améliorant l'environnement de l'homme sur notre planète.

1- Contexte

La notion de TGIR a évolué au cours du temps et recouvre aujourd'hui des réalités très diverses.

Elle fut longtemps limitée aux grands instruments de l'astronomie puis de la physique localisés sur un seul site. Aujourd'hui, répondant à une demande croissante d'autres disciplines scientifiques (sciences de la vie, sciences et technologies de l'information et de la communication, sciences humaines et sociales, etc.), on considère aussi comme des TGIR des réseaux d'infrastructures de plus petite taille (centres de recherche clinique, plate-formes de nano-technologies, lasers de puissance, etc.), ainsi que des réseaux totalement distribués comme les grilles de calcul ou des banques de données réparties.

Les TGIR sont également de natures très diverses et d'usages variés. On peut, en reprenant la typologie proposée par le HCST³, définir trois grandes fonctions de TGIR selon leur finalité :

- les TGIR de **programmes**, associées aux programmes nationaux ou internationaux (nucléaire, spatial, biologie, etc.) ;
- les TGIR de **service** utilisées par différentes communautés scientifiques et technologiques, et éventuellement par des industriels. Elles assurent une prestation de service continue et fiable au plus haut niveau technologique (sources de lumière, de neutrons, bibliothèques numériques, flottes de navires scientifiques, plateformes de micro et de nano fabrication, etc.) venant soutenir et accompagner le développement de recherches propres de la TGIR ou issues d'équipes externes hébergées sur la base d'un projet scientifique ;
- les TGIR **visant à l'obtention d'un résultat** nécessaire pour repousser les limites de la connaissance (le collisionneur LHC⁴ du CERN, ou les détecteurs de neutrinos en sont des exemples typiques).

Il faut souligner qu'il n'y a pas de TGIR qui n'inclue en son sein, sa propre activité de recherche au plus haut niveau.

La dimension des TGIR est également souvent liée à l'importance de leurs communautés d'utilisateurs. On peut distinguer plusieurs situations :

³ Cf. *ibid.* p.1

⁴ LHC : *Large Hadron Collider*

- En physique des particules ou des hautes énergies, tout comme pour l'astronomie et l'astrophysique, ou encore l'environnement, les communautés sont coordonnées à l'échelle mondiale et les instruments nécessaires représentent un coût tellement élevé que les financements doivent être partagés entre tous les acteurs. On parle alors de **projets globaux**. Ils sont le plus souvent construits et exploités par des organisations internationales. C'est le cas par exemple du LHC (CERN), d'ALMA (ESO) ou d'ITER.
- D'autres infrastructures sont de **dimension pan-européenne**, et peuvent entrer dans une logique de compétition avec leurs équivalentes aux États-Unis ou au Japon, comme par exemple ESRF, ILL ou CEPMMT. Elles sont gérées par des organisations ad-hoc, dont les membres appartiennent aux États membres de l'Union européenne ou aux États partenaires ou associés.
- Enfin existent des infrastructures de recherche de **dimension nationale** (comme le synchrotron SOLEIL) qui relèvent d'une gouvernance nationale, avec néanmoins, des collaborations internationales. Elles sont gérées par une structure ad-hoc (SOLEIL) ou un ou plusieurs organismes de recherche (LLB).

Il faut rappeler que les coûts des TGIR varient considérablement en fonction de leur dimension et de la discipline concernée. Ainsi l'investissement prévisionnel total sur la durée de vie du CERN-LHC qui est un projet mondial, atteint 4 Md€ et son fonctionnement annuel 620 M€, tandis que l'exploitation d'une infrastructure en sciences humaines et sociales peut n'être que de l'ordre de 1 M€/an.

Suite aux travaux préalables et pour prendre en compte les évolutions de la notion de TGIR, la définition suivante a été retenue dans le cadre de la présente feuille de route :

Une très grande infrastructure de recherche est un outil établi en vue de mener une recherche propre d'importance et pouvant assurer une mission de service pour une ou plusieurs communautés scientifiques de grande taille. Son coût de construction et d'exploitation est tel qu'il justifie un processus de décision et de financement concertés au niveau national, et éventuellement européen ou international, et une programmation pluri-annuelle. Sa gouvernance est centralisée et ses orientations et son évaluation sont assurées par des comités scientifiques de haut niveau. Son accès est ouvert à tous sur la base de l'excellence scientifique.

2- Des TGIR pour répondre aux défis de la recherche française

Les grands défis pour la recherche française, dont les TGIR constituent un support ou structurent les activités, sont exposés ci-après. Ils portent à la fois sur le progrès de la connaissance de l'univers et sur la compréhension de l'impact de l'homme sur son environnement. Ils concernent également l'amélioration des conditions de vie de l'homme sur terre tout comme la connaissance de lui-même.

2-1. La planète

La connaissance de la Terre est de première importance, tant pour la compréhension des phénomènes physiques, chimiques et biologiques qui gouvernent l'environnement dans lequel nous vivons, que pour appréhender les mécanismes par lesquels l'homme modifie cet environnement. De nombreuses questions ne trouvent pas de réponse par la simple observation ou les conjectures scientifiques. Elles doivent être traitées en s'appuyant sur des mesures et des modèles. Que ce soit pour la météorologie

et la climatologie, la dynamique des océans, le comportement des plaques tectoniques ou du manteau terrestre ou encore de la biodiversité et des éco-systèmes, la recherche doit s'appuyer sur des grands instruments centralisés ou distribués qui permettent d'accéder à ces informations : observatoires ou navires océanographiques, réseaux de capteurs (géophysique), instruments de forage profond, avions de mesure en haute altitude, centres de calcul, systèmes d'information distribués, etc.

Dans la plupart des cas, la coordination des programmes d'infrastructures est assurée par des comités inter-organismes (CDO⁵ pour l'observation des océans, CIO-E⁶ pour les observatoires de l'environnement, CSTF⁷ pour les moyens navals).

2-2. L'Univers vu de la Terre

L'observation de l'univers fait appel à tous les instruments qui permettent d'accéder à la connaissance de l'univers extra-terrestre, dans ses échelles de temps et d'espace ultimes. Cela concerne l'astronomie et l'astrophysique et inclut les astroparticules dans la mesure où celles-ci renseignent sur la configuration de l'univers. Les instruments sont des télescopes optiques ou radio, des interféromètres de grande taille, mais également des moyens de communication et de calcul adaptés. Les questions scientifiques prioritaires auxquelles ces grands équipements permettront de répondre sont largement centrées sur la question des "origines": origine de l'Univers, avec les questions centrales de la matière noire, de l'énergie noire et de la formation des premières structures de l'Univers, et origine des systèmes planétaires avec notamment la recherche d'exoplanètes, la caractérisation de leur atmosphère, et, ultimement, la recherche de marqueurs biologiques. L'étude des planètes du système solaire, des phénomènes de haute énergie au voisinage d'étoiles effondrées, de la formation stellaire restent aussi des sujets de premier plan.

2-3. Les particules et noyaux

Paradoxalement, plus ce qu'on étudie est petit, plus il faut de grandes infrastructures. Tous les superlatifs sont permis quand on parle des particules élémentaires dont la taille est en dessous de ce qui peut paraître humainement concevable et des "machines" qui permettent de les étudier comme au CERN (accélérateur de particules élémentaires placé dans un anneau souterrain de 27 km de circonférence, détecteurs auprès desquels la taille humaine est à peine discernable). L'étude à très haute énergie des noyaux, agrégats de particules élémentaires, est la clé d'une meilleure compréhension de leur structure interne et des interactions qui les régissent. Cette quête de la connaissance de la nature ultime de la matière de notre univers justifie des prouesses technologiques dont les retombées économiques sont plus nombreuses qu'on ne le pense, comme l'Internet ou les composants de l'électronique grand public. Toutefois, on approche toujours les limites de ce que l'homme est capable de concevoir et construire. C'est pourquoi on se tourne maintenant également vers l'étude de particules provenant de l'espace, les astro-particules. Tout comme l'observation de l'univers, ces disciplines participent également à la compréhension des lois qui sont à l'origine de l'univers et qui régissent son évolution.

Le domaine des noyaux recoupe aussi celui de l'énergie. La production d'énergie est un enjeu majeur pour notre société, en raison de la croissance des besoins au niveau de la planète d'une part, et de la corrélation étroite entre la consommation d'énergie et l'activité économique d'un pays d'autre part. A cela s'ajoutent des préoccupations d'indépendance et de souveraineté nationale, mais également les contraintes environnementales que rencontre le monde aujourd'hui.

⁵ Comité des Directeurs d'Organismes pour le programme de recherche sur l'océan et le climat (IFREMER, IPEV, CNRS-INSU, IRD, CNES, SHOM, Météo-France).

⁶ Comité Inter-Organismes pour l'Environnement.

⁷ Comité Stratégique et Technique de la Flotte.

Dans le domaine particulier de l'énergie nucléaire, il s'agit, pour la France, de maintenir son *leadership* industriel et son effort de recherche sur les différentes filières d'avenir pour l'exploitation de ces sources d'énergie (réacteurs de fission de 4^{ème} génération, fusion nucléaire, ...).

En parallèle à ces filières de production d'énergie, il est nécessaire de soutenir également une activité de recherche de haut niveau dans des domaines connexes, comme l'irradiation des matériaux ou le traitement des déchets (par transmutation par exemple). Ces recherches s'appuient nécessairement sur les TGIR que sont les réacteurs expérimentaux.

2-4. La matière

L'étude de la matière sous toutes ses formes d'organisation : gaz, liquide, solides cristallisés ou amorphes, couches minces, en allant jusqu'aux plasmas et aux molécules isolées, requiert souvent des caractérisations poussées. Les défis à relever ont des implications tant du point de vue de la technologie (micro-processeurs, nano-structures) que des connaissances nécessaires aux sciences des matériaux (pour développer les composants de l'électronique du futur ou des nouvelles technologies de l'énergie) ou en sciences de la vie, à la fois pour comprendre le fonctionnement des structures biologiques et pour développer les médicaments de demain.

Ce besoin d'outils performants conduit à une mutualisation d'appareillages qui seraient trop coûteux pour un seul laboratoire (plateformes technologiques, réseaux coordonnés au service de toute une communauté). Parfois, cette mutualisation se fait sur un seul très grand instrument avec lequel les utilisateurs réalisent leurs expériences soit en se déplaçant soit à distance, comme c'est le cas des sources de rayonnement synchrotron ou de neutrons ou encore des générateurs de champ magnétique intense.

2-5. L'information, la communication, le calcul et les services de données

Le domaine des technologies de l'information et de la communication est en évolution permanente, grâce aux progrès réalisés en parallèle par les technologies des composants optiques et électroniques. Néanmoins, les progrès les plus visibles portent sur les usages qui en sont faits et le logiciel est au cœur des développements.

Les usages sont très variés, mais les sujets principaux d'évolution sont aujourd'hui les grilles de calcul et de stockage des données, le calcul scientifique à haute performance, les réseaux de communication à très haut débit et la gestion des données. Tous ces ingrédients sont les supports nécessaires au développement de ce qui est appelé maintenant les programmes d'**e-science**. Ils permettent d'avoir une nouvelle approche de l'activité de recherche scientifique, en particulier vis-à-vis des très grandes infrastructures, par des refondations complètes des communautés : virtualisation, partage de données, accès distants..., toutes choses qui sont rendues possibles par les réseaux de communication à très hauts débits qui permettent la circulation des données.

Ces infrastructures de données sont les préfigurations de ce que sera la société de l'information et de la connaissance de demain. Les progrès foudroyants de l'Internet depuis la fin des années 90 ont modifié radicalement les modes de vie des individus tout comme le fonctionnement des entreprises. Les progrès de la téléphonie mobile, la convergence des télécommunications et de l'audiovisuel, l'intégration des nano-technologies ou la virtualisation des services ne sont que quelques-uns des facteurs de changement de notre société. Les TGIR sont nécessaires à l'évolution des STIC au service d'une société reposant de plus en plus sur la circulation et le partage de l'information.

2-6. Les sciences humaines et sociales

Les infrastructures de recherche dans le domaine des SHS sont étroitement liées au développement des sciences et technologies de l'information et de la communication. Si pendant de nombreuses années, la bibliothèque a constitué le principal grand instrument pour de nombreuses disciplines du domaine, il n'est plus de pratique scientifique qui puisse se dispenser des ressources et services apparus avec les STIC.

Archives et bibliothèques numériques, bases bibliographiques et enquêtes sociologiques accessibles en ligne, les documents concernés sont très divers allant des plus traditionnels jusqu'aux plus expérimentaux comme les épi-journaux ou les « revues-blogs ». Plus fragiles que par le passé, ces données et documents numériques imposent pour être accessibles de façon pérenne, un ensemble de traitements qui tiennent compte à la fois du travail scientifique lui-même et des évolutions techniques. Les instruments qui en résultent concourent en retour à transformer le métier même du chercheur.

Ainsi, au-delà du renouvellement des problématiques d'accès au document scientifique (sources et documents édités), les infrastructures de recherche en SHS permettent de constituer et de manipuler des corpus très hétérogènes susceptibles d'ouvrir de nouvelles voies de recherche tant épistémologiques que disciplinaires. Inscrits dans un espace social largement ouvert au monde, tous ces instruments contribuent par ailleurs à une meilleure valorisation d'un patrimoine scientifique et culturel.

2-7. Les sciences de la vie et la santé

Les progrès rapides des techniques d'exploration du vivant — structure moléculaire, génomique, bio-informatique, techniques d'imagerie, modèles animaux ou végétaux et leurs installations expérimentales, collections de matériel biologique, recherche translationnelle et clinique, observations ou expérimentations sur l'environnement — ont fait émerger de grandes infrastructures de recherche au service des communautés de chercheurs en sciences du vivant.

Ces infrastructures sont naturellement distribuées et fournissent des services fondés sur un savoir-faire, pas nécessairement sur de gros équipements. L'émergence de grandes infrastructures en sciences du vivant instaure une nouvelle culture et un nouveau mode de répartition des tâches et des compétences au sein de cette communauté. Un effort a donc été mené, tant au niveau national qu'en Europe, pour mettre en réseau ces infrastructures afin de partager les savoir-faire et d'atteindre la masse critique, d'accroître la qualité et l'efficacité des services, et de développer la formation et les métiers correspondants. Le GIS IBISA a été créé pour rationaliser le financement d'un ensemble de ces infrastructures en sciences du vivant. Cette feuille de route est aussi l'occasion d'identifier des besoins émergents non couverts par les installations existantes, par exemple en recherche translationnelle.

3- La feuille de route : les TGIR existantes, décidées et en projet

Les TGIR sélectionnées dans la feuille de route, au nombre de 90, sont réparties en trois catégories :

- Les TGIR **existantes** : dans cette catégorie, on trouve les 46 infrastructures opérationnelles à la date de la publication de cette feuille de route,
- Les TGIR **décidées** : au nombre de 19, ces infrastructures ne sont pas encore opérationnelles mais ont fait l'objet d'une décision permettant d'assurer leur financement. Il peut s'agir également d'entités distribuées en cours de coordination (*i. e.* les éléments de base existent et une structure de gouvernance adéquate reste à mettre en place).
- Les TGIR **en projet** : il s'agit d'infrastructures dont la conception est bien avancée mais le financement n'est pas assuré, et de projets à plus long terme soumis à la levée de verrous technologiques ou dont la conception est encore à l'état d'ébauche.

Les listes par catégories figurent ci-après, sans ordre de priorité à l'intérieur d'une catégorie. On trouvera par ailleurs en Annexe 3, les fiches descriptives de toutes les TGIR mentionnées dans les tableaux.

3-1 Les TGIR existantes

TGIR (sigle)	Description	Organisme(s)	ESFRI	URL	Annexe 3 page
La planète					
Flotte océanographique française	Flotte hauturière, semi-hauturière, côtière et de façade	CNRS-INSU, IRD, IFREMER, IPEV, SHOM (coordination CSTF)		http://www.ifremer.fr/flotte/index.php	2
GODAE / MERCATOR	Océanographie opérationnelle (données, simulations)	GIP (CNRS-INSU, IRD, IFREMER, CNES, SHOM, Météo-France)		www.mercator-ocean.fr	3
EURO-ARGO	<i>Global ocean observing in infrastructure</i> (réseau de 3000 flotteurs). Projet européen	CNRS-INSU, IFREMER	* EURO-ARGO	http://www.euro-argo.eu	4
SAFIRE	Flotte aérienne française pour la recherche en environnement	CNRS-INSU, CNES, Météo-France		www.safire.fr	5
CEPMMT (ECMWF)	Centre Européen pour les Prévisions Météorologiques à Moyen Terme	Organisation internationale		www.ecmwf.int	6
CONCORDIA	Station internationale sur le plateau continental antarctique	IPEV (Coopération franco-italienne)		www.institut-polaire.fr/ipev/infrastructures_et_moyens/station_concordia_dome_c	7
ECORD / IODP	European Consortium for Ocean Research Drilling (européen) / Integrated Ocean Drilling Program (international)	CNRS-INSU (coopération EU-US-JP)		www.ecord.org www.iodp.org	8
EGS-Soultz	Site expérimental européen de géothermie	GEIE		www.soultz.net	9
RESIF	Réseau sismologique français	GIS (CNRS-INSU)		http://www.insu.cnrs.fr/collection/169	10
ECOTRONS	Ecosystèmes naturels et artificialisés soumis à des forçages climatiques et anthropiques	CNRS		www.cnrs.fr/edd/recherche/infrastructures-ecotrons.htm	11

L'Univers vu de la Terre

VLTI (ESO)	<i>Very large telescope</i> (4 grands télescopes de 8 m pouvant travailler en réseau)	ESO		www.eso.org/projects/vlt/	12
CFHT	Observatoire Canada-France-Hawaii	CNRS, CNRC, Univ. d'Hawai		www.cfht.hawaii.edu/	13
HESS/HESS II	<i>High Energy Stereoscopic System</i> / Télescopes pour imager le rayonnement Cerenkov des rayons Gamma dans l'atmosphère	CNRS-IN2P3 Coopération internationale		www.mpi-hd.mpg.de/hfm/HESS/HESS.html	14
IRAM	Institut de Radioastronomie Millimétrique	CNRS-INSU Coopération franco-allemande		www.iram.fr	15
ALMA	Réseaux de 64 radiotélescopes (domaine submillimétrique) au Chili	ESO et AUI		www.alma.nrao.edu	16
LOFAR	<i>LOW Freq ARray</i> (Pays-Bas, Allemagne, France et UK)	CNRS-INSU, Obs. de Paris		www.lofar.org	17
CDS	Centre de Données astronomiques de Strasbourg	CNRS-INSU Université Louis Pasteur		http://cdsweb.u-strasbg.fr/CDS-f.qml	18

Particules, noyaux

CERN, LHC, détecteurs	Organisation européenne pour la recherche nucléaire – <i>Large Hadron Collider</i>	Organisation internationale		www.cern.ch	19
VIRGO / EGO	Interféromètre pour ondes gravitationnelles	CNRS-IN2P3 Coopération franco-italienne		www.ego-gw.it	20
ANTARES	Observation sous-marine de neutrinos de haute énergie	CNRS-IN2P3/INSU et CEA (Projet européen)		http://antares.in2p3.fr	21
GANIL	Grand Accélérateur National d'Ions Lourds	GIE (CNRS-IN2P3 et CEA)		www.ganil.fr	22
JET	Tokamak (instrument destiné à étudier les plasmas de fusion par confinement magnétique) au Royaume-Uni	CEA (EFDA)		www.jet.efda.org	23
TORE SUPRA	Tokamak à bobines supraconductrices à Cadarache	CEA		www-fusion-magnetique.cea.fr/cea/ts/ts.htm	24

La matière

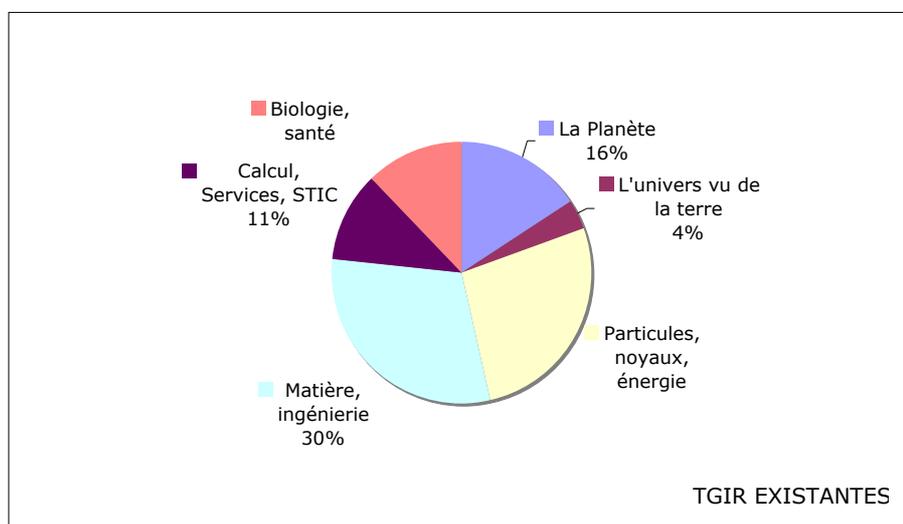
ESRF	<i>European Synchrotron Radiation Facility / Synchrotron européen à Grenoble</i>	Société civile (CNRS et CEA + partenaires internationaux)		www.esrf.eu	25
SOLEIL	Source Optimisée de Lumière d'Énergie Intermédiaire du LURE / Synchrotron à Saclay	Société civile (CNRS et CEA)		www.synchrotron-soleil.fr	26
LULI	Laboratoire d'Utilisation des Lasers Intenses	CNRS, CEA, Ecole Polyt. et Univ Paris VI		www.luli.polytechnique.fr	27
LIL	Ligne d'Intégration Laser (Bordeaux)	CEA-DAM		http://petal.aquitaine.fr/spip.php?article35	28
LLB	Laboratoire Léon Brillouin / Diffusion de neutrons à Saclay	CEA et CNRS		http://www-llb.cea.fr	29
ILL	Institut Laue-Langevin / Infrastructure européenne à Grenoble pour la diffusion de neutrons	Société civile (CNRS et CEA + partenaires internationaux)		www.ill.eu	30
LCMI	Laboratoire des Champs Magnétiques Intenses	CNRS		http://ghmfl.grenoble.cnrs.fr	31
LNCMP	Laboratoire National des Champs Magnétiques Pulsés	CNRS		www.lncmp.org	32
Centrales nanos	Grandes centrales et centrales de proximité	CNRS, CEA, Universités		http://www.nanomicro.recherche.gouv.fr/	33
RMN à très hauts champs	Réseau des installations de Résonance Magnétique Nucléaire à très hauts champs	CNRS, CEA, Universités		http://tgermn.cnrs-orleans.fr	34
Souffleries	Souffleries pour l'aéronautique et le spatial	ONERA, CEPR		www.onera.fr	35

Calcul, services

GENCI	Grand Equipement National pour le Calcul Intensif	Société civile (MESR, CEA, CNRS, Univ.)		www.genci.fr	36
CINES	Centre Informatique National de l'Enseignement Supérieur	MESR et Universités		www.cines.fr	37
IDRIS	Institut de Développement des Ressources en Informatique Scientifique.	CNRS		www.idris.fr	38

CCRT	Centre de Calcul Recherche et Technologie au CEA	CEA		http://www-ccrt.cea.fr	39
CC-IN2P3	Centre de Calcul IN2P3-IRFU	CNRS et CEA		http://cc.in2p3.fr/rubrique221.html	40
RENATER	Réseau National de Télécommunications pour la Technologie, l'Enseignement et la Recherche.	GIP (MESR, MEN, CNRS, CEA, CNES, INRIA, INSERM, INRA, IRD, CEMAGREF, BRGM, CPU)		www.renater.fr	41
Biologie, santé					
INSTRUCT - Biologie Structurale	Nœuds INSTRUCT à Grenoble et à Strasbourg pour la biologie structurale	CEA, CNRS, INSERM, universités	* INSTRUCT	www.ibs.fr www.igbmc.fr	42
IEHS - P4	Laboratoire Haute Sécurité P4 de Lyon	INSERM		www.cervi-lyon.inserm.fr	43
CRB	Centres de Ressources Biologiques - Biobanques	INSERM, InCA, Min. Santé, IFREMER, INRA, CIRAD, MNHN, CNRS, Univ.	* BBMRI EMBRC	www.inserm.fr/fr/inserm/infrastructures/crb www.biobanks.eu	44
NeuroSpin	Exploration cérébrale du préclinique au clinique par des IRM à haut champ	CEA	* EATRIS	http://www-dsv.cea.fr/neurospin	45
EMBL	Laboratoire Européen de Biologie Moléculaire	Organisation internationale		www.embl.de	46
IdG (CNS-CNG)	Institut de génomique du vivant (EVRY)	CEA		www.genoscope.cns.fr www.cng.fr	47

A titre indicatif, on observe que l'ensemble des TGIR existantes représente une charge sur le budget de l'Etat de plus de 600 M€ en 2008 (fonctionnement incluant le coût des personnels et le renouvellement de l'équipement, mais non l'amortissement). Ces dépenses se répartissent de la façon suivante :



3-2 Les TGIR décidées

Pour mémoire, cette liste comprend les TGIR en construction (actuelle ou future) ainsi que des entités distribuées en cours de coordination (*i.e.* les éléments de base existent et une structure de gouvernance adéquate reste à mettre en place).

	TGIR (sigle)	DESCRIPTIF	Organisme(s)	ESFRI	site web	Annexe 3 page
Les TGIR décidées						
Particules noyaux énergie	RJH	Réacteur d'irradiation Jules Horowitz - Cadarache	CEA (et partenaires internationaux)	* JHR	http://www-cadarache.cea.fr/fr/entrees/reprises/projets/rjh/	48
Particules noyaux énergie	ITER	<i>International Thermonuclear Experimental Reactor</i>	Organisation internationale		www.iter.org	49
Particules noyaux énergie	IFMIF/EVEDA	<i>International Fusion Materials Irradiation Facility / Engineering Validation Engineering Design Activities</i>	Organisation internationale	* IFMIF	www.frascati.enea.it/ifmif	50
Particules noyaux énergie	SPIRAL 2	Système de Production d'Ions RAdioactifs en Ligne	GIE GANIL (CNRS et CEA)	* SPIRAL2	www.ganil.fr	51
Particules noyaux énergie	FAIR	<i>Facility for Antiproton and Ion Research</i> - participation	Société allemande à participations internationales (CNRS et CEA)	* FAIR	www.gsi.de/fair/index_e.html	52
La matière	XFEL	<i>X-ray Free Electron Laser</i> - participation	Société allemande à participations internationales (CNRS et CEA)	* XFEL	www.xfel.eu	53
La matière	ILE	Institut de la Lumière Extrême	CNRS, CEA, ENSTA, Ecole Polytechnique	* ELI	www.extreme-light-infrastructure.eu	54
La matière	PETAL	PETawatt Aquitaine Laser (financement encore incomplet). Élément du projet HiPER	CEA-DAM	* HIPER	http://petal.aquitaine.fr/	55
La matière	ILL upgrade 1	Millennium - phase 1	Société civile (CNRS et CEA + partenaires internationaux)	* ILL 20/20	www.ill.eu	56
La matière	ESRF upgrade 1	Upgrade de l' <i>European Synchrotron Radiation Facility</i> : phase 1	Société civile (CNRS et CEA + partenaires internationaux)	* ESFR-Upgrade	www.esrf.eu	71
Données, Calcul, services	Grille de production	Initiative nationale en cours de constitution, regroupement autour du CNRS, du CEA, de l'INRIA, des universités, etc.	Gouvernance en cours de définition (CNRS, INRIA, CEA, Univ., RENATER, MESR)		www.idgrilles.fr	57

SHS	ADONIS	TGE d'appui du CNRS à la communauté SHS	Gouvernance et mission en cours de définition (CNRS)	* DARIAH	www.tge-adonis.fr	58
SHS	PROGEDO	PROduction et GEstion de DONnées pour les sciences humaines et sociales	Gouvernance en cours d'installation (EHESS, CNRS, INED, INSEE, etc.)	* CESSDA ESSurvey SHARE	http://www.centre.quetlet.cnrs.fr	59
SHS	CORPUS	Corpus pour les sciences humaines et sociales	Gouvernance en cours d'installation (EHESS, CNRS, Universités, MCC)	* CLARIN	http://www.cnrtl.fr/ http://www.msh-reseau.fr/spip.php?article34	60
SHS	BSN	Bibliothèques Scientifiques Numériques (comprend une partie d'ADONIS)	Gouvernance en cours d'installation (CNRS, SDBU, Univ. Lyon 2, ENS LSH, EHESS)		http://cleo.cnrs.fr/ www.persee.fr http://www.tge-adonis.fr/	61
Biologie santé	CELPEDIA	Création-ELevage-PHénotypage-Distribution et Archivage (souris, primates, poissons)	Gouvernance en cours de définition (CNRS, INRA, INSERM, CEA, Pasteur, Universités)	* Infrafrontier	http://www.mci.u-strasbg.fr http://transgenose.cnrs-orleans.fr	62
Biologie santé	RIEHS - A3	Réseau des Installations Haute Sécurité niveau A3, en structuration (2010)	Gouvernance en cours de définition par le GIS IBISA (INRA, CIRAD, CEA, INSERM, Ecoles Vét., Pasteur, AFSA)		http://www.ibisa.net/	63
Biologie santé	PREDECOB	Plate-forme de REcherche et DEveloppement des grandes COhortes Biomédicales	gouvernance en cours de définition (INSERM, ...)		www.inserm.fr/fr/inserm/infrastructures/cohortes/	64
Biologie santé	CIC	Centres d'Investigation Clinique	INSERM, Min. Santé	* ECRIN	www.ecrin.org	65

3-3 La sélection des TGIR en projet

Elles sont au nombre de 27 et sont regroupées en deux catégories : les projets hautement prioritaires et les projets prioritaires.

Le fait, pour une TGIR en projet, de figurer dans la feuille de route ne garantit pas qu'elle sera financée par l'État, car les budgets prévisibles ne permettront probablement pas de financer tous les projets. Les décisions finales seront donc prises dans le cadre d'arbitrages budgétaires futurs tenant compte de critères complémentaires comme les retombées économiques, le potentiel d'impact sur l'innovation et le développement industriel, ainsi que le recommande le HCST dans son avis sur les TGIR.

Les TGIR hautement prioritaires

La planète	Navire polyvalent régional	Nouveau bateau (Méditerranée ou Atlantique). Successeur du Côte d'Aquitaine	CNRS-INSU, IFREMER (Coordination CSTF)		http://www.ifremer.fr/flo/te/index.php	66
La planète	ICOS	<i>Integrated Carbon Observation System</i>	en phase préparatoire (ESFRI); CEA, IFREMER, Univ. CNRS-INSU,	*	http://icos-infrastructure.ipsl.jussieu.fr	67
La planète	SOERE	Système national d'Observation et d'Exp. pour la Recherche en Environnement	CIO-E ou ANR		www.anaee.com	68
L'Univers vu de la terre	E-ELT	<i>Extremely Large Telescope</i> (42m) pour l'Europe	ESO	*	www.eso.org/public/astrometry/projects/e-elt.html	69
L'Univers vu de la terre	CTA	<i>Cerenkov Telescope Array facility</i> (projet international) Suite de HESS 2	Collaboration internationale (<i>roadmap</i> ESFRI 2)	*	www.cta-observatory.org	70
La matière	ESRF upgrade 2	Upgrade de l' <i>European Synchrotron Radiation Facility</i> : phase 2	Société civile (CNRS et CEA + partenaires internationaux)	*	www.esrf.eu	71
La matière	ILL upgrade 2	Phase 2 de l'upgrade de l'ILL (Institut Laue-Langevin)	Société civile (CNRS et CEA + partenaires internationaux)	*	www.ill.eu	56
La matière	Magnétisme	Haut champ magnétique pour ESRF et ILL à Grenoble	CNRS		http://www.esrf.eu/AboutUs/Upgrade	72
Données, Calcul, services	Grille de recherche	Recherche en informatique sur les grilles	CNRS, INRIA, Inst. Telecom, Univ.		www.grid5000.fr	73
Données, Calcul, services	PRACE	<i>Partnership for Advanced Computing in Europe</i>	GENCI (CEA, CNRS, MESR et Univ.)	*	www.prace-project.eu	74
Biologie santé	LIFEWATCH	Mise en réseau de données taxinomiques. Nœud français au MNHN	MNHN	*	www.lifewatch.eu	75
Biologie santé	Recherche translationnelle	Création d'un centre de recherche translationnelle	En phase préparatoire (ESFRI) INSERM, CNRS, CEA, Hôpitaux	*	www.eatris.eu	91

Les TGIR prioritaires

La planète	IAGOS-ERI	<i>In-service aircraft for a global observing system</i> (instruments embarqués sur avions de ligne)	En phase préparatoire (ESFRI) CNRS-INSU, Météo-France	*	www.fz-juelich.de/icg/icg-2/iagos	76
------------	------------------	--	---	---	--	----

La planète	COPAL	<i>Community heavy-Payload Long endurance Instrumented Aircraft / Avion pour la recherche dans la troposphère</i>	En phase préparatoire (ESFRI) CNRS-INSU, CNES, Météo-France	* EUFAR	www.eufar.net	77
La planète	EMSO	<i>European Multidisciplinary Seafloor Observation (suite d'ESONET)</i>	En phase préparatoire (ESFRI) IFREMER, CNRS-INSU	* EMSO	www.ifremer.fr/esonet/emso	78
L'Univers vu de la terre	LSST	<i>Large Synoptic Survey Telescope (Chili)</i> Imagerie grand champ	CNRS-INSU		www.lsst.org	79
L'Univers vu de la terre	SKA	<i>Square Kilometer Array</i>	En phase préparatoire (ESFRI) CNRS-INSU	* SKA	www.skatelescope.org	80
L'Univers vu de la terre	Km3Net	Observation sous-marine de neutrinos de haute énergie	En phase préparatoire (ESFRI) CNRS-IN2P3, CEA	* Km3Net	www.km3net.org	81
Particules noyaux énergie	Super LHC	<i>Upgrade</i> du LHC. La décision dépend des résultats du LHC	CERN Organisation internationale		http://public.web.cern.ch/Public/en/LHC/LHC-en.html	82
Particules noyaux énergie	ILC ou CLIC	Effort global en vue d'un collisionneur linéaire mondial	CERN Organisation internationale		www.linearcollider.org	83
Particules noyaux énergie	ULISSE/LSM	Agrandissement du Laboratoire Souterrain de Modane	CNRS-IN2P3, CEA		http://www-lsm.in2p3.fr/	84
Particules noyaux énergie	Eurisol	Accélérateur de particules	Collaboration européenne		www.ganil.fr/eurisol	85
Particules noyaux énergie	MYRRHA	Réacteur de recherche (Belgique)	Collaboration européenne		www.sckcen.be/myrrha/	86
Particules noyaux énergie	IFMIF	<i>International Fusion Materials Irradiation Facility</i>	Organisation internationale	* IFMIF	www.frascati.enea.it/ifmif/	87
La matière	ELI	<i>Extreme Light Infrastructure</i>	CNRS	* ELI	www.extreme-light-infrastructure.eu	88
La matière	ESS	<i>European Spallation Source</i>	En phase préparatoire (ESFRI) Collaboration européenne	* ESS-Neutrons	http://neutron.neutron-eu.net/n_ess	89
La matière	EMFL	Réseau des 4 centres de magnétisme en Europe	CNRS (roadmap ESFRI-2)	* EMFL	http://www.emfl.eu	90

4. Conclusions

Ce travail d'élaboration d'une feuille de route des TGIR a permis de clarifier la situation de ces grands instruments sous plusieurs aspects :

- Le travail de recensement des infrastructures de recherche a été mené suivant une méthodologie qui a privilégié en tout premier lieu, l'expression de la communauté scientifique dans son ensemble, suivant un processus exclusivement «bottom-up».
- Cette première étape d'inventaire a permis d'apprécier le panorama dans son ensemble, y compris en fournissant une synthèse des informations budgétaires pour les TGIR existantes, permettant aux acteurs institutionnels de disposer d'une vision globale.
- En complément des installations existantes, la communauté scientifique a pu également exprimer ses besoins pour proposer la construction éventuelle de nouvelles infrastructures, soit sur le territoire national, soit via des participations à des projets européens ou mondiaux.
- Dans les propositions de nouvelles infrastructures, une grande partie correspond à des projets retenus dans la *roadmap* d'ESFRI. Cela confirme l'importance des coopérations internationales pour la communauté scientifique française, tout en soulignant l'articulation croissante des politiques de recherche nationale et européenne.
- Inversement, les projets ESFRI dans leur majorité représentent un intérêt certain pour une ou plusieurs communautés scientifiques nationales. La couverture de toutes les disciplines par la France montre le large spectre de la recherche dans notre pays.
- L'identification des priorités françaises pour la création de nouvelles TGIR va également faciliter le processus ESFRI en favorisant les cofinancements entre Etats-membres qui ont les mêmes priorités.
- La prise de conscience de l'importance des TGIR pour toutes les disciplines scientifiques, et la dynamique nouvelle associée, en phase avec l'action de la Commission européenne dans sa volonté de mieux structurer l'Espace Européen de la Recherche, renforcent également les collaborations entre les partenaires européens et contribuent significativement à l'intégration des nouveaux états membres de l'UE.

ANNEXE 1

A1-1. Critères utilisés pour la sélection des TGIR figurant dans la feuille de route.

La diversité de nature et de domaines des TGIR rendent impossible l'application d'un nombre restreint et fini de critères, qui sont tous applicables. Néanmoins les groupes d'experts se sont efforcés d'utiliser un même socle commun de paramètres d'évaluation.

1 Critères scientifiques

- Réponse aux besoins de la communauté scientifique
- Qualité de la production scientifique attendue

2 Critères pédagogiques

- Ouverture aux doctorants et post-doctorants
- Ouverture à l'enseignement supérieur

3 Critères de transfert de connaissances

- Importance des partenariats industriels attendus
- Importance des dépôts de brevets attendus

4 Critères économiques

- Importance des créations d'emplois et d'entreprises attendues
- Importance des retombées sur les entreprises locales.

A1-2. Composition de la cellule TGI du ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche et des groupes de travail

Cellule TGI (DGRI/DS/TGI) Secretariat.tgi@recherche.gouv.fr	
Bernard Dormy	Support juridique et financier
Danièle Hulin	Support scientifique
Farida Moussouni	Secrétariat et logistique
Dany Vandromme	Responsable de la cellule TGI

**Groupe de travail
Sciences de l'environnement, des planètes et de l'Univers**

J.F. Stephan	MESR / DGRI A1, directeur
B. Commere	MESR / DGRI A4
Christian Fouillac	BRGM, Directeur de la recherche
Bruno Goffé,	CNRS – INSU, directeur adjoint scientifique sciences de la terre
Jean Marie Hameury,	CNRS – INSU, directeur adjoint scientifique astronomie astrophysique
Philippe Huchon,	Université Pierre et Marie Curie, président du Groupe technique d'évolution de la flotte 2006-2007.
Gérard Jugie	IPEV, directeur
Rémy Louat	IRD, chargé de mission au département milieux et environnement
Patrick Monfray,	CNRS – INSU, directeur adjoint scientifique Océan atmosphère
Alain Ratier	Meteo France, directeur
Etienne Ruellan,	CNRS – INSU, directeur de la division technique
Pierre Stengel	INRA, directeur scientifique environnement, écosystèmes cultivés et naturels
Patrick Vincent	IFREMER, directeur de la programmation
D. Hulin	MESR / DGRI DS

**Groupe de travail
Sciences de la vie (SDV)**

Michèle Tixier-Boichard	MESR / DGRI A4, directrice
Jacques Demotes-Mainard	MESR / DGRI A5
Luc Abbadie	CNRS
Patrick Herpin	INRA
Alain Buelon	INRA
Michel Van der Rest	SOLEIL
Jean-Pierre Samama	SOLEIL
Roland Cottin	CIRAD
Michel Guiraud	Muséum
André Gerard	IFREMER

Philippe Gouletquer	IFREMER
Alix Delacoste	INSERM (Tolbiac)
Bruno Clément	INSERM (Rennes)
Jérôme Garin	CEA / INSERM
Pierre Chagvardieff	CEA
Véronique Baticle	CEA
Frank Kunst	Pasteur
Nadia Khelef	Pasteur
Patrick England	Pasteur
Antoine de Daruvar / Hughes Leroy / Olivier Roux	Bioinformatique
Brigitte Rozoy	MESR / DGRI A3
Johan Auwerx / Xavier Warot	Installations expérimentales animales ICS Strasbourg
Jean Salamero	Imagerie cellulaire Curie
Maité Coppey-Moisan	Imagerie cellulaire Institut Jacques Monod
Eva Pebay Peyroula	Biologie structurale Grenoble
Dino Moras	Biologie structurale Strasbourg
Françoise Russo-Marie	Génopole
Jean-Claude Pernollet	MESR / DGRI A4
Michel Kochoyan	MESR / DGRI A5
Danièle Hulin	MESR / DGRI DS

Groupe de travail Matière et ingénierie	
Denis Raoux	Ancien directeur de SOLEIL
Dominique Goutte	MESR / DGRI A2, directeur
Serge Bouffard	Directeur du Centre de Recherches sur les Ions, les Matériaux et la Photonique (CIMAP), CEA, Caen
Dominique Chandesis	Directrice scientifique adjointe au département MPPU et ingénierie, CNRS
Didier Normand / Bertrand Carré	Chef de l'Institut Rayonnement Matière de Saclay (IRAMIS), CEA / Adjoint au chef du Service de Physique des Atomes et des Molécules, CEA, Saclay
Guy Ouvrard	Directeur adjoint de l'Institut des Matériaux Jean Rouxel, membre du comité scientifique de SOLEIL, CNRS

Marie-Louise Saboungi	Directrice du centre de recherche sur la matière divisée, CRMD, Orléans, CNRS
Jean-Luc Sida	Chef du service de physique nucléaire , CEA DAM - Bruyère le Chatel
Daniel Treille	Président du conseil scientifique de l'IN2P3/CNRS - CERN
Charles-Olivier Bacri	MESR / DGRI A2
André De Lustrac / Patrick Alnot	MESR / DGRI A3
Martine Soyer	MESR / DGRI A2
Danièle Hulin	MESR / DGRI DS

**Groupe de travail
Données, STIC et SHS**

Brigitte Rozoy	MESR / DGRI A3
Philippe Casella	MESR / DGRI A6
Michel Bidoit	INRIA
Frédéric Blin	MESR / DGES C3-3
Dominique Boutigny	CC-IN2P3
Jean-Pierre Dalbera	MCC
Patrick Festy	INED
Michel Kern	MESR / DGRI A3
Alain Lichnewsky	MESR / DGRI A3
Michel Marian	MESR / DGES
Philippe Perrey	MESR / DGES
Catherine Rivière	GENCI
Roxane Silberman	ENS
Françoise Thibault	MESR / DGRI A6
Xavier Vigna	MSH / Dijon
Serge Wolikow	MSH / Dijon
Danièle Hulin	MESR / DGRI DS

ANNEXE 2 : table des sigles

ANR :	Agence Nationale de la Recherche
BRGM :	Bureau de Recherches Géologiques et Minières
CEA :	Commissariat à l'Énergie Atomique
CEMAGREF :	Centre d'Études du Machinisme Agricole et des Eaux et Forêts
CERN :	Organisation Européenne de Recherche Nucléaire
CIO-E :	Comité InterOrganisme Environnement (INSU, Andra, BRGM, CEA, Cemagref, Cirad, CNES, CNRS, IFP, Ifremer, Ineris, INRA, IRD, IRSN, LCPC et Météo-France)
CIRAD:	Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement.
CNES :	Centre National d'Études Spatiales
CNRS :	Centre National de la Recherche Scientifique
DGRI:	Direction Générale de la Recherche et de l'Innovation au MESR
ESA :	European Space Agency
ESO :	European Southern Observatory
HCST	Haut Conseil de la Science et de la Technologie
IBISA:	Infrastructures en Biologie Santé et Agronomie
IFP :	Institut Français du Pétrole
IFREMER :	Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer
IN2P3 :	Institut National de Physique Nucléaire et de Physique des Particules
INRA :	Institut National de Recherche Agronomique
INRIA :	Institut National de Recherche en Informatique et Automatique
INSERM :	Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale
INSU :	Institut National des Sciences de l'Univers
IPEV :	Institut Paul Emile Victor
IRD :	Institut de Recherche pour le Développement
IRFU :	Institut de Recherche sur les lois Fondamentales de l'Univers
IRSN:	Institut de Radioprotection et de Sécurité Nucléaire
ITER :	International Thermonuclear Experimental Reactor
LCPC :	Laboratoire Central des Ponts et Chaussées
MEN :	Ministère de l'Éducation Nationale
MNHN :	Muséum National d'Histoire Naturelle
MESR :	Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
SHOM :	Service Hydrographique de la Marine

ANNEXE 3 : FICHES DESCRIPTIVES

Flotte océanographique française

Nature de la TGI

Navires côtiers, semi-hauturiers et hauturiers, engins sous-marins. Equipements français coordonné par le CSTF (Comité Stratégique et Technique de la Flotte hauturière et côtière).

Localisation : tous océans et mers du globe, plus particulièrement l'océan Atlantique, la mer Méditerranée, l'océan Indien sud et le Pacifique sud-ouest.

Description et objectifs scientifiques

La flotte est composée de :

- Quatre navires hauturiers,
- Quatre navires semi-hauturiers,
- Six navires côtiers,
- Cinq engins sous-marins de l'Ifremer et une flotille d'engins sous-marins de type gliders (communauté nationale),
- Des équipements lourds : sismiques, carottiers, pénétrromètre à sédiments...

A cela il convient d'ajouter les bases de données, les outils d'aide à l'échantillonnage et une mission de formation à la recherche.

La flotte est utilisée pour effectuer des recherches sur les ressources naturelles de l'Océan, la préservation des écosystèmes et de la biodiversité, le rôle de l'océan dans le changement climatique, l'environnement côtier, ainsi que les aléas sismiques, volcaniques et gravitaires (tsunami).

Ces thèmes englobent de fait tous les domaines de recherche de l'océanographie : les géosciences marines, l'océanographie physique et biologique, la bio-géochimie et la chimie des océans, l'halieutique, la paléo-océanographie, la biodiversité marine.



Retombées et impacts

Partenariats développés avec le secteur privé dans le cadre de la mise au point d'équipements, de campagnes de coopération, de la valorisation des résultats collectés et de la commercialisation d'équipements.

Actions de formation en partenariat avec les universités.

Situation dans le monde

Parc des équipements et des engins très complet et unique en Europe. Capacité d'intervention sur toutes les mers du monde.

Communauté scientifique concernée

Une centaine de personnes est nécessaire au fonctionnement de la flotte.

Près de 1500 chercheurs et scientifiques, de toutes origines (centres de recherche, universités) sont utilisateurs de la flotte, dont 32% de scientifiques utilisateurs de la flotte sont de nationalité étrangère.

Budgets

Budget global annuel (2007) : 59 M€ dont contribution française : 56 M€.

<http://www.ifremer.fr/flotte/index.php> ; <http://www.dt.insu.cnrs.fr>

<http://www.brest.ird.fr/us191/flotte/flotte.htm>

http://www.institut-polaire.fr/ipev/infrastructures_et_moyens

GODAE - MERCATOR

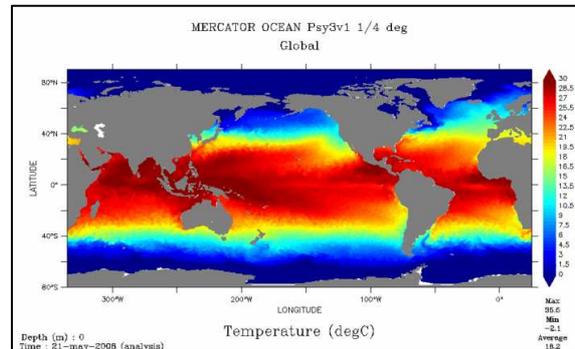
Nature de la TGI

Extension d'un système logiciel de prévision océanographique. Groupement d'Intérêt Public français (CNRS-INSU, CNES, IRD, IFREMER, SHOM, Météo-France) existant depuis 2001.

Localisation : Toulouse.

Description et objectifs scientifiques

MERCATOR est un système de simulation de l'ensemble des océans, construit à partir des observations de l'océan mesurées par satellites ou mesurées en mer. Il produit des analyses et des descriptions en temps réel de l'état de l'océan ainsi que des prévisions jusqu'à 14 jours.



Retombées et impacts

Communication scientifique importante.

Développement du secteur aval de l'océanographie : MERCATOR est intégré au pôle de compétitivité AESE. Outre son utilisation pour l'environnement et la recherche, MERCATOR est utilisé pour soutenir les actions de l'Etat en mer (marines d'Etat, sécurité des biens et des personnes, lutte contre les pollutions, étude d'impact environnemental...) comme par des applications de service du secteur privé (pêche, offshore, spatial, routage).

Situation dans le monde

MERCATOR s'appuie sur le supercalculateur de Météo-France et sur les capacités de stockage de masse du CNES pour la conservation des données. Il utilise aussi le CEPMMT⁸.

MERCATOR est leader mondial dans le domaine de la prévision océanique. Il est partie intégrante de GMES (*Global Monitoring for Environment and Security*) via le projet *MyOcean*.

Conjointement aux programmes Jason (observations satellite) et Coriolis (observations in situ), Mercator (modélisation et assimilation) est la contribution française à GODAE (*Global Ocean Data Assimilation Experiment*), expérience internationale d'océanographie.

Communauté scientifique concernée

Océanographie physique, prévisions saisonnières, modélisation, bio-géochimie, biologie marine, soutien aux campagnes en mer, instrumentation spatiale.

Personnel nécessaire à l'exploitation de l'équipement 20.

Nombre de chercheurs utilisateurs : 150

Budgets

Budget de fonctionnement annuel prévu pour le projet *MyOcean* : entre 6 et 8 M€ entre 2007 et 2011.

Coûts de construction (bâtiment et supercalculateur) : 7 M€.

www.mercator-ocean.fr

⁸ Centre Européen pour les Prévisions Météorologiques à Moyen Terme situé à Reading (Cf. fiche).

EURO - ARGO

Nature de la TGI

Participation française au projet européen d'observation des océans au moyen de flotteurs ARGO.

Démarrage de la phase préparatoire du projet ESFRI en 2008 pour une durée de 30 mois. La TGI devra fonctionner sur les 20 années à venir.



Description et objectifs scientifiques

Cette infrastructure européenne vise à coordonner et pérenniser les contributions européennes au programme international ARGO. Celui-ci a consisté à déployer 3000 flotteurs ARGO dans les océans du monde pour l'observation du climat et des incidences du réchauffement sur les océans.

La contribution européenne serait de 250 flotteurs/an, avec une densification dans les mers européennes. Implication importante de la France à travers le projet inter-organismes Coriolis coordonné par l'IFREMER.

Retombées et impacts

Environ 200 publications par an.

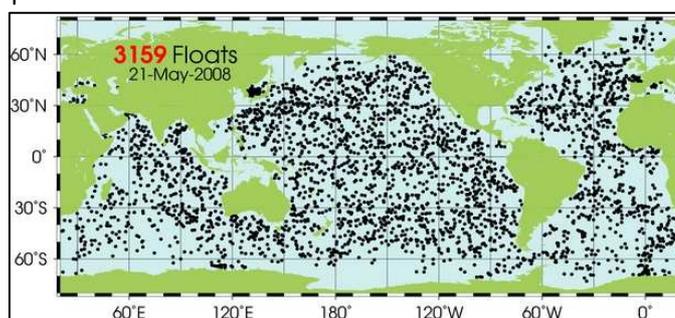
Partenariats industriels pour produire les flotteurs et mettre en point des flotteurs de nouvelle génération, sous-traitance informatique attendue auprès de PME.

Communauté scientifique concernée

Océanographie, climat, surveillance de l'environnement (GMES).

10 à 15 personnels scientifiques en interne. 2 à 3 fois plus au niveau Européen.

Plus de 200 chercheurs utilisateurs et principaux centres de recherche sur le climat.



Budgets

Coûts de construction : 30 M€

Coût de fonctionnement annuel⁹ : 7 puis 8 M€ dont ~ 2,2 M€ pour la France.

Soit coût global sur 10 ans : ~ 90 M€

<http://www.euro-argo.eu/>

⁹ Evolution du réseau (nouveaux capteurs), coûts de coordination Européenne

SAFIRE – Service des Avions Français Instrumentés pour la Recherche en Environnement

Nature de la TGI

Avions pour la recherche en environnement.

Localisation : Toulouse + antenne parisienne (Meudon-Creil)

Création de SAFIRE en 2005.



Description et objectifs scientifiques

SAFIRE regroupe les moyens humains, financiers pour l'exploitation et la gestion des avions de recherche du CNRS/INSU, de Météo-France et du CNES. SAFIRE gère ainsi trois avions : un Falcon 20, un ATR42, un Piper Aztec. Cette flotte autorise toute étude (physique et la chimie de l'atmosphère, la télédétection de surface), depuis la surface terrestre jusqu'à la tropopause¹⁰.

Le remplacement du Piper Aztec qui étudie la pollution urbaine est en cours d'étude. L'utilisation des drones à usage civil est une piste prometteuse.



Retombées et impacts

Partenariats technologiques (Thalès, Airbus, communauté aéronautique européenne pour l'instrumentation des avions).

Situation dans le monde

SAFIRE est membre du réseau européen EUFAR¹¹. Par ailleurs, un projet européen de gros porteur COPAL¹¹ est à l'étude. Le projet COPAL fait partie de la liste de l'ESFRI



Communauté scientifique concernée

Océan, Atmosphère, Surface Continentale.

Effectif : vingt cinq agents, une centaine de chercheurs utilisateurs, deux à trois thèses par an et une dizaine d'articles par an dans les laboratoires utilisant SAFIRE.

Budgets

Coût de construction des trois avions : 30 M€. Coût de remplacement du Piper_Aztec : 1-2 M€.

Coût de fonctionnement (valeur 2007) : 3,3 M€ dont 1,5 M€ de coûts de personnel.

Budget annuel : ~4 M€.

www.safire.fr

¹⁰ La tropopause est la limite supérieure de la troposphère et la limite inférieure de la stratosphère. Sur Terre, elle constitue aussi la limite de la biosphère et est la partie la plus froide de la basse atmosphère (source Wikipedia).

¹¹ Cf. fiche correspondante

Nature de la TGI

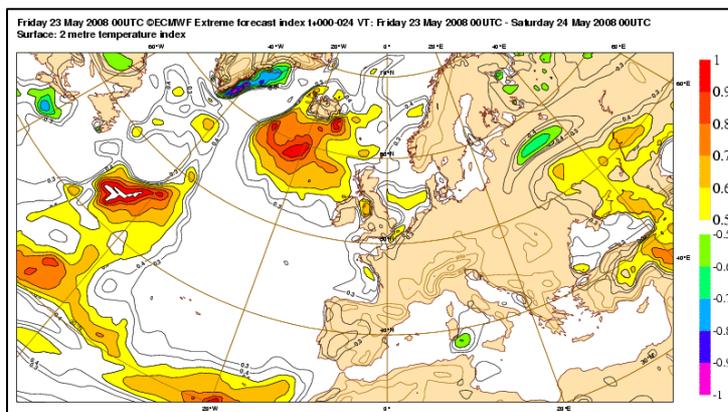
Centre européen de calcul pour la prévision météorologique à moyen terme, créé en 1975 (*ECMWF – European Center for Mid-range Weather Forecast*).

Localisation : Reading (UK).

Description et objectifs scientifiques

Le centre a pour objectif de développer et exploiter de façon régulière des modèles météorologiques globaux au moyen de méthodes numériques.

Il met à la disposition des Etats membres les résultats des prévisions ainsi que les données appropriées recueillies et stockées. Les Etats membres ont aussi accès pour leurs recherches à un pourcentage de la capacité de calcul.



Le centre met en œuvre les programmes de l'Organisation météorologique mondiale.

Retombées et impacts

Coopération avec les agences spatiales (EUMETSAT, ESA, CNES, NOAA, NASA) et les fournisseurs de supercalculateurs (CRAY, FUJITS, IBM, NEC, BULL). Plusieurs entreprises (EDF) utilisent le CEPMMT pour leurs recherches.

Situation dans le monde

Leader mondial dans le domaine.

Communauté scientifique concernée

Météorologie, océanographie, climatologie, chimie atmosphérique, environnement global.

91 scientifiques chercheurs et 90 ingénieurs/techniciens travaillant sur le site.

Nombre annuel de chercheurs utilisateurs : environ 10 000..

Accès aux données par le secteur concurrentiel.

Budgets

Coût de fonctionnement (valeur 2007) : 50 M€ dont 7 M€ pour la France. Augmentation du budget de 12,5 % prévue en 2009 et de nouveau de 11% en 2011 (euros 2007).

www.ecmwf.int/

CONCORDIA

Nature de la TGIR

Station polaire continentale franco-italienne.

Localisation : Antarctique

Description et objectifs scientifiques

La base CONCORDIA comprend la station elle-même et le dispositif terrestre d'acheminement depuis la station côtière Dumont d'Urville qui en assure l'approvisionnement.



Les recherches menées concernent la paléoclimatologie (travaux du GIEC), les études physico-chimiques sur l'atmosphère, la surveillance de la couche d'ozone, les observations astronomiques, les observatoires de la Terre (météorologie, sismologie, magnétisme...) l'ingénierie et la médecine du comportement humain en milieu confiné.

Situation dans le monde

Seule base polaire permanente européenne située à l'intérieur du continent antarctique.

Communauté scientifique concernée

Glaciologie, chimie de l'atmosphère, astronomie et astrophysique, géophysique, médecine.

53 personnes travaillent sur le site durant l'été austral, et 16 hivernent. 8 thèses soutenues depuis 2002. Entre 25 et 30 publications annuelles, dont une partie importante en glaciologie, en chimie de l'atmosphère et en astronomie.

Coopération universitaire via l'International Antarctic Institute dont l'Institut Polaire Français est membre. Importantes actions de communication.

Budgets

Coûts de construction consolidés : 34 M€ (50% pour la France)

Coûts de fonctionnement (valeur 2007) : ~ 8-10 M€ (50% pour la France)

http://www.institut-polaire.fr/ipev/infrastructures_et_moyens/station_concordia_dome_c

Nature de la TGI

Consortia pour l'exploitation de navires de forages profonds.

ECORD (*European Consortium for Ocean Research Drilling*) : 16 pays européens et Canada

IODP (*Integrated Ocean Drilling Program*) : consortium international piloté par les USA (NSF) et le Japon (MEXT). ECORD a rejoint le consortium international IODP. La Chine, la Corée du sud sont membres associés. L'Inde et un consortium Australie-Nouvelle Zélande sont en cours de négociation pour rejoindre IODP.



Description et objectifs scientifiques

Les USA et le Japon mettent en œuvre chacun un navire de forage.

ECORD met en œuvre des plateformes louées au coup par coup pour forer dans les zones inaccessibles aux deux autres navires.

Les forages sont utilisés par la recherche scientifique sur les fluides et la vie en subsurface océanique, la bio diversité, les changements environnementaux, l'étude des tremblements de terre, les ressources minérales et énergétiques, la géodynamique et les cycles de la terre solide.

Retombées et impacts

Plusieurs centaines de publications par des scientifiques français.

Partenariats avec l'industrie dans le domaine pétrolier et sur les nouvelles énergies sans carbone.

Communauté scientifique concernée

Une centaine de chercheurs localisés dans une vingtaine de laboratoires. Le forage océanique intéresse l'ensemble de la communauté des sciences de la terre ainsi que des équipes de microbiologie.

Budgets

En raison de la mise en service d'un nouveau bâtiment japonais équipé d'un riser (le Chikyu) mais également de la conjoncture internationale, les coûts opérationnels augmentent de façon notable en 2008 puis 2009.

Le budget annuel passe de 76 M\$ en 2007 et 144 M\$ en 2008 à 230 M\$ à compter de 2009. Le budget d'ECORD est géré par le CNRS et sa contribution en 2009 est de 22 M\$. La contribution française en 2009 est de 5,6 M\$, soit environ 4 M€.

www.ecord.org

www.iodp.org/

Nature de la TGI

Unité expérimentale de production d'électricité à partir de géothermie : forages terrestres profonds et installations de surface.

Localisation : Soultz-Sous-Forêts (Bas-Rhin).

Statut : Groupement européen d'intérêt économique (GEIE) créé en 1997.

Partenaires : Electricité de Strasbourg (ES), EDF, Pfalzwerke, EnBW, Steag.

Description et objectifs scientifiques

Le pilote expérimental de Soultz a été développé dans le cadre d'un projet européen de recherche et développement ayant pour but la démonstration d'une nouvelle forme de ressource énergétique en géothermie profonde baptisé : **Système Géothermique Stimulé** ou encore « **Enhanced Geothermal System** » (EGS Pilot Plant).

Principe du concept EGS : extraire la chaleur contenue dans des roches profondes naturellement fracturées et chaudes (entre 3000 m et 5000 m) par circulation forcée d'un fluide (une saumure dans le cas de Soultz) au travers d'un échangeur de chaleur naturel de grande capacité, constitué des fractures dont la perméabilité est réactivée par stimulation hydraulique (injection forcée d'eau) et/ou chimique. L'énergie géothermique extraite du sous-sol (cible : 30 MW th) sera utilisée pour produire de l'énergie électrique (cible : 1,5 MWe) au travers d'un système de conversion situé en surface.

Retombées et impacts

10 à 15 publications de rang A par an. Environ 50 présentations à des colloques ou conférences nationales et internationales.

Partenariats industriels : ES, EDF, Bestec, Pfalwerke, EnBw, Steag, CFG, Total et Schlumberger (en discussion).

Communauté scientifique concernée

Une centaine de chercheurs sur sites dont 20 pour la France.

Le forage océanique intéresse l'ensemble de la communauté des sciences de la terre.

Budgets

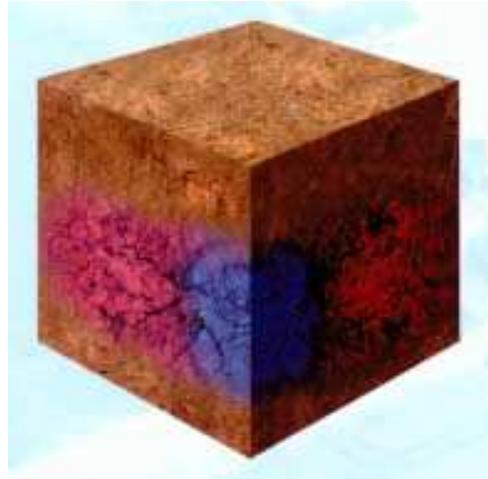
Coûts cumulés (de l'origine à 2007) : 80 M€.

Les travaux menés dans les années 80 et 90 représentent environ 25 M€.

Depuis 2001, le projet européen a représenté un coût de 54 M€, dont 10 M€ provenant des partenaires scientifiques.

Budget annuel (valeur 2007) : 9 M€ dont la part française est de l'ordre de 2,6 M€.

www.soultz.net



Resif – Réseau sismologique français

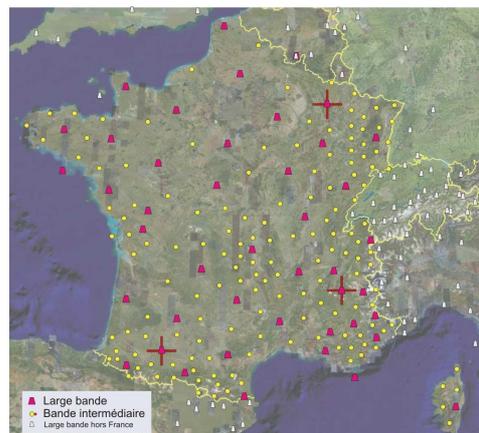
Nature de la TGI

Réseau permanent de capteurs et d'antennes pour la surveillance de la sismicité en France.

Exploitation et mise à niveau des sites existants, construction de nouveaux sites, mise en réseau par satellite.

Description et objectifs scientifiques

Les réseaux sismologiques sont les infrastructures de base permettant de collecter les données expérimentales dont les sismologues ont besoin. Des évolutions techniques importantes rendent maintenant possible une surveillance de la sismicité en continu et en temps réel. Le dimensionnement d'une antenne dépendant de la gamme de fréquences du signal étudié, il est nécessaire de disposer d'antennes sismologiques de tailles différentes avec des densités de stations adaptées. Le projet comportera un remaillage géographique, avec des capteurs à large bande ou de bande intermédiaire et quelques antennes locales, de forte densité de stations. Chacun des sites centraux pourra héberger des stations GPS permanentes permettant des mesures de la déformation terrestre à beaucoup plus longue période.



Deux objectifs principaux :

- L'amélioration de la surveillance et de la gestion du risque sismique sur le territoire métropolitain pour fournir aux autorités et au public la localisation et la magnitude des séismes en temps réel, des cartes de l'accélération du sol avec en aval l'estimation des dégâts et l'alarme aux tsunamis induits par séisme.
- L'amélioration de notre connaissance de la structure et de la composition de la terre dans son ensemble grâce au traitement des données en antenne.

Enfin, un axe de recherche majeur dans le futur est l'étude des variations dans le temps de la Terre. Il s'agit d'une part d'imager la variation des propriétés élastiques induites par la dynamique qui anime la Terre (comme la circulation de fluides dans le sous sol ou la rotation rapide de la graine), et d'autre part de mieux comprendre le lien entre les séismes tectoniques et les autres types de déformations transitoires dans le but de mieux cerner les causes de la rupture sismique.

Retombées et impacts

Meilleure connaissance de l'intérieur de la terre et des mécanismes des séismes pouvant à terme aider à affiner la prévision des aléas sismiques (tremblements de terre, tsunamis).

Situation dans le monde

Ce GIS est intégré au réseau sismologique européen (VEBSN) via ORFEUS, et au réseau mondial (FDSN) via IRIS. Le réseau français reformaté serait partie intégrante du projet EuroArray, inclus dans le programme Topo-Europe de l'ESF et potentiellement soutenu dans le cadre du 7^e PCRD.

Communauté scientifique concernée

Sismologie, tectonique, géologie + potentiellement météorologie, océanographie... ingénierie parasismique. Chercheurs utilisateurs (nombres annuels) : 100 sismologues en France, 100 des pays limitrophes, 200 mondialement.

Budgets

- Construction : 8,2 M€
- Fonctionnement annuel consolidé : 2,56 M€

<http://www.insu.cnrs.fr/co/node/169>

ECOTRONS

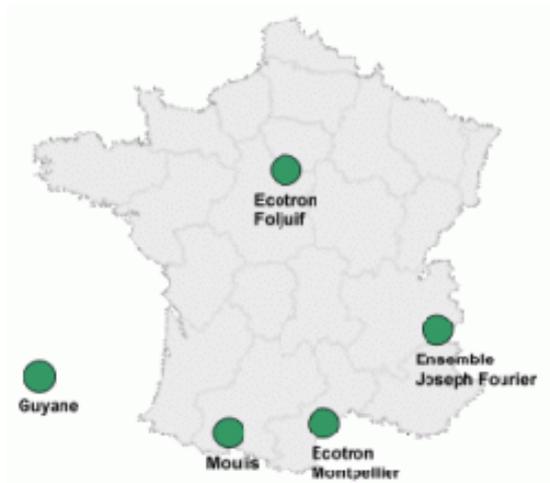
Nature de la TGI

Un grand équipement pour analyser et modéliser les systèmes écologiques. Projet français.

Localisation : Montpellier, Paris, Grenoble, Ariège, et Guyane.

Description et objectifs scientifiques

Ce grand équipement scientifique permet d'étudier en conditions contrôlées les réponses des écosystèmes, des organismes et de la biodiversité aux modifications de l'environnement, comme le changement climatique.



Retombées et impacts

Grâce aux écotrons, les scientifiques peuvent isoler des portions d'écosystèmes naturels ou artificiels dans des enceintes, de les soumettre à des variations de climat et de contraintes très variées, d'étudier les relations structure-fonctionnement. L'intérêt de cette plateforme de recherche de rang international réside dans sa capacité à mesurer les variations de fonctionnement induites par les changements d'environnement. Sur l'ensemble des plateaux expérimentaux, des consortiums internationaux d'équipes de recherche peuvent ainsi déterminer les mécanismes de régulation des cycles du carbone, de l'eau, des minéraux, des émissions de gaz à effet de serre ainsi que les mécanismes de structuration et d'évolution de la biodiversité.

Situation dans le monde

Le réseau des écotrons est partie intégrante du projet ANAEE, lui-même intégré dans le projet SOERE¹².

Communauté scientifique concernée

Environnement, biodiversité.

Budget

Coûts de construction : 47 M€

<http://www.cnrs.fr/edd/recherche/infrastructures-ecotrons.htm>

¹² Cf. fiche correspondante

Nature de la TGI

Observatoire astronomique (*Very Large Telescope*).

Localisation : le siège de l'ESO (*European Southern Observatory*) est à Garching (Allemagne), tandis que les sites d'observation sont au Chili (Paranal, La Silla, Atacama).

Disciplines utilisatrices : astronomie et astrophysique.

Description et objectifs scientifiques

Le VLT est un réseau de 4 télescopes de 8 m de diamètre qui peuvent être opérés simultanément en mode interférométrique (VLT/I), ou combinés à des télescopes auxiliaires de 2 m de diamètre.



The VLT Array on the Paranal Mountain

ESO PR Photo 15a-00 (24 May 2000)

© European Southern Observatory



Retombées et impacts

Les programmes scientifiques couverts par le VLT et le VLT/I sont très variés, et vont de la planétologie à la cosmologie. Ils tirent profit de la grande surface collectrice et de la haute résolution spatiale obtenue par optique adaptative, et, pour le VLT/I, par la recombinaison de plusieurs (jusqu'à trois aujourd'hui avec les instruments actuels) télescopes de 8 m ou auxiliaires.

En tant que tel, l'ESO n'a pas d'objectifs industriels, par contre, il pilote la réalisation industrielle de nombreux projets de hautes technologies dans les domaines de l'optomécanique, de l'électronique et des détecteurs.

Situation dans le monde

Le VLT/VLT/I est implanté au Paranal à 2 600 m d'altitude au nord du Chili dans le désert d'Atacama.

Partenaires : Allemagne, Belgique, Danemark, Espagne, Finlande, France, Italie, Pays Bas, Portugal, Suède, Suisse, république Tchèque, Royaume Uni. Accords avec le Chili.

Communauté scientifique concernée

Astronomie et astrophysique, mais beaucoup de développements technologiques avec le monde industriel.

Budgets

- **Coûts de construction** : environ 500 M€
- **Coût de fonctionnement** : environ 49 M€ (dont part française : 8,2 M€)

<http://www.eso.org/projects/vlt/>

Nature de la TGI

Observatoire astronomique.

Description et objectifs scientifiques

Télescope de 3,60 m de diamètre construit au sommet du Mauna Kea à Hawaï. Sa situation en altitude (4200m) dans l'un des meilleurs sites au sol de l'hémisphère nord permet des observations de grande qualité. Depuis sa mise en service en 1979, il est utilisé pour des observations à champ large (le double du diamètre apparent de la lune dans le ciel) dans le domaine visible et le proche infrarouge.

Des instruments de plus en plus sophistiqués ont été progressivement installés sur le télescope, lui permettant, malgré la mise en service d'autres télescopes de plus grand diamètre, de demeurer un instrument de pointe. Citons notamment : MEGACAM (imagerie grand champ dans le domaine visible), WIRCAM (infrarouge), ESPaDOnS (spectropola-rimètre pour l'étude de la vie magnétique des étoiles), MegaPrime/MegaCame (la plus grande caméra numérique du monde – 40 détecteurs de 10 millions de pixels chacun – permettant l'étude des objets faiblement lumineux).



Retombées et impacts

L'énorme potentiel scientifique concentré au TCFH a permis une série de grandes premières pendant un quart de siècle : détection de la matière noire par mesure de l'astigmatisme gravitationnel ; découverte de nombreuses nouvelles lunes autour de planètes du système solaire et d'astéroïdes ; première observation de Titan à travers les brumes ocres de son atmosphère, preuve qu'il y avait plus d'eau sur Mars dans le passé ; observation d'un orage stellaire causé par une planète extrasolaire, observation d'une planète en orbite autour d'un des deux composants d'une étoile double, observation d'un quasar à travers une lentille gravitationnelle...

Situation dans le monde

Membre du réseau européen OPTICON, avec ouverture d'une partie du temps de télescope français aux autres pays européens.

Communauté scientifique concernée

Astronomie, astrophysique. Environ 150 chercheurs.

Budgets

Construction : 27,5 M \$ (valeur 2006) Fonctionnement annuel consolidé : 6,6 M \$

Participations : France 42,5%, Canada 42,5%, Hawaï 15%

<http://www.cfht.hawaii.edu>

HESS phase I et II – High Energy Stereoscopic System

Nature de la TGI

Télescope Cerenkov stéréoscopique - Observatoire de rayonnement gamma à très haute énergie. Projet international.

Localisation : Namibie.

HESS est un instrument en exploitation depuis fin 2003, HESS II est un projet en construction dont la mise en service est prévue en 2009.



Description et objectifs scientifiques

HESS I est un ensemble de quatre télescopes permettant de détecter des photons gamma. Lors de leur entrée dans l'atmosphère terrestre, les rayons cosmiques produisent une gerbe de particules qui, se déplaçant à une vitesse supérieure à celle de la lumière dans l'air, émettent un rayonnement Cerenkov¹³. Celui-ci est détecté par un réseau de télescopes de grande surface collectrice au sol, disposés sur un large périmètre. Ce dispositif permet d'identifier l'origine et l'énergie de chaque rayon gamma. Chaque télescope a un diamètre de 12 m.

HESS II est un télescope additionnel de diamètre 28 m, qui doublera la sensibilité de l'instrument et diminuera le seuil en énergie des observations (jusqu'à 50 GeV voire 20 GeV) pour étendre le champ d'étude des sources de rayonnement.

Le projet sera utilisé pour la recherche en astrophysique des hautes énergies, notamment les mécanismes d'émissions des sources galactiques et extragalactiques, la cartographie à haute résolution spatiale du ciel austral.

Retombées et impacts

Nombreuses publications, prix DESCARTES en 2006. Brevets en électronique et techniques de fabrication de miroirs déposés par l'Afrique du Sud et le Royaume-Uni. Partenariats industriels avec des industriels français (photomultiplicateurs) et namubiens.

Situation dans le monde

HESS I est à la pointe des télescopes Cerenkov pour les rayons gamma de haute énergie. HESS II permettra notamment à la France de maintenir sa position de leader du domaine en attendant le grand projet CTA.

Communauté scientifique concernée

Une centaine de personnes exploitent le site. Nombre de chercheurs utilisateurs : 120 dont 40 français.

Budgets

Coûts de construction consolidés de HESS I : 14 M€ dont 4 M€ pour la France

Coûts de construction consolidés de HESS II : 18 M€ dont 8 M€ pour la France

Budget annuel (2007) : 600 K€.

<http://www.mpi-hd.mpg.de/hfm/HESS/HESS.html>

¹³ Physicien russe Nobel 1958.

IRAM

Nature de la TGI

Observatoire radioastronomique.

Statut : Société civile (CNRS-FR 47%, MPI-DE 47%, IGN-ES 6%).

Localisation : 4 sites en France et en Espagne : Grenoble (siège), plateau de Bure, Pico de Veleta (stations d'observation) et Grenade (centre d'opérations).

Disciplines utilisatrices : astrophysique.



Description et objectifs scientifiques

L'IRAM est en charge de deux observatoires dans le domaine des longueurs d'onde millimétriques et submillimétriques (de 3 à 0.8mm de longueur d'onde, soit de 80 à 350 GHz en fréquence). Le premier, opérationnel depuis 1986, est un radiotélescope de 30 m de diamètre situé à Pico Veleta dans la Sierra Nevada près de Grenade en Espagne, à 2850m d'altitude. Le deuxième site est opérationnel depuis 1990 ; il s'agit d'un interféromètre composé de 6 radiotélescopes situé sur le Plateau de Bure à 2550m d'altitude (Hautes-Alpes). Outre ces observatoires, dont l'IRAM a la charge, les activités de l'IRAM recouvrent en majorité des activités techniques : récepteurs, laboratoire supra-conducteur, électronique, mécanique et logiciels de commandes et de réduction des données.

L'IRAM offre des possibilités d'observations sans équivalent dans le monde, dans des domaines phare de l'astrophysique moderne comme la formation des étoiles ou l'évolution des galaxies.

Retombées et impacts

88 publications en 2006 directement issues des observations (revues de rang A).

Situation dans le monde

Aujourd'hui, l'IRAM est de loin le meilleur observatoire au monde dans son domaine. Après la mise en service de l'interféromètre radio ALMA à l'horizon 2014, l'IRAM restera pendant encore plusieurs années un instrument compétitif pour nombre d'objectifs scientifiques.

Communauté scientifique concernée

Astronomie, astrophysique. Environ 100 emplois permanents. Acceptation d'un tiers des demandes de temps d'observation.

Budget

Budget annuel de 13,5 M€ dont 5,8 M€ pour la part française.

<http://www.iram.fr>

ALMA

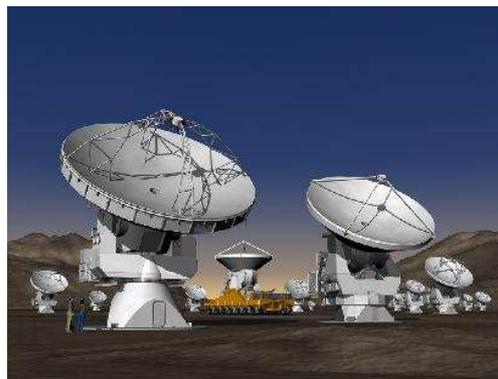
Nature de la TGI

ALMA – Atacama Large Millimeter/Submillimeter Array
Observatoire astronomique (interféromètre radio millimétrique/submillimétrique)

Localisation : désert d'Atacama (Chili), à 5100m d'altitude

Partenaires : Europe (ESO), Amérique du Nord (USA : NSF et Canada : NRC), Asie (Japon : NAOJ, Taiwan : ASIA), Chili (pays hôte).

L'ESO est siège du 'Alma Regional Center – ARC', qui s'appuie sur 6 nœuds dont l'un est à Grenoble (IRAM).



Description et objectifs scientifiques

Alma sera un interféromètre radio comprenant 66 antennes (50 antennes de 12 m de diamètre pour l'interférométrie, 4 antennes de 12 m pour des observations en puissance totale, et un réseau compact de 12 antennes de 7 m de diamètre. La plus grande ligne de base disponible sera de 14 km, permettant d'atteindre une résolution de 0.007 seconde d'arc à la plus haute fréquence observable.

La France est très impliquée d'une part dans la réalisation d'ALMA (antennes – Thales Alenia Space ; détecteurs – IRAM ; *back-end* et corrélateur – observatoire de Bordeaux et IRAM), ainsi que dans l'analyse des données.

Les objectifs principaux d'Alma sont l'étude du gaz moléculaire et de la poussière dans l'univers. Les principaux thèmes scientifiques que l'on peut mettre en avant sont la formation et l'évolution des galaxies, depuis l'univers lointain à haut décalage spectral jusqu'à l'univers local, la physique et la chimie du milieu interstellaire et la formation des étoiles et des systèmes planétaires, l'étude des comètes et des atmosphères planétaires, ainsi que des petits corps du système solaire.

Retombées et impacts

Alma est en cours de construction. Il est prévu un premier appel d'offres pour une *early science* en 2010, et la mise en opération complète en 2012, avec les 66 antennes et 6 ou 7 bandes de fréquence.

Communauté scientifique concernée

Disciplines utilisatrices : Astrophysique et astronomie.

Une centaine de chercheurs sur sites dont 20 pour la France.

Budgets

- **Coûts de construction** pour l'ESO: 445 M€, soit 50% du projet hors contribution japonaise
- **Coût de fonctionnement (prévu)** pour la France : 2,9 M€ (en régime stationnaire à partir de 2014)

<http://www.eso.org/sci/facilities/alma/>

LOFAR - *LOw Frequency ARray*

Nature de la TGI

Observatoire radioastronomique.

Localisation : Pays-Bas, et stations satellites en Allemagne, France, Royaume Uni.

Partenaires : Pays-Bas (LOFAR, ASTRON, U. Groningen, U. Amsterdam, U. Leiden, U. Nimègue) ; Allemagne : consortium de 10 universités et instituts prévoyant de construire jusqu'à 10 stations ; Royaume-Uni : consortium de 12 universités ou instituts pour la construction de 3 stations ; France : CNRS/INSU et Observatoire de Paris pour la construction d'une station à Nançay.



Description et objectifs scientifiques

LOFAR est le premier précurseur d'une nouvelle génération de radiotélescopes. Initialement conçu et financé dans un cadre national aux Pays-Bas, il s'est internationalisé avec l'ajout de stations d'observations distantes situés dans divers pays européens (Allemagne, France, Angleterre) qui s'adjoignent au cœur hollandais et permettent d'accroître sensiblement les lignes de base et la résolution. LOFAR peut être considéré comme un précurseur de SKA qui aura une surface collectrice bien plus grande et visera les plus hautes fréquences (domaine centimétrique plutôt que métrique).

LOFAR sera constitué de 77 stations équipées d'antennes très basse fréquence (30 – 90 MHz, correspondant à des longueurs d'onde de 3 à 10m), et d'antennes haute fréquence (120 – 240 MHz, soit 1,25 – 2,50m) qui seront les éléments d'un interféromètre à synthèse d'ouverture. 32 stations seront installées dans un cœur central de 2 km sur 3, 45 autres stations étant situées à une distance de 3 à 50 km de ce cœur. Les stations situées à l'étranger compléteront le dispositif.

Les principaux objectifs astrophysiques concernent :

- la période de réionisation, observée par analyse statistique et non par imagerie, qui nécessite un instrument tel que SKA
- les pulsars et les phénomènes transitoires
- les rayons cosmiques, par détection du signal radio émis par la gerbe créée par l'interaction d'un rayon cosmique de très haute énergie avec l'atmosphère.
- un relevé profond de tout le ciel à très basse fréquence

Communauté scientifique concernée

Astrophysique et astronomie, mais aussi géophysique, agriculture...

Budgets

- **Coûts de construction** : 100 à 110 M€ y compris la phase 3 (extension à 77 antennes), non financée aujourd'hui et chiffrée à 25 M€. La contribution française se limite à l'équipement d'une station, soit 750 k€
- **Coût de fonctionnement total (valeur 2007)** : 3 – 6 M€

<http://www.lofar.org>

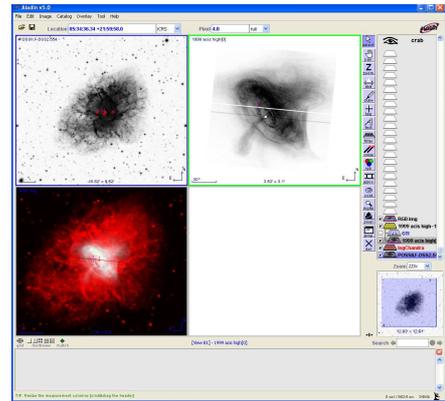
Nature de la TGI

Centre de données, nœud français de l'observatoire virtuel astronomique.

Description et objectifs scientifiques

Le CDS a pour mission de collecter, homogénéiser, préserver et distribuer l'information astronomique. Il développe des bases de données et des services pour la communauté astronomique internationale.

Les principaux services sont SIMBAD, la base de données de référence pour la nomenclature et la bibliographie des objets astronomiques ; VizieR, collection des catalogues astronomiques et des tables publiées dans les journaux astronomiques; l'atlas interactif du ciel Aladin, portail d'entrée de l'Observatoire Virtuel ; le Dictionnaire de Nomenclature des objets astronomiques.



Situation dans le monde

Centre de données de référence au niveau international, avec un rôle majeur dans l'Observatoire Virtuel astronomique. Le CDS est le curateur de la collection de catalogues et de tables, et maintient 8 copies miroir de VizieR (France, Canada, Chine, Japon, Inde, Royaume Uni, USA, Hawaï). Il travaille en partenariat avec les principaux fournisseurs de données astronomiques et les journaux académiques. Il donne accès, directement ou indirectement, aux données fournies par la plupart des TGE astronomiques. Le CDS est aussi l'une des références des activités européennes dans le domaine des *Scientific Digital Repositories*.

Communauté scientifique concernée

L'ensemble de la communauté astronomique mondiale (environ 160 000 requêtes par jour sur les services en 2007).

Les services sont aussi utilisés par les fournisseurs de données (ESO, ESA, NASA ...) pour donner un accès transparent à leurs propres archives.

Une étude menée il y a quelques années avait montré que les services du CDS étaient cités dans 5 à 10% des publications astronomiques européennes et américaines.

Budget

Coûts de fonctionnement (valeur 2007) : ~ 2 M€

<http://cdsweb.u-strasbg.fr/>

CERN/LHC – Organisation européenne de recherche nucléaire

Nature de la TGI

Accélérateur et collisionneur de particules (LHC – *Large Hadron Collider*).

Description et objectifs scientifiques

Créé en 1952, le CERN est le laboratoire européen de physique des particules. Dans ce domaine, qui étudie les constituants élémentaires de la matière et les forces qui les relient, il a acquis une très grande réputation scientifique, reconnue par plusieurs prix Nobel.

Son outil de recherche le plus récent est un grand collisionneur de 27 km de circonférence situé près de Genève sur la frontière franco-suisse, le LHC. Mis en service à l'automne 2008, il a pour objet de recréer les conditions d'énergie intense des premiers instants du cosmos, et de faire ainsi progresser notre compréhension de l'univers, en comprenant mieux de quoi il est fait et comment il s'est constitué.

Dates de mise en exploitation des équipements successifs :

1959 : PS (synchrotron à protons)

1976 : SPS (super synchrotron à protons)

1989 : LEP (grand collisionneur électron-positron)

2008 : LHC (grand collisionneur de hadrons)



Retombées et impacts

La construction d'instruments de recherche fondamentale tels que le LHC repousse les frontières de la technologie. Les résultats des travaux menés à cet effet trouvent des applications très variées dans d'autres domaines. Parmi les plus récentes, citons la mise au point de câbles supraconducteurs utilisés en imagerie médicale ou d'appareils de soudage à ultrasons. Par ailleurs, on ne saurait oublier que le *web*, qui a marqué l'évolution de notre monde ces dernières années, a été inventé au CERN afin de faciliter les transferts de données recueillies par le prédécesseur du LHC, le LEP.

Situation dans le monde

Le CERN, qui regroupe 20 partenaires européens, est probablement le plus grand centre de recherche en physique des particules du monde. Le conseil du CERN a en charge l'élaboration de la stratégie européenne en physique des particules.

Communauté scientifique concernée

Physique des particules, astrophysique. Environ 2900 personnels permanents ou associés, et 7500 utilisateurs annuels.

Budget

Budget annuel : 660 M€ dont 107 M€ pour la part française.

<http://public.web.cern.ch/Public/Welcome-fr.html>

EGO - European Gravitational Observatory - VIRGO

Nature de la TGI

Observatoire de rayonnement gravitationnel.
Coopération franco-italienne (CNRS-INFN).

Localisation : Cascina (à proximité de Pise).

Calendrier : 2000 : création de EGO ; 2003-2007 : construction de VIRGO (exploitation à compter de 2007).

Evolutions : 2008-2009 : VIRGO+ ; 2009-2011/12 : advanced VIRGO.



Description et objectifs scientifiques

VIRGO est une antenne de détection d'ondes gravitationnelles. Il s'agit d'un interféromètre constitué de deux bras orthogonaux de trois kilomètres de longueur, ultrasensible, qui sera capable de détecter une variation de longueur 10^{-22} m sur une milliseconde.

VIRGO se base sur le fait que le passage d'une onde gravitationnelle courbe très légèrement l'espace-temps. La lumière épousant la courbure de l'espace-temps, les installations de VIRGO ont pour but de détecter une différence entre la distance parcourue par deux lasers.

La détection des ondes gravitationnelles, encore jamais obtenue directement, compléterait de manière importante l'observation des ondes électromagnétiques (ondes lumineuses, radio et micro-ondes, rayons gamma et X) ainsi que des astro-particules (rayons cosmiques, neutrinos). Ces ondes sont générées par les mouvements et variations de masse des corps célestes. Leur étude permettrait de révéler des aspects de l'univers jusqu'alors inconnus et de valider la théorie de la relativité générale.

Les phases VIRGO+ et advVIRGO ont pour objectif d'accroître considérablement la sensibilité de détection de l'équipement.

EGO est le consortium franco italien constitué à cet effet. Il assure l'exploitation de l'installation, le traitement des données ainsi produites, les actions de coopération et de communication dans le domaine.

Situation dans le monde

Partenariat très étroit entre les équipes de VIRGO et celles des projets du même type : LIGO aux Etats-Unis et GEO au Royaume Uni et en Allemagne.

Communauté scientifique concernée

Physique des particules, astrophysique, physique théorique.

Environ 700 chercheurs utilisateurs.

Pas d'ouverture à des utilisateurs privés.

Budgets

Coût de construction : 151 M€

Coût de fonctionnement (valeur 2007) : 9,2 M€ dont 4,6 M€ pour la France.

Budget majoré de environ 5 M€ annuel entre 2009 et 2011 pour financer Advanced VIRGO.

www.ego-gw.it/

ANTARES

Nature de la TGI

Télescope à neutrinos - Observatoire sous-marin français.

Localisation : Mer Méditerranée, au large de Toulon.
En construction depuis 2002, Doublement du nombre de capteurs envisagé de 2008 à 2011.

Description et objectifs scientifiques

ANTARES est un détecteur à neutrinos, constitué de 12 lignes de capteurs placées au fond de la mer. Ce détecteur observe la lumière Cerenkov¹⁴ issue de la collision des neutrinos de haute énergie avec la croûte terrestre.

Le but premier de l'expérience est d'utiliser les neutrinos pour étudier les objets astrophysiques lointains et obtenir une description de l'univers éloigné. Ces objets pourraient produire le rayonnement cosmique qui bombarde en permanence l'atmosphère terrestre et dont l'origine est encore inconnue. Le détecteur pourra aussi être utilisé pour la recherche de la matière noire piégée à l'intérieur de la Terre ou du Soleil.

Par ailleurs, la situation en eau profonde d'ANTARES permettra de mener des activités scientifiques dans d'autres domaines : observation de l'environnement sous-marin, océanographie, biologie du fond de la mer, surveillance des cétacés, sismographie, etc.

Retombées et impacts

Nombreuses publications attendues. Collaboration avec des universités dans le cadre d'un support d'enseignement. Actions de communication vers le grand public.

Applications industrielles envisagées (CYBERNETIX).

Situation dans le monde

ANTARES est le plus grand détecteur à neutrinos de l'hémisphère nord (plus grand que BAIKAL en Sibérie). Il est complémentaire des projets AMANDA/ICECUBE pour l'hémisphère sud. Il constitue un élément potentiel du projet Km3NET¹⁵, labellisé par ESFRI.

Un partenariat avec le projet EMSO, réseau d'observatoires sous-marins pour l'environnement est souhaitable.

Communauté scientifique concernée

Physique des astroparticules, océanographie, géologie, biologie.

180 personnes travaillent en interne pour l'équipement.

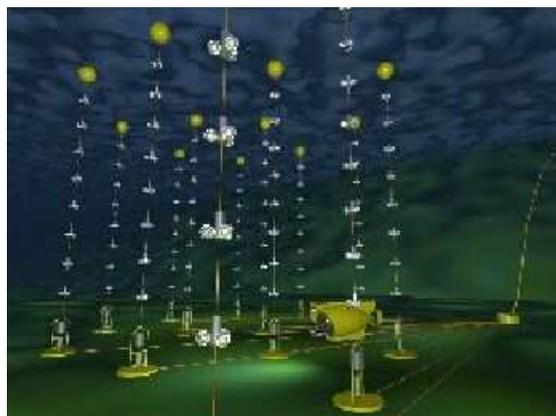
100 chercheurs utilisateurs par an.

Partenariat avec l'IFREMER qui soutient également les tâches logistiques de l'infrastructure.

Budgets

Coûts de construction consolidés : 60M€. Coûts de fonctionnement annuel consolidés : 2 M€.

<http://antares.in2p3.fr>



¹⁴ La lumière Cerenkov est une lumière bleutée émise à cette occasion par les *muons*.

¹⁵ Cf fiche associée

GANIL- Grand accélérateur national d'ions lourds

Nature de la TGI

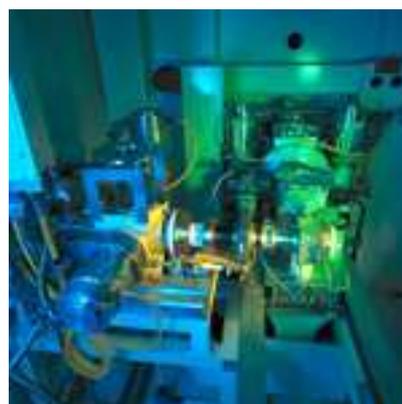
Production et accélération d'ions radioactifs.

Le GANIL, GIE entre le CEA et le CNRS, est une infrastructure française en fonctionnement depuis 1983.

Localisation : Caen.

Description et objectifs scientifiques

Le GANIL est un centre de physique nucléaire spécialisé dans l'étude du noyau atomique. Il est constitué de plusieurs cyclotrons, qui accélèrent les ions sur une trajectoire circulaire avant que ces derniers ne viennent impacter une cible de matière.



La compréhension de la structure des noyaux atomiques et des propriétés de la matière nucléaire nécessite l'exploration d'états extrêmes des noyaux. Les réactions entre ions lourds aux énergies GANIL sont un outil unique pour chauffer, comprimer et faire subir de multiples contraintes aux noyaux afin d'étudier leurs propriétés mécaniques et thermiques (thermodynamique).

Ainsi, de très nombreux noyaux exotiques, noyaux comportant des proportions anormales de protons et de neutrons, ont été synthétisés et étudiés souvent jusqu'aux limites de la stabilité. Plus d'une centaine d'isotopes nouveaux, tel l'étain 100 et le Nickel 48, ont ainsi été mis en évidence. Le GANIL est un outil exceptionnel pour l'étude de l'interaction ion-matière et des effets de l'excitation électronique intense.

Retombées et impacts

Environ 140 publications annuelles au GANIL.

Partenariats industriels : valorisation des faisceaux, pré-incubation, représentant une centaine de création d'emplois.

Situation dans le monde

Le GANIL est l'un des cinq meilleurs instruments au monde dans son domaine.

Communauté scientifique concernée

Physique nucléaire et appliquée, astrophysique, physique atomique, du solide, radiobiologie.

Personnel sur site : environ 250 personnes.

Nombre annuel de scientifiques utilisateurs de GANIL : 800.

Ouvert à la communauté internationale. Fourniture possible de « jours faisceaux » à des utilisateurs privés.

Budget

Fonctionnement : environ 8 M€ (hors coûts de personnels)

www.ganil.fr

JET - Joint European Tokamak

Nature du TGI

« Tokamak », *i.e* chambre à vide torique dans laquelle un fort champ magnétique permet de confiner un plasma chaud (plusieurs dizaines de millions de degrés).

Construit en 1983, le JET est un équipement européen financé par EURATOM.

Localisation : Culham (Royaume Uni).

Description et objectifs scientifiques

Le tokamak est un instrument destiné à étudier les plasmas de fusion par confinement magnétique.

La fusion est la source d'énergie du soleil et des autres étoiles. Une étoile commence à briller quand la matière en son cœur atteint, sous l'effet des forces de gravitation, des densités et des températures suffisantes pour déclencher des réactions thermonucléaires libérant de l'énergie. La tendance du plasma à se disperser, donc à se refroidir, est contrebalancée par la force gravitationnelle. Sur terre, le confinement gravitationnel est impossible. La technologie tokamak consiste à confiner le plasma dans une boîte immatérielle de forme torique créée par des champs magnétiques.

JET est l'outil de référence du programme européen de recherche sur la fusion contrôlée. L'objectif est l'étude des performances des plasmas, deutérium-tritium, dans le but d'obtenir des réactions de fusion nucléaire.

Communauté scientifique concernée

Fusion nucléaire, physique des plasmas.

Situation dans le monde

Partenaires : autres tokamaks en Europe et dans le monde.

Le JET est actuellement le plus grand tokamak en fonctionnement au monde. C'est aussi le seul qui fonctionne avec un plasma de deutérium-tritium. Les recherches menées sur le JET, en complément de celles menées sur le tokamak Tore-Supra à Cadarache, ont été essentielles pour préparer le projet ITER. Le JET détient le record de la puissance de fusion produite avec 16 MW, pendant un temps court d'une seconde. Le tokamak Tore-Supra, à Cadarache, dont l'objectif est l'étude des plasmas en régime quasi-permanent, détient le record d'énergie extraite d'un plasma, sans tritium. L'étape suivante sera le programme ITER qui a pour objet de démontrer la faisabilité sur des temps longs pour une extraction d'énergie d'un plasma.

Budget

Coûts de fonctionnement : 70 M€ (budget EURATOM).

www.jet.efda.org



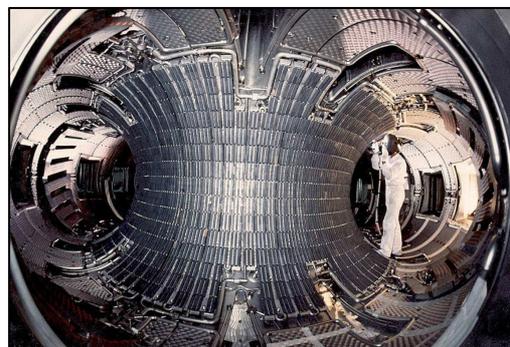
TORE SUPRA

Nature de la TGI

« Tokamak », *i.e* chambre à vide torique dans laquelle un fort champ magnétique permet de confiner un plasma chaud (plusieurs dizaines de millions de degrés).

Les bobines magnétiques de ce tokamak sont supraconductrices, d'où le nom Tore-Supra.

Construit en 1988, c'est un équipement français cofinancé par le CEA et EURATOM.



Localisation : Cadarache.

Description et objectifs scientifiques

Le tokamak est un instrument destiné à étudier les plasmas de fusion par confinement magnétique. La fusion est la source d'énergie du soleil et des autres étoiles. Une étoile commence à briller quand la matière en son cœur atteint, sous l'effet des forces de gravitation, des densités et des températures suffisantes pour déclencher des réactions thermonucléaires libérant de l'énergie. La tendance du plasma à se disperser, donc à se refroidir, est contrebalancée par la force gravitationnelle. Sur terre, le confinement gravitationnel est impossible. La technologie tokamak consiste à confiner le plasma dans une boîte immatérielle de forme torique créée par des champs magnétiques. Tore-Supra a pour objectif scientifique l'étude des plasmas de fusion en configuration stationnaire.

Retombées et impacts

100 à 150 publications par an, 150 à 200 communications en conférence.

Communication scientifique importante.

Communauté scientifique concernée

Fusion nucléaire, physique des plasmas.

Situation dans le monde

Tore Supra est un élément du programme européen de recherches sur la fusion contrôlée. En complément du tokamak européen JET¹⁶, dont l'objectif est l'étude des performances des plasmas deutérium-tritium, Tore Supra est principalement dédié à l'étude de la physique et des technologies permettant de réaliser des plasmas performants de longue durée, sans tritium. C'est le premier tokamak au monde équipé d'aimants supraconducteurs. Le tokamak Tore Supra détient le record d'énergie extraite d'un plasma, avec 1000 MJ pendant des durées longues de plus de 6 minutes.

L'objectif d'ITER, qui sera le tokamak le plus grand jamais construit, et qui sera aussi équipé d'aimants supraconducteurs, sera de réunir les performances du JET et de Tore-Supra, en générant une puissance de 500 MW durant plus de 6 minutes à partir d'une puissance injectée de 50 MW, pour démontrer la faisabilité scientifique et technologique de l'énergie de fusion à des fins pacifiques.

Budget

Budget annuel : 18 M€.

<http://www-fusion-magnetique.cea.fr/cea/ts/ts.htm>

¹⁶ Cf. fiche correspondante

Nature de la TGI

Synchrotron européen en activité depuis 20 ans.

Localisation : Grenoble.

Description et objectifs scientifiques

L'ESRF est la source de rayons X à haute énergie (« rayons X durs ») européenne. Il est composé d'un accélérateur de particules, dans lequel des électrons sont entraînés à très haute vitesse dans un anneau pour produire du rayonnement synchrotron (faisceau de photons), afin d'observer la structure fine de la matière.

L'ESRF permet d'étudier une gamme remarquablement large de matériaux, depuis les biomolécules jusqu'aux nano-aimants, en passant par les cosmétiques et les mousses métalliques. Biologistes, médecins, météorologues, géophysiciens ou archéologues et paléontologues sont utilisateurs de l'ESRF. Des physiciens y côtoient des chimistes et des spécialistes des matériaux.

Le projet d'extension vise à mettre l'accent sur les nanosciences et les nanotechnologies, la biologie et la matière molle ainsi que sur l'amélioration des performances de l'anneau pour lui assurer de rester à la pointe de la technologie.



Retombées et impacts

Action volontariste de l'ESRF en direction des industriels, notamment dans les domaines de la pharmacie, de la pétrochimie, de la microélectronique ou des cosmétiques.

1500 publications, brevets, partenariats industriels (AREVA, GlaxoSmithKline, Novartis, Toyota, Unilever...).

Situation dans le monde

Deux autres synchrotrons comparables existent dans le monde : APS aux USA et SPRING8 au Japon. Autres synchrotrons (plus petits mais complémentaires) en Europe : SLS en Suisse, SOLEIL en France, DIAMOND au Royaume Uni et ALBA en Espagne,. Le nouveau synchrotron PETRA3 situé à Hambourg (2009) sera un concurrent direct d'ESRF. D'autres sources de rayonnement synchrotron sont en projet en Europe (Suède, République tchèque, Pologne). La modernisation de l'ESRF (« upgrade ») est inscrite dans la feuille de route ESFRI¹⁷.

Communauté scientifique concernée :

581 personnes sur site, 4000 utilisateurs annuels.

Budgets

Partenariat :12 pays (F, D, I, UK, B, NL, E, CH, DK, FL, N, S), 8 parties contractantes - 14 organismes (CNRS et CEA pour la France).

Budget annuel : 80 M€ dont environ 20 M€ pour la part française.

www.esrf.eu

¹⁷ Cf. fiche correspondante

SOLEIL

Nature de la TGI

Synchrotron. Projet français.

Phase I : novembre 2007 - février 2008.

Phase II : 2009 - mi 2010.

Localisation : Plateau de Saclay.

Description et objectifs scientifiques

SOLEIL est une source de lumière très puissante qui permet d'explorer la matière au niveau atomique.

Il s'agit d'un synchrotron de 3^e génération de moyenne énergie, constitué d'un accélérateur circulaire d'électrons dans un anneau de 354 mètres de circonférence. Celui-ci produit un rayonnement synchrotron (infrarouge, UV et rayons X) qui est guidé vers vingt sept lignes de lumière, dont onze installées dans la phase I.



Le spectre d'utilisation de SOLEIL est très large, allant de la recherche fondamentale aux applications industrielles : physique de la matière, supraconducteurs et magnéto-résistance, techniques de micro- et nano-faisceaux à longueur d'onde ajustable. Cela ouvre la voie à des utilisations très diversifiées, dans des domaines comme les sciences de l'environnement, du vivant (notamment la pharmacologie), la physique des matériaux, les nanosciences, la paléontologie.

Situation dans le monde

Accords de coopération avec de nombreux centres de rayonnement synchrotron européens : ESRF, SLS (Suisse), Elettra (Italie), Diamond (UK), Alba (Espagne) et non européens (Canada, Chine, Taiwan, Japon) et avec le projet SESAME (Moyen Orient).

Soleil produit des rayons X dans des gammes de longueurs d'ondes complémentaires de celles de l'ESRF¹⁸.

Communauté scientifique concernée

Personnel sur site : 405 personnes en 2010.

Environ 2500 chercheurs utilisateurs et plusieurs centaines de doctorants attendus.

Plus de 2000 propositions d'utilisations attendues.

Ouverture à des utilisateurs privés.

Budgets

Coûts de construction : ~350M€

Budget annuel : 54 M€

www.synchrotron-soleil.fr

¹⁸ L'ESRF European Synchrotron Radiation Facility situé à Grenoble produit des rayons X « durs » alors que Soleil est spécialisé en X « mous et tendres ».

LULI – laboratoire d'Utilisation des Lasers Intenses

Nature de la TGI

Laser intense en activité au Laboratoire CNRS-CEA-Ecole Polytechnique-UPMC.

Localisation : Ecole Polytechnique (Palaiseau).

Description et objectifs scientifiques

Le LULI développe deux installations laser civiles (100TW et LULI2000) par amplification d'impulsions nanosecondes et picosecondes.

Ces deux équipements sont intermédiaires entre les grands lasers dédiés aux études de fusion thermonucléaire par confinement inertiel (LIL, PETAL, HiPER et LMJ) et des lasers à taux de répétition plus élevé mais d'énergie moindre.



Le domaine privilégié développé au LULI, outre la fusion nucléaire, est la recherche fondamentale en physique des plasmas. Le LULI s'attache également au développement de collaborations multidisciplinaires dans les domaines suivants : interactions rayonnement-matière, astrophysique de laboratoire, sources de rayonnement et de particules, physique nucléaire et des particules, physique de la matière à haute densité d'énergie...

Retombées et impacts

44 publications en moyenne par an. Création de deux start-up. 2 brevets depuis 2004.

Situation dans le monde

Engagement du LULI dans le programme LUCIA, dans la perspective des projets HiPER et ELI¹⁹.

Communautés scientifiques concernées

Physique des plasmas, astrophysique, géophysique, physique des matériaux, physique des particules et physique nucléaire.

40 personnels sur site.

Communauté d'utilisateurs estimée à 200 chercheurs.

Ouverture du temps disponible à des expériences françaises et internationales.

Budgets

Coûts de construction : ~ 50 M€

Budget annuel : ~ 3,5 M€

www.luli.polytechnique.fr

¹⁹ Cf. fiches correspondantes.

LIL - Ligne d'Intégration Laser

Nature de la TGI

Projet français de laser de forte énergie par impulsion dont la mise en service a commencé en 2003.

Localisation : Le Barp (CEA/CESTA) en Aquitaine.

Description et objectifs scientifiques

La LIL est un laser de grande énergie prototype du laser MegaJoule (LMJ) en construction sur le même site. Elle est composée de 8 faisceaux alors que le LMJ en aura 320. Elle produit actuellement 30 kiloJoules dans l'ultraviolet et devrait atteindre 60 kJ fin 2009. Ses impulsions sont de durée nanosecondes (1 ns = 1 milliardième de seconde).



L'installation est utilisée principalement pour les activités de la Défense nationale. Un tiers des capacités peut être utilisé par des universitaires. Les domaines étudiés sont l'étude de la matière et des plasmas denses et chauds, la physique atomique, les instabilités hydrodynamiques, l'astrophysique de laboratoire, la physique des lasers.

Retombées et impacts

Faisabilité du laser MégaJoule. Participation au projet PETAL²⁰.

Etude des plasmas ultra-denses et ultra-chauds comme ceux rencontrés dans la fusion nucléaire.

Une quarantaine de publications entre 2000 à 2006. Cinq brevets depuis 2002.

Partenariats industriels en optique, mécanique, électronique.

Situation dans le monde

En Europe, le laser PHELIX (Petawatt High-Energy Laser for Ion Experiments) de GSI en Allemagne, mis en service en mai 2008, fournit des impulsions lasers d'un kiloJoule; le laser VULCAN au Royaume-Uni produit des impulsions de 2 kJ.

Aux USA, le laser OMEGA de Rochester et ceux du Laboratoire National de Lawrence Livermore (Californie) délivrent également des impulsions multi-kiloJoules.

Communauté scientifique concernée

Physique des lasers et physique des plasmas.

<http://petal.aquitaine.fr/spip.php?article35>

²⁰ Cf. fiche correspondante.

Nature de la TGI

Equipement de diffusion neutronique (laboratoire mixte CNRS-CEA) créé en 1981.

Localisation : CEA Saclay.

Description et objectifs scientifiques

Le LLB est à la fois un laboratoire de service, et un laboratoire développant une activité scientifique propre. Il assure la définition, la mise en place et le fonctionnement des spectromètres à neutrons installés autour du réacteur Orphée à Saclay et principalement destinés à l'étude de la matière condensée. 23 des 25 instruments sont mis à la disposition d'utilisateurs extérieurs.



L'activité scientifique propre du laboratoire peut se regrouper en trois secteurs sensiblement d'égale importance: la physico-chimie, les études structurales et de transition de phases, le magnétisme et la supraconductivité. En outre le laboratoire a une mission importante de formation à la diffusion neutronique.

Retombées et impacts

Nombreux partenariats industriels (Aérospatiale, SNECMA, SNCF, PSI, Dassault, ENEA...). Nombreuses actions de formation universitaire (école annuelle de formation à la neutronique).

Situation dans le monde

Membre du réseau européen NMI3 (*Neutrons Muons Integrated Infrastructure Initiatives*).

Hormis le LLB, il existe cinq sources de neutrons européennes : ILL (Grenoble)²², ISIS (Royaume Uni), HMI (Berlin), FRM-2 (Munich), SINQ (Suisse). Elles seront éventuellement complétées par la future source à spallation européenne ESS²² au-delà de l'horizon 2020.

Communauté scientifique concernée

Physique, chimie du solide, matière molle, matériaux, biologie, nanosciences, matière condensée.

60 personnes sur site (dont une dizaine de doctorants et post-doctorants).

Environ 500 chercheurs utilisateurs par an. Cinq thèses par an.

500 propositions d'expériences par an dont 75% acceptées.

200 publications et 1 brevet par an.

Budgets

Coût de construction estimé à 400 M€

Budget annuel : 12 M€

<http://www-llb.cea.fr/>

²¹ Physicien français 1889-1969

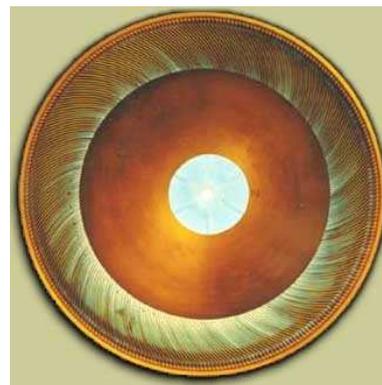
²² Cf. fiche correspondante.

Nature de la TGI

Source de neutrons alimentant 35 instruments scientifiques d'étude de la structure et de la dynamique de la matière.

Localisation : Grenoble, (campus commun avec l'ESRF et le laboratoire français de l'EMBL).

Société civile française à actionariat international; convention internationale de janvier 1967 entre l'Allemagne et la France, adhésion britannique le 19 juillet 1974. La convention a été prolongée en 2002 pour la période de 2004 à fin 2013. Un important programme d'évolution est en cours (Millenium), inscrit dans la *roadmap* ESFR²³.



Description et objectifs scientifiques

Instrument pluridisciplinaire: répartition du temps global d'utilisation en 2005:

- chimie 15%
- sciences des matériaux 14%
- biologie 10%
- matière molle 13%
- sciences pour l'ingénieur, engineering et instrumentation 4%
- physique nucléaire et des particules 6%
- physique du solide 38%

Retombées et impacts

En 2006, 639 publications par des membres chercheurs de l'ILL ou des utilisateurs. 76,8% des achats (sur un total de 27,2 M€) sont effectués en France. Un quart des recherches effectuées à l'ILL a un lien direct avec des applications industrielles. La première jeune pousse (start-up) issue de l'ILL a été créée en 2000 dans le domaine de l'optique multicouche (XENOCOS).

Situation dans le monde

L'ILL reste la source neutronique de référence au niveau mondial (domaines scientifiques couverts, performances de la source et des instruments). La concurrence des nouvelles sources neutroniques à spallation (USA et Japon) ne se fera sentir que vers 2012-2015. Au niveau européen, l'installation allemande de Munich (FRM-2) monte en puissance; il s'agit du seul réacteur de recherche avec faisceaux de neutrons récent en Europe. Une source à spallation européenne est en projet dans la roadmap ESFR pour démarrer vers 2017-2020 avec un recouvrement de fonctionnement avec l'ILL. La durée de vie technique de l'ILL va bien au-delà de 2025.

Budgets

Budget annuel : 78,5 M€ (Participation française : 26 M€).

Partenaires : France (CNRS et CEA à parts égales) 34%, Allemagne (*Forschungszentrum Jülich*) 33%, Royaume-Uni (STFC) 33%. S'y rajoute la contribution des partenaires associés.

www.ill.eu

²³ Cf. fiche correspondante

LCMI (GHMFL) - Laboratoire des champs magnétiques intenses

Nature de la TGI

Plateforme d'expérimentation sur l'utilisation des champs magnétiques statiques intenses.

Localisation : Grenoble.

Projet de regroupement avec le LNCMP²⁴ (Laboratoire National des Champs Magnétiques Pulsés de Toulouse).



Description et objectifs scientifiques

Le LCMI offre à ses utilisateurs, internes et externes, la possibilité de réaliser sous très hauts champs magnétiques, des expériences de transport, d'aimantation, d'optique, de résonance, essentiellement dans le domaine de la matière condensée. Ceci concerne les domaines des semiconducteurs, des métaux, de la supraconductivité et du magnétisme quantique et moléculaire. Le LCMI dispose de :

- 8 aimants en fonctionnement (6 aimants 10MW et 2 aimants 20 MW)
- une instrumentation adaptée à ces aimants et en particulier des dispositifs de RMN et de RPE, pouvant travailler à très basses températures en dilution.
- un aimant hybride 40 Teslas (aimant supraconducteur et aimant résistif).
- une station RMN haute résolution (Giga-RMN).

Retombées et impacts

La production scientifique du LCMI se traduit par un nombre de publications excédant la centaine en moyenne durant les dix dernières années.

Situation dans le monde

Le LCMI est le plus important laboratoire de champs magnétiques statiques en Europe, et le deuxième au monde après le laboratoire de Tallahassee en Floride.

Il existe dans la liste ESFRI, un projet de structure européenne²⁵ pour les champs magnétiques intenses *European Magnetic Field Laboratory* (EMFL), qui regrouperait les laboratoires de Toulouse (LNCMP), de Nimègue (HFML), de Grenoble (LCMI) et de Dresde (HLD).

Par ailleurs, les projets d'upgrade de l'ESRF et l'ILL (ESFRI) envisagent un partenariat avec le LCMI sur les champs intenses²⁶.

Communauté scientifique concernée :

Physique et physico-chimie.

Le LCMI offre en moyenne 4000 heures d'aimants utilisées à 36 % pour la recherche interne et 64 % par des utilisateurs externes. Sur 130 expériences réalisées : 110 le sont sur les aimants résistifs et 20 sur les aimants supraconducteurs.

Budgets

Le budget de fonctionnement, porté par le CNRS, est d'environ 4,2 M€.

<http://ghmfl.grenoble.cnrs.fr/>

²⁴ Cf. fiche correspondante

²⁵ Cf. fiche EMFL

²⁶ Cf. fiche Magnétisme

LNCMP - Laboratoire National des Champs Magnétiques pulsés

Nature de la TGI

Installation pour la génération et l'utilisation de champs magnétiques pulsés.

Localisation : Toulouse.

Conception et début des constructions en 1991. Nouveau bâtiment et nouveau générateur en 2000.

Projet de regroupement avec le LCMI²⁷ (Laboratoire des Champs Magnétiques Intenses de Grenoble) et de participation à EMFL²⁸, inscrit dans la *roadmap* d'ESFRI.



Description et objectifs scientifiques

Le LNCMP offre à ses utilisateurs, internes et externes, la possibilité de réaliser sous très hauts champs magnétiques transitoires, des expériences en chimie, physique et sciences appliquées. Les recherches se développent autour de deux grands axes principaux : la structure électronique et magnétique de la matière (molécules, semi-conducteurs, supra-conducteurs...) et l'étude des solides soumis à de forts champs magnétiques.

Le LNCMP dispose de 10 sites de mesures. Les bobines standards peuvent fournir des champs jusqu'à 62 Teslas, avec des impulsions de 50 ms. Un aimant de 77 Teslas est utilisable dans certaines conditions. Le LNCMP est en train de construire une installation qui permettra de générer un champ de 300 Teslas pendant 5 μ s.

Retombées et impacts

Environ 40 publications par an dans des revues internationales à comité de lecture.

Situation dans le monde

Hors Europe, les laboratoires concurrents sont aux Etats-Unis (NHMFL à Tallahassee et Los Alamos), au Japon (ISSP à Tokyo) et bientôt à Wuhan (Chine).

L'accès à l'installation du LNCMP est géré en commun avec le High Field Magnet Laboratory (Nimègue, Pays Bas), le Hochfeld Labor Dresden (Allemagne) et le Pulsvelde Laboratorium (Louvain, Belgique), dans le cadre d'un I3, EuroMagNET. Un nouvel I3, EuroMagNet II en préparation, incluant le LCMI de Grenoble.

Communauté scientifique concernée :

Physique, chimie. Les utilisateurs viennent d'Europe, des Etats-Unis, du Canada et du Japon.

70 propositions d'expériences par an, taux d'acceptation 90%.

Personnel sur site : environ 40 personnes.

Budgets

Le budget de fonctionnement, porté par le CNRS, est d'environ 3 M€.

www.lncmp.org

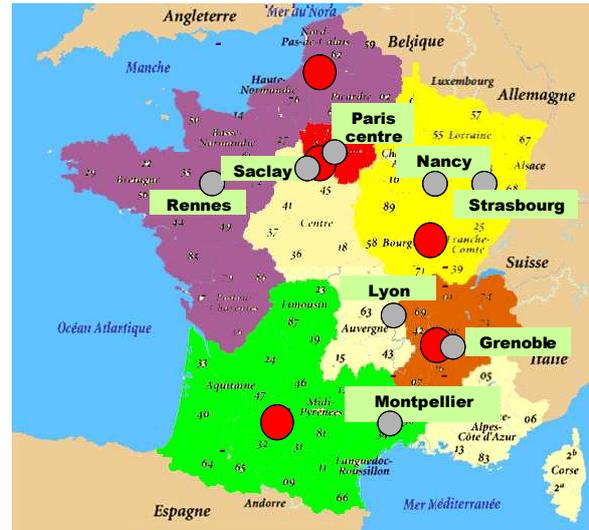
²⁷ Cf. fiche correspondante

²⁸ Cf. fiche EMFL

Réseau national de centrales de nanotechnologies

Nature de la TGI

Infrastructure distribuée avec une coordination nationale composée des sept grandes centrales de nanosciences-nanotechnologies réparties sur cinq sites, à Grenoble, Toulouse, Lille, Besançon et dans le sud de l'Île-de-France et des 7 centrales de proximité (Paris-centre (ENS, ESPCI, Paris VI, Paris VII), SPEC CEA-SACLAY, MINALOR-IPCMS Nancy-Strasbourg, NANOFAB Grenoble, INL Lyon, Montpellier, Foton Rennes)



Description et objectifs scientifiques

Depuis 2003, la France a mis en place un ensemble de dispositifs visant à promouvoir la recherche et l'innovation dans le secteur des nanosciences et des nanotechnologies. Il est basé sur un réseau de grandes centrales permettant de développer l'intégralité d'une filière, de centrales dites de proximité permettant d'initier des recherches plus flexibles et souvent très innovatrices. Par ailleurs des groupements régionaux et interrégionaux de recherche harmonisés au niveau national par le CNRS et appelés CNANO permettant de créer des liens et une synergie entre laboratoires.

Retombées et impacts

Cette structuration, initiée à partir des secteurs de la physique et celui de la nanoélectronique, est unique en Europe. Elle a permis et permet encore de maintenir voire d'amplifier une recherche académique et/ou fondamentale de qualité. A noter que certains grands instruments nationaux, principalement utilisés pour la caractérisation des matériaux, développent actuellement une offre spécifique pour ces nanotechnologies. On peut d'ailleurs prévoir que les quelques sites français notamment Orsay-Saclay-Palaiseau et Grenoble dédiés aux nanosciences et nanotechnologies tireront avantage de ce réseau national pour favoriser les transferts technologiques avec le lancement du projet « NanoInnov ».

Communauté scientifique concernée

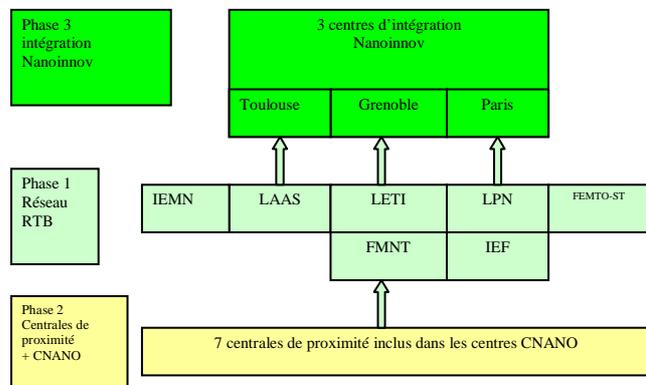
243 laboratoires et 5530 personnes dont 3340 ingénieurs, chercheurs et enseignants-chercheurs animés par les 6 groupements CNANO nationaux.

Budgets

Budget annuel de 23 M€ dont (20 M€ pour les grandes centrales, 2 M€ pour les centrales de proximité et 1 M€ pour les groupements CNANO).

<http://www.nanomicro.recherche.gouv.fr/>

Evolution des centrales de technologies en France



Réseau des RMN à très haut champ

Nature de la TGI

TGI distribuée constituée par la fédération des RMN à très hauts champs magnétiques de Gif-sur-Yvette, Grenoble, Lille, Lyon et Orléans.

Description et objectifs scientifiques

La résonance magnétique nucléaire (RMN) utilise le couplage entre le moment magnétique du noyau des atomes et un champ magnétique externe. La mesure des résonances donne des informations sur l'environnement des noyaux, la structure des molécules et leur répartition. Elle est utilisée pour les milieux solides et liquides, pour la chimie, la biologie et l'imagerie médicale (IRM).

La RMN est devenue une technique très importante pour la détermination de la structure tridimensionnelle des macromolécules biologiques. La capacité de caractériser à la fois la structure et la dynamique de ces molécules a fait de la RMN un outil essentiel pour comprendre les processus biologiques.

Les très hauts champs magnétiques conduisent aux appareils les plus performants mais aussi les plus coûteux. Les quelques laboratoires qui ont ces instruments haut de gamme proposent l'accès à leurs installations, accompagné d'une expertise scientifique. La fédération oriente les utilisateurs, coordonne la complémentarité des partenaires et l'optimisation des investissements.



Retombées et impacts

Grâce à leurs performances uniques, les RMN à hauts champs permettent l'analyse d'échantillons dilués comme les prélèvements biologiques (cancer, déficiences rénales ou hépatiques...), environnementaux (compréhension de systèmes naturels complexes), les protéines insolubles ou membranaires (biologie fonctionnelle).

Des retombées sont attendues pour le développement de molécules pharmaceutiques. Collaboration existante avec la société européenne Bruker-Biospin, leader mondial dans le domaine des RMN-HC.

Situation dans le monde

Participation à l'I3 européen « EU-NMR ».

Le centre RMN de Lyon accueillera le premier spectromètre 1 GHz (1000 MHz) au monde.

Une trentaine de spectromètres 900 MHz sont actuellement en service dans le monde dont environ 15 aux USA et 6 en Europe (dont 4 en Allemagne). Le premier 950MHz est en fonctionnement en Allemagne (Francfort) ; un second est en cours de livraison aux USA.

Communauté scientifique concernée :

Chimie, sciences du vivant, physique, plus d'une centaine de chercheurs utilisateurs.

Budgets

Récentes acquisitions (Orléans, Lille, Lyon) : 15M€

Budget de fonctionnement annuel : autour de 5 M€

<http://tgermn.cnrs-orleans.fr/>

Grandes souffleries pour l'aéronautique et le spatial

Nature de la TGI

Ensemble des grandes souffleries: la soufflerie européenne ETW (*European Transonic Windtunnel* à Cologne), les souffleries CEPRA19 (Centre d'Essais CEPr à Saclay), F1 et F4 (Centre d'Essais ONERA du Fauga-Mauzac à Toulouse), les laboratoires d'aérothermodynamiques de l'ONERA/Palaiseau et les grandes souffleries de l'ONERA à Modane: S1-MA, S2-MA et TURMA.



Description et objectifs scientifiques

Les souffleries servent à simuler les conditions aérodynamiques d'un déplacement dans l'air ou à tester des moteurs d'avions dans des conditions semblables à celles qu'ils rencontreront en vol (arrivée de l'air à des pressions et des températures très particulières). Le fait que ces mesures soient faites au sol permet d'obtenir des mesures très précises et plus complètes que celles qu'on pourrait avoir en conditions réelles et d'explorer des conditions limites proches de l'accident.

Ces études permettent la compréhension des phénomènes physiques et leur modélisation pour les centres de recherche tout comme la validation de concepts et de performances pour les industriels.

L'ONERA (Office national d'études et recherches aérospatiales) gère les grandes souffleries françaises et il est le partenaire français dans la société exploitant l'ETW (*European Transonic Windtunnel*), ce qui assure la cohérence dans l'offre faite aux chercheurs comme aux industriels.

Retombées et impacts

Les impacts portent sur les thèmes majeurs de la réduction du bruit et des émissions polluantes, de la sécurité des aéronefs et la poursuite des recherches visant à accroître les performances et la compétitivité des avions, des véhicules, des hélicoptères et des lanceurs spatiaux.

Situation dans le monde

Les travaux sur les souffleries répondent aux grands enjeux sociétaux : développer la compétitivité industrielle, protéger l'environnement et renforcer la sécurité. Il existe de par le monde d'autres souffleries équivalentes, mais les besoins liés à la souveraineté nationale impliquent le maintien de ces infrastructures françaises ou européennes.

Communauté scientifique concernée :

150 chercheurs en Europe, de nombreux ingénieurs du monde industriel.

Budgets

Budget annuel des grandes souffleries françaises : 32 M€.

<http://www.onera.fr/gmt/souffleries/>, <http://www.ixarm.com/Fiche-industrie-de-DGA-CEPr>

GENCI- Grand équipement national pour le calcul intensif

Nature de la TGI

Maîtrise d'ouvrage nationale pour le calcul intensif.

Localisation : Paris.

La société civile GENCI, créée le 27 avril 2007, est détenue à 50% par l'Etat représenté par le Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, 20% par le CEA, 20% par le CNRS et 10% par les Universités.



Description et objectifs scientifiques

GENCI a été créée pour harmoniser la politique nationale dans le domaine du calcul à haute performance et optimiser la politique d'investissement des organismes dans ce domaine. Elle s'appuie sur les centres nationaux (CINES, IDRIS et CCRT) qui ont un rôle de maîtrise d'œuvre des équipements²⁹.

Elle a cinq missions :

- Promouvoir l'utilisation de la modélisation, de la simulation et du calcul intensif dans la recherche fondamentale et dans la recherche industrielle ;
- Promouvoir l'organisation d'un espace européen du calcul intensif et participer à ses réalisations ;
- Mettre en place et assurer la coordination des principaux équipements des grands centres nationaux civils dont elle assure le financement et dont elle est propriétaire ;
- Faire exécuter tous travaux de recherche nécessaires au développement et à l'optimisation des moyens de calcul ;
- Ouvrir ses équipements à toutes les communautés scientifiques intéressées, académiques ou industrielles, nationales, européennes ou internationales.

Situation dans le monde

GENCI représente la France dans le projet PRACE³⁰, *Partnership for Advanced Computing in Europe*, projet de coopération européenne dans le domaine des supercalculateurs.

Communauté scientifique concernée

Toutes les communautés utilisatrices du calcul à hautes performances.

Budgets

Entre 2007 et 2009 : budget total annuel de 25 M€.

www.genci.fr

²⁹ Cf. fiches suivantes.

³⁰ Cf. fiche correspondante

Nature de la TGI

Centre informatique pour le calcul intensif et la gestion des données.

Localisation : Montpellier.

Description et objectifs scientifiques

Le CINES est l'un des trois centres de calcul à vocation nationale, à côté du CCRT (CEA) et de l'IDRIS (CNRS) mis à la disposition de la recherche académique civile.

Le CINES assure la maîtrise d'œuvre des services de calcul intensif financés par la société GENCI³¹. Cette mission est partagée avec les centres de calcul du CNRS (IDRIS) et du CEA (CCRT).

Communauté scientifique concernée

Toutes communautés utilisatrices du calcul intensif ou justifiant de besoins importants en termes de gestion, stockage et accès aux données.

Le CINES exploite des serveurs de calcul à haute performance et mène aussi une activité très importante d'archivage pérenne pour les données de la communauté scientifique, en particulier en sciences de la vie et pour les sciences de l'homme et de la société.

Le CINES avec son service de visualisation scientifique offre également à ses utilisateurs la possibilité de représenter les résultats de leurs calculs par des séquences animées.

Budget

Environ 3 M€/an

www.cines.fr



³¹ Cf fiche GENCI

IDRIS - Institut du développement et des ressources en informatique scientifique

Nature de la TGI

A la fois centre de ressources informatiques et pôle de compétences en calcul intensif de haute performance, l'IDRIS est une unité propre de service du CNRS rattachée au département des Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication (ST2I).



Localisation : Orsay.

Description et objectifs scientifiques

L'IDRIS assure la maîtrise d'œuvre des services de calcul intensif financés par la société GENCI (voir fiche). Cette mission est partagée avec les centres de calcul de l'enseignement supérieur (CINES) et du CEA (CCRT).

L'IDRIS est également le nœud français du projet européen DEISA (« *Distributed European Infrastructure for Supercomputing Applications* » www.deisa.org) qui interconnecte via l'infrastructure GEANT, les principaux centres de calcul pour la recherche en Europe, pour fournir une capacité de calcul non disponible à l'échelon national.

Communauté scientifique concernée

Toutes communautés utilisatrices du calcul intensif, de la gestion de grandes quantités de données ou des outils de visualisation avancée.

Budget

Fonctionnement moyen : 4,7 M€/an.

www.idris.fr

CCRT- Centre de calcul pour la recherche et la technologie

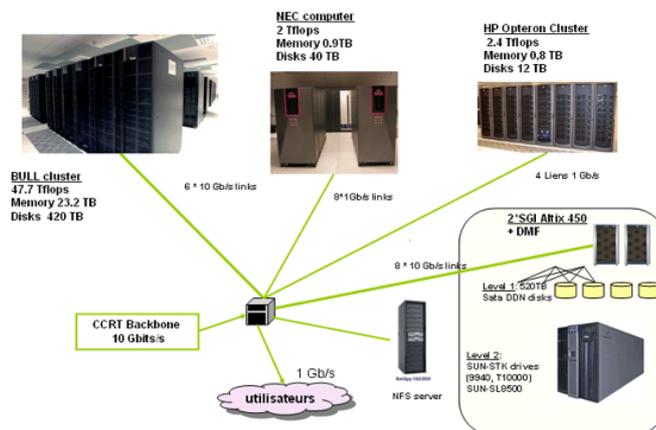
Nature de la TGI

Centre de calcul du CEA : calcul intensif et traitement des données.

Localisation : Bruyères le Chatel.

Description et objectifs scientifiques

Le CCRT assure la maîtrise d'œuvre des services de calcul intensif financés par la société GENCI³². Cette mission est partagée avec les centres de calcul du CNRS (IDRIS) et de l'enseignement supérieur (CINES).



Ses missions sont de :

- Répondre aux besoins de ses partenaires en matière de grandes simulations numériques.
- Créer une synergie entre la recherche, le monde académique et le monde industriel en favorisant les échanges et les collaborations scientifiques entre partenaires.

Communauté scientifique concernée

Toutes communautés utilisatrices du calcul intensif internes au CEA. Par ailleurs, le CEA/CCRT anime également un consortium d'industriels et d'acteurs en dehors de la tutelle du MESR, utilisateurs du calcul intensif comme SNECMA/SAFRAN, TechSpace-Aéro, Turboméca, EDF, CERFACS, ONERA et EADS-Astrium.

Budgets

Entre 2007 et 2009 : chiffres non disponibles

<http://www-ccrt.cea.fr/>

³² Cf fiche GENCI

Centre de calcul IN2P3-IRFU

Nature de la TGI

Centre de calcul de l'IN2P3 (CNRS) et de l'IRFU (CEA).

Localisation : Lyon

Description et objectifs scientifiques

Installé depuis 1986 sur le domaine scientifique de la Doua (69 - Lyon Villeurbanne), le Centre de Calcul de l'Institut National de Physique Nucléaire et de Physique des Particules (CC-IN2P3) est spécialisé dans la fourniture de services informatiques nécessaires à l'analyse et à l'interprétation des processus fondamentaux de la physique subatomique.

Le caractère indéterministe de la physique subatomique requiert l'analyse statistique de milliards d'interactions entre particules afin d'étudier les processus fondamentaux. D'un point de vue informatique, cette analyse suppose le transport, le stockage et le traitement d'énormes quantités de données.

Le CC-IN2P3 a développé une expertise technique de pointe dans les domaines suivants :

- Calcul et traitement de données
- Stockage
- Réseaux et télécoms
- Support aux utilisateurs
- Systèmes d'information et de communication

Retombées et impacts

Le CC-IN2P3 a également ouvert ses portes aux astrophysiciens (qui occupent aujourd'hui près de 40% des ressources informatiques du centre) et récemment, aux biologistes, dont les besoins sont proches de ceux de la physique subatomique.

En parallèle, le CC-IN2P3 a développé une expertise dans les technologies de grille informatique (*grid computing*) et est devenu aujourd'hui un acteur majeur du dispositif en France.

Situation dans le monde

Grâce à son expertise et à son savoir-faire technologiques, le CC-IN2P3 répond ainsi aux besoins informatiques de plus de 2500 personnes et participe à une cinquantaine d'expériences d'envergure dans les domaines de la physique des particules, de la physique des astroparticules, de la physique hadronique et de la matière nucléaire.

Actuellement, les efforts de la communauté de physique portent essentiellement sur les grilles de calcul et de données. Celles-ci sont développées et déployées dans le cadre de projets soit nationaux, soit européens (EGEE) ou pour les besoins d'expériences mondiales futures (LHC au CERN).

Communauté scientifique concernée

Physique sub-atomique, support (centre Tier-1) pour l'exploitation des résultats des expériences du LHC.

Budget

Fonctionnement : 3,4 M€ (valeur 2006)

<http://www.in2p3.fr>



RENATER

Nature de la TGI

GIP en charge du Réseau national de télécommunications pour la technologie, l'enseignement et la recherche. Les membres du groupement sont : MESR, MEN, CNRS, CEA, CNES, INSERM, INRIA, INRA, IRD, CIRAD, CEMAGREF, BRGM.

Description et objectifs scientifiques

Doter la communauté scientifique d'une infrastructure de communication performante et adaptée à ses besoins spécifiques, interconnectée avec tous ses homologues en Europe et dans le monde.

Intérêt pour la France : nécessité de cette infrastructure pour le support de toutes les disciplines scientifiques et participation à l'Espace Européen de la Recherche via le réseau GEANT.

Intérêt pour les organismes : mutualisation des coûts et garantie de disposer d'un outil de communication à la pointe des technologies.

Description sommaire : réseau d'interconnexion (backbone) de couverture nationale qui fédère l'ensemble des réseaux de collecte locaux (régionaux, métropolitains, de campus, etc.). RENATER donne accès aux autres réseaux recherche dans le monde, ainsi qu'à l'Internet. Environ 1000 sites sont physiquement raccordés sur RENATER ou sur un de ses réseaux de collecte.

Retombées et impacts

Moteur pour le développement technologique dans le domaine des télécommunications et des services et support pour la R&D industrielle et le transfert de technologies.

RENATER est également l'infrastructure de support pour tous les projets d'interconnexion de grilles (production et recherche) et de centres de calcul à haute performance.

Situation dans le monde

RENATER est l'interface et le représentant français dans le consortium GEANT, qui est le réseau pan-européen pour la recherche.

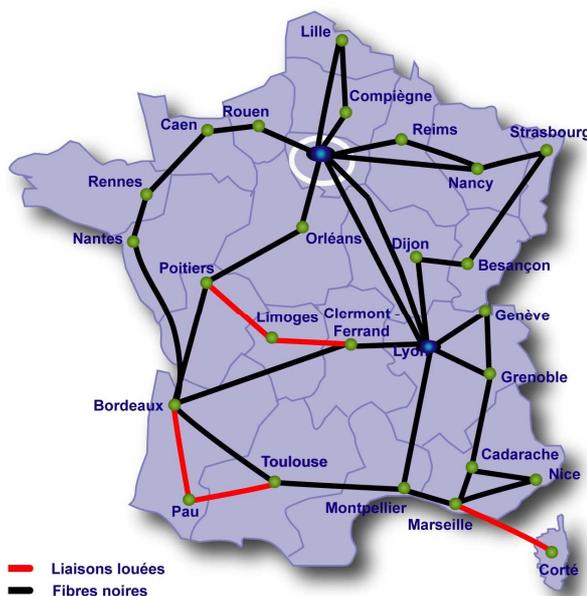
Communauté scientifique concernée

Toutes les communautés scientifiques.

Budget

Fonctionnement : 24 M€

<http://www.renater.fr>



Nature de la TGI

Infrastructures de support pour la biologie structurale.

Localisation : IGBMC à Strasbourg et PBS à Grenoble. Un troisième pôle est en émergence en Ile-de-France autour du synchrotron Soleil et de la source de neutrons du LLB*.

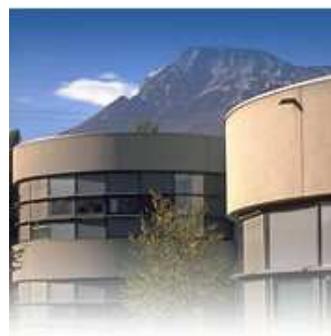
Ces composantes représentent la participation française dans le projet INSTRUCT, inscrit dans la *roadmap* ESFRI.



Cristaux de protéines obtenus en plaques 06 puits.

Description et objectifs scientifiques

Les infrastructures de recherche pour la biologie structurale s'appuient sur les deux centres qui s'efforcent d'intégrer des approches réellement multidisciplinaires. Pour Strasbourg, le CEBGS-CBI s'oriente résolument vers la biologie intégrative et systémique pour la détermination des structures tri-dimensionnelles et de la dynamique de molécules *in-situ*. Pour cela, la priorité est donnée aux outils d'imagerie multi-échelles et à l'exploration fonctionnelle à très haut débit.



A Grenoble, le partenariat en biologie structurale (EMBL-Grenoble, ESRF, ILL, IBS) met résolument l'accent sur la disponibilité conjointe d'instruments d'exploration complémentaires que sont le rayonnement synchrotron, la diffraction neutronique, la cristallographie et la RMN, pour passer du gène à la structure de façon robotisée et miniaturisée.

Retombées et impacts

De façon non exhaustive, la biologie structurale permet l'étude de maladies affectant le système nerveux central, ou de maladies métaboliques comme l'obésité et le diabète, des maladies génétiques ainsi que le cancer. Par ailleurs la mise en place d'outils de traitement à haut débit comporte un très fort potentiel de retombées technologiques.

Situation dans le monde

Les deux pôles bénéficient d'une reconnaissance scientifique mondiale.

Communautés scientifiques concernées

L'ensemble des communautés de biologie.

Plusieurs centaines de chercheurs sont utilisateurs de l'une ou l'autre des composantes de cette infrastructure de recherche.

Budget

Budget annuel : entre 4 et 5 M€/an

www.ibs.fr; www.igbmc.fr; www.esrf.fr; www.ill.fr; www.uvhci.fr

* Voir fiches correspondantes pour SOLEIL et LLB

Laboratoire de haute sécurité P4

Nature de la TGI

Le laboratoire P4 Jean Mérieux/INSERM est un centre d'études et de recherches classé NSB4 (niveau de sécurité biologique 4).

Localisation : Lyon.

Description et objectifs scientifiques

Cette infrastructure de recherche répond au double impératif de préserver les chercheurs contre tous les risques d'infections et d'assurer une protection totale de l'environnement. C'est un laboratoire en dépression par rapport au milieu extérieur afin que les agents infectieux ne puissent pas "s'échapper", l'air rejeté est filtré, et, à l'intérieur, le personnel se déplace dans des combinaisons semblables à celles utilisées dans l'industrie nucléaire.

Les missions de l'infrastructure sont :

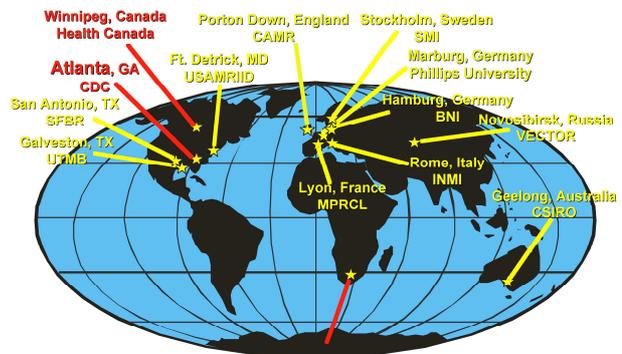
1. une mission de santé publique ;
2. une mission de diagnostic et de surveillance des agents pathogènes "spéciaux" connus ou nouveaux, naturels ou liés à la malveillance (bioterrorisme) ;
3. une mission d'accueil d'équipes scientifiques ;
4. une mission de gestion de la collection nationale des agents pathogènes spéciaux ;
5. une mission de participation aux relations internationales entre les pays disposant de P4, ou désirant travailler en liaison avec le P4 français.



Retombées et impacts

Coopérations diverses: CNR Myxovirus Sud, CNR Paramyxovirus, CNR Fièvres Hémorragiques Virales...

Il collabore avec nombre d'équipes scientifiques européennes ou américaines : échange d'informations, de réactifs et de germes dans le respect des règles de biosécurité, en particulier celles proposées par l'AFNOR, l'AFSSAPS, l'OCDE (NF en ISO/CEI 17 025).



Situation dans le monde

Actuellement il existe moins de 10 laboratoires de ce type au monde, la plupart étant situés aux USA. Une inscription dans la *roadmap* ESFRI est en cours de traitement.

Communauté scientifique concernée

Recherche sur les maladies infectieuses.

Budget

Budget annuel : 2 M€/an

www.cervi-lyon.inserm.fr ; <http://asso.orpha.net/HBSL/>

CRB - Centres de ressources biologiques - Biobanques

Nature de la TGI

Collections de produits biologiques mis à la disposition des activités de recherche en SDV, sous tutelles diverses : INSERM, CNRS, INRA, universités, hôpitaux, INCa, agences réglementaires (AFSAPPS, Biomédecine, HAS), Fédération hospitalière, FNCLCC, APHP, Institut Pasteur, AFM, LEEM...



Localisation : Infrastructure distribuée en France. Participation française (INSERM) au projet BMMRI (ESFRI) pour les biobanques en santé, et à EBMRC (ESFRI) pour les ressources biologiques marines.

Description et objectifs scientifiques

Les centres de ressources biologiques regroupent des collections organisées d'échantillons biologiques annotés d'origine humaine et microbienne (prélèvements sanguins, ADN, tumorothèques, cellules...). Ces centres assurent quatre fonctions principales : recueillir les échantillons, les conserver, les transformer et les distribuer. Les CRB réunissent :

- des collections de travail et de service qui répondent à des objectifs de recherche de projets spécifiques, dans les domaines de la santé et de la microbiologie ;
- des sites conservatoires réunissant des collections patrimoniales de référence (collections nationales, ADN rares, tumeurs...).

Retombées et impacts

Les objectifs de développement de cette TGI sont :

- la mise à disposition pour la recherche de collections annotées dont l'assurance-qualité est garantie ;
- la certification des collections ;
- le développement d'un réseau européen des biobanques, en s'appuyant en particulier sur la mise en place de l'infrastructure BMMRI *European bio-banking and biomolecular Resources* ;
- la normalisation des procédures, en particulier celles de transformation des échantillons en produits dérivés, en partenariats avec les principales collections européennes ;
- la valorisation des collections, la mise à disposition pour la R&D académique et industrielle (biomarqueurs, cibles thérapeutiques, médecine personnalisée).

Communautés scientifiques concernées

L'ensemble des communautés de recherche en sciences du vivant. Plusieurs centaines de chercheurs sont utilisateurs de l'une ou l'autre de ces infrastructures de recherche. La concertation nationale sur les CRB est coordonnée par le Comité consultatif pour les ressources biologiques (CCRB).

Budget

Budget annuel : 7 M€/an

www.inserm.fr/fr/inserm/infrastructures/crb/
<http://www.biobanks.eu/>

NeuroSpin – Plateforme de neuro-imagerie par IRM à très haut champ

Nature du TGI

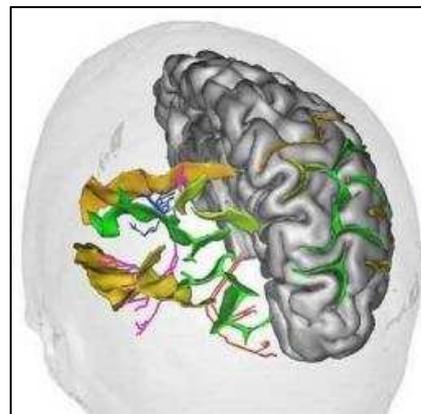
Infrastructure de neuro-imagerie ouverte le 1^{er} janvier 2007.

Localisation : Saclay (CEA).

Description et objectifs scientifiques

NeuroSpin est une infrastructure de neuro-imagerie en champ intense qui met en œuvre des programmes de recherche destinés à comprendre le fonctionnement du cerveau humain, développer des outils de diagnostic et promouvoir des thérapeutiques innovantes des maladies neurodégénératives, cardiovasculaires, virales et oncologiques, développer des recherches en Hémato-Immunologie, assurer le lien avec les industriels des technologies de santé et en particulier apporter une aide aux industriels de l'imagerie et du médicament.

Le plateau technique comporte plusieurs IRM à très hauts champs, un électro encéphalographe, un magnétoencéphalographe, des outils d'analyse et de traitement d'images, des laboratoires spécialisés et des espaces cliniques et précliniques. Une recherche appliquée y est aussi conduite, par exemple l'utilisation expérimentale d'agents de contraste, de traceurs biologiques pour l'imagerie moléculaire, l'étude in vivo et in situ des mécanismes d'action des médicaments, le développement d'une nouvelle génération d'IRM à ultra hauts champs, de logiciels de neuro-imagerie, l'imagerie multimodale.



Retombées et impacts

Interactions fortes avec les industries du monde médical et de l'instrumentation : Guerbet, Siemens, Brucker, Alstom, Elekta/Neuromag... Complémentarité avec MIRCen, futur centre pré-clinique d'imagerie médicale. Participation au réseau thématique de recherche avancée « Ecole des nanosciences de Paris Ile-de-France ». Intégration au pôle de compétitivité Medicen. Participation au programme ISEULT/INUMAC dans le cadre d'une coopération franco-allemande. Fondateur de l'IFR 49 (institut fédératif de recherche).

Situation dans le monde

Intégré dans la feuille de route ESFRI via l'infrastructure de médecine translationnelle EATRIS. Participation à de nombreux programmes européens de recherche.

Communauté scientifique concernée

Neuroscientifiques, recherche médicale, cliniciens, physiciens en instrumentation, technologies IRM, mathématiciens. Environ 200 utilisateurs. Environ une centaine de personnes sur site.

Ouverture au secteur privé (Guerbet, Siemens...). 15 post-doc et 25 doctorants depuis le 01/01/2007.

Budgets

Coûts de construction : 52 M€. Coûts d'équipement : 21 M€.

Budget annuel : 14,5 M€.

<http://www-dsv.cea.fr/neurospin>

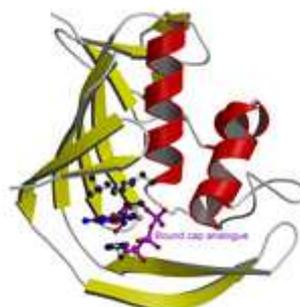
Nature de la TGI

Infrastructure multi-sites.

Localisation : siège à Heidelberg, laboratoires extérieurs répartis dans quatre pays (Allemagne, France, Royaume Uni, Italie).

Disciplines utilisatrices : biologie moléculaire.

Description sommaire : réseau de laboratoires et de services (banques de données, outils d'analyse et de recherche) en biologie moléculaire.



Description et objectifs scientifiques

Selon les termes de l'accord intergouvernemental l'ayant créé, "le Laboratoire encourage la coopération entre Etats européens dans la recherche fondamentale, la mise au point d'une instrumentation moderne et le développement de l'enseignement approfondi en biologie moléculaire ainsi que dans d'autres domaines de recherches essentiellement connexes; à cette fin, il concentre ses activités sur des tâches qui ne sont ni habituellement ni aisément effectuées dans les institutions nationales".

Retombées et impacts

Publications : sur la période 1992-2002, l'EMBL est le premier institut non américain en termes d'indicateurs de citations dans son domaine. En 2006, 437 publications dans des revues à comité de lecture en sont issues.

Brevets, partenariats industriels, emplois, création d'entreprises : environ 200 brevets, ainsi que 37 logiciels et banques de données protégés. L'ensemble est géré par EMBLEM (EMBL Enterprise Management), société de droit allemand (GmbH) créée en 1999, qui génère 2 M€ de recettes annuelles. Elle est à l'origine de la création par essaimage (*spin-off*) de dix entreprises entre 1997 et 2006.

Support enseignement universitaire : l'EMBL a créé un centre dédié à l'enseignement post doctoral : EICAT (EMBL Advanced Training).

Budget

Budget annuel : 81,2 M€ dont 13 M€ pour la part française.

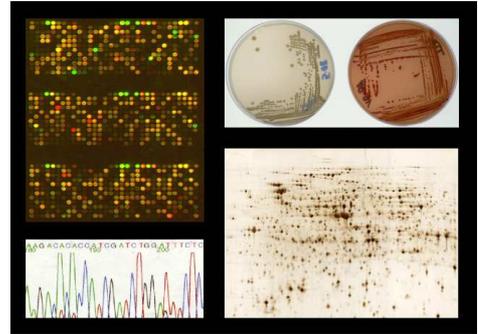
<http://www.embl.org>

Nature de la TGI

Équipement français constitué de deux plateformes en recherche en génomique : le CNS Centre National de Séquençage (Génoscope) et le CNG Centre National de Génotypage.

Le CNS a été créé en 1997. Le CNG en 1998. Les deux centres ont été rattachés au département des sciences du vivant du CEA.

Localisation : Evry



Description et objectifs scientifiques

Le Génoscope conduit les opérations de séquençage de l'ADN, c'est-à-dire l'acquisition et l'analyse de l'information génétique d'organismes divers.

Le Génoscope est à même de répondre aux besoins en séquençage à grande échelle de la communauté académique nationale. Il a ainsi pu séquencer les 87 millions de « lettres » du chromosome 14 humain dans le cadre de la participation française au projet « génome humain ». Récemment les activités du Génoscope se sont réorientées vers les domaines de la génomique de l'environnement et de la biodiversité.

Le Centre National de Génotypage (CNG) a pour objectif le développement et l'application du génotypage et des technologies génomiques, notamment pour l'identification de facteurs génétiques impliqués dans les maladies héréditaires. Les outils et le savoir-faire développés au CNG sont ainsi mis à la disposition des équipes scientifiques externes dans le cadre de coopérations scientifiques.

Retombées et impacts

Nombre de brevets : Génoscope : 2, CNG : 8.

Partenariats industriels : Roche diagnostics, Biogemma.

Communauté scientifique concernée

Biologistes, médecins, microbiologistes, agronomes, agro-industries.

Ouverture à des utilisateurs privés.

Budget annuel

Estimation 2008 : 33 M€

<http://www.genoscope.cns.fr> ; <http://www.cng.fr/fr/news/index.html>

RJH - Réacteur Jules Horowitz

Nature de la TGI

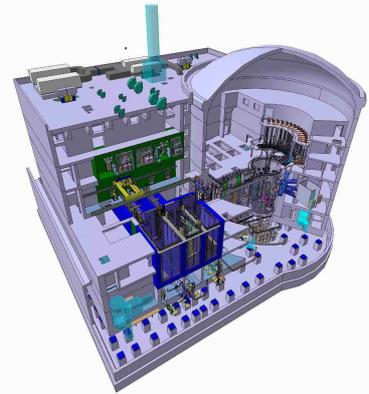
Réacteur de fission de 100 MWth. Installation ouverte à la collaboration internationale.

Localisation : Cadarache

Projet sélectionné dans la roadmap ESFRI.

Accord de consortium signé le 19/3/07 avec les premiers partenaires (République Tchèque, Espagne, Finlande, Belgique, Suède, Japon et Inde).

Le CEA assure la maîtrise d'ouvrage du projet, dont la phase de construction s'étalera de 2008 à 2014.



Description et objectifs scientifiques

Le RJH est un réacteur piscine de 100 MWth. Il est destiné à offrir, durant une grande partie du XXIème siècle, une capacité d'irradiations expérimentales de haute performance pour étudier le comportement des matériaux et combustibles sous irradiation, afin de contribuer à répondre aux besoins industriels et publics relatifs aux générations 2, 3 et 4 de réacteurs de puissance (réacteurs à eau pressurisée, à eau bouillante, à gaz, à sodium...) et aux technologies associées.

Si la mission première du RJH est l'expérimentation de matériaux et de combustibles pour l'énergie nucléaire, un important objectif complémentaire est la production de radio-isotopes pour les applications médicales. Le RJH permettra de satisfaire 25% des besoins européens, jusqu'à 50% si besoin.

Retombées et impacts

Optimisation du nucléaire industriel; production de radio-isotopes.

La phase de construction générera en moyenne de 100 à 300 emplois directs et de 300 à 1000 emplois indirects selon les phases du chantier. En phase d'exploitation, près de 150 personnes travailleront sur le RJH.

Communauté scientifique concernée

Energie nucléaire, médecine nucléaire.

Situation dans le monde

En Europe, les réacteurs d'irradiation en service (République Tchèque, Norvège, Suède, Pays-Bas, Belgique, Osiris en France) auront plus de 50 ans dans la prochaine décennie et seront progressivement mis à l'arrêt du fait de leur obsolescence.

Le RJH sera, dès 2014, un outil de recherche incontournable en Europe et dans le monde pour étudier les conditions d'optimisation de la durée de vie des réacteurs de génération actuelle, pour préparer les évolutions des réacteurs de 3^e génération et celles de leurs combustibles, et participer au développement de la 4^e génération, notamment pour étudier le comportement sous irradiation de matériaux de structure.

Budgets

Coût de construction 500 M€ (50% CEA, 20% EDF, 10% AREVA, 20% autres pays).

<http://www-cadarache.cea.fr/fr/entreprises/projets/rjh/>

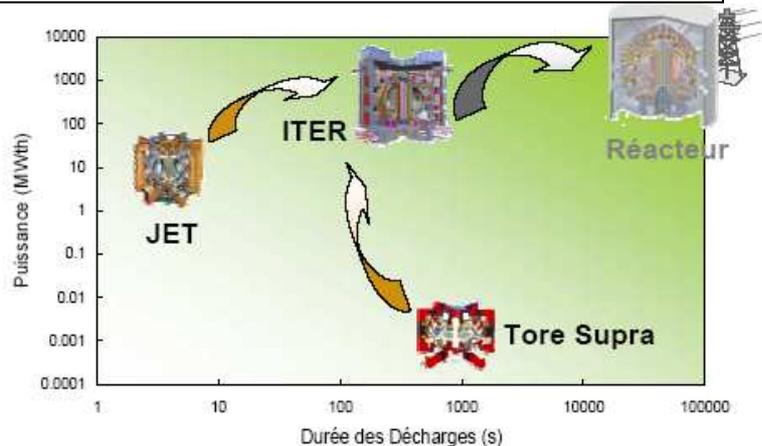
ITER - International Thermonuclear Experimental Reactor

Nature de la TGI

Équipement de recherche en fusion nucléaire contrôlée, sous la responsabilité de l'organisation internationale ITER.

Les partenaires du projet sont : l'UE représentée par EURATOM, le Japon, la Chine, l'Inde, la Corée, la Russie, les USA.

La mise en service du réacteur est prévue pour 2018.



Localisation : Cadarache

Description et objectifs scientifiques

ITER est un réacteur nucléaire à fusion par confinement magnétique, actuellement en construction. Destiné à démontrer la faisabilité scientifique et technique de la fusion nucléaire comme nouvelle source d'énergie, ITER aura une puissance de 500 MW. Il ne produira pas d'électricité mais servira à tester les technologies nécessaires au développement d'un futur réacteur expérimental de puissance équivalente à un réacteur industriel (projet DEMO).

Retombées et impacts

Il est prévu environ 3000 emplois indirects ou induits. Nombreux partenariats industriels pour l'équipement et la construction.

Situation dans le monde

ITER s'appuie sur les technologies déjà utilisées dans les tokamaks (DIII-D, EAST, TFTR, JET, JT-60, T-15, Tore Supra).

Environ 1000 personnes travaillent pour ITER.

Partenariat avec IFERC « *International Fusion Energy Research Center* ».

Budgets

Coûts de construction: 4,7 Md€ dont 2,4 Md€ pour l'Europe. La France prévoit, dans la phase de construction, de mettre sur l'ensemble du programme (ITER + approche élargie) 925 M€ sur 10 ans dont 407 M€ viendront des collectivités territoriales.

Coûts de fonctionnement annuel: 240 M€ (dont 19 M€ pour la France).

Mise à l'arrêt et démantèlement : 811 M€.

www.iter.org

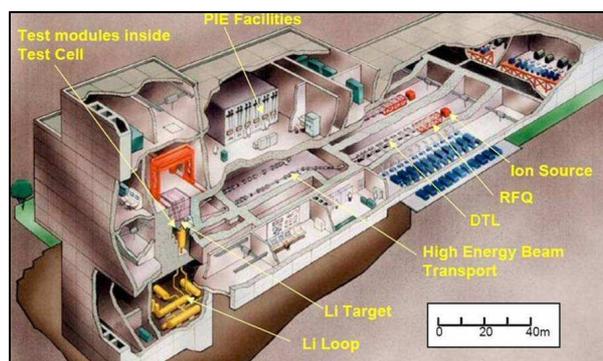
Nature de la TGI

Etude pilote de IFMIF, la future infrastructure d'irradiation de matériaux pour la fusion nucléaire.

Les activités, prévues sur une période de six ans (2007 à 2013), sont partagées entre l'équipe "projet", qui est basée à Rokkasho (Japon), et les groupes "systèmes" répartis entre l'Europe et le Japon.

Description et objectifs scientifiques

La future installation IFMIF (*International Fusion Materials Irradiation Facility*) est un outil d'irradiation qui vise à qualifier des matériaux avancés résistant aux conditions extrêmes, spécifiques des réacteurs de fusion qui succéderont à ITER. Il sera constitué de deux accélérateurs de deutons³³, délivrant en parallèle et en continu leurs faisceaux (d'une puissance totale de 10 MW) sur une source de lithium liquide, pour générer un flux intense de neutrons (10^{17} neutrons/s) de 14 MeV.



La phase d'étude, EVEDA (*Engineering Validation Engineering Design Activities*), a pour objectif de constituer un dossier d'ingénierie détaillé pour la construction d'IFMIF. Cette phase nécessite elle-même la construction de trois prototypes : un accélérateur, une cible lithium et des cellules de tests des matériaux. L'activité accélérateur d'EVEDA, coordonnée par le CEA est faite conjointement par le CEA/DSM (France), CIEMAT (Espagne) et INFN (Italie). EVEDA (prototype d'IFMIF) fait partie de l'approche élargie d'ITER, et la participation européenne est gérée par EURATOM.

Cet équipement s'inscrit dans le cadre des recherches relatives à la machine DEMO, qui devrait succéder à ITER.

Situation dans le monde

Accord international signé à Tokyo le 5 février 2007.

Partenaires : UE, Japon.

Communauté scientifique concernée

Communauté des chercheurs sur les matériaux. Lien avec ITER et avec l'AIE (agence internationale de l'énergie).

Budget

Budget global d'EVEDA: 150 M€

<http://www.frascati.enea.it/ifmif/>

³³ Le deuton est le noyau du deuterium, comprenant un proton et un neutron.

SPIRAL 2 - Système de production d'ions radioactifs en ligne

Nature de la TGI

Production et accélération d'ions radioactifs.

SPIRAL 2 est une infrastructure de recherche en construction inscrite dans la roadmap ESFRI. Le calendrier de mise en service est :

- 2012 : production de faisceaux stables ;
- 2013 : production des ions radioactifs.

Localisation : GANIL³⁴, Caen

Description et objectifs scientifiques

Le GANIL est un centre de physique nucléaire spécialisé dans l'étude du noyau atomique. Il est constitué de plusieurs cyclotrons, qui accélèrent les ions sur une trajectoire circulaire avant de les bombarder sur une cible de matière.

SPIRAL 2 est l'un des projets phares du GANIL : il consistera à fournir des faisceaux stables et radioactifs de haute intensité. Source de neutrons rapides (14 MeV) parmi les plus performantes au monde dans les dix années à venir, l'installation permettra de produire des noyaux « exotiques »³⁵ lourds riches en neutrons (ou en protons).

SPIRAL2 sera dédiée à la recherche fondamentale en physique (étude de la matière nucléaire) et astrophysique nucléaire. Elle sera utilisée également pour des applications multidisciplinaires comme l'étude des matériaux sous irradiation pour le domaine médical et celui de l'énergie.

Retombées et impacts

Nombreuses publications attendues.

Partenariats industriels : valorisation des faisceaux, pré-incubation, représentant une centaine de création d'emplois.

Situation dans le monde

SPIRAL 2 se situe à mi-chemin entre les installations existantes (REX ISOLDE, Oak Ridge) et EURISOL³⁵ qui est un projet européen.

Communauté scientifique concernée

Physique nucléaire, astrophysique, physique atomique, du solide, radiobiologie, physique appliquée.

Ouvert à la communauté internationale.

Fourniture envisagée de « jours-faisceaux » à des utilisateurs privés.

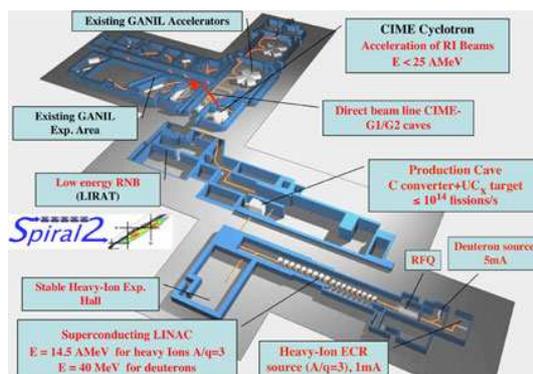
Budgets

Coûts de construction : 192 M€

Budget annuel prévisionnel : 16,5 M€

Opérateurs: CEA et CNRS

<http://www.ganil.fr/research/developments/spiral2/index.html>



³⁴ Cf. fiche correspondante

³⁵ Cf fiche EURISOL

FAIR - Facility for Antiproton and Ion Research

Nature de la TGI

Accélérateur d'ions lourds, de protons et d'antiprotons. Projet international dont la mise en exploitation est prévue à partir de 2013.

Localisation : Darmstadt (Allemagne).

Description et objectifs scientifiques

Projet d'accélérateurs multiples permettant de réaliser des faisceaux de particules allant des protons et antiprotons jusqu'aux ions uranium.



FAIR sera constitué d'un double synchrotron d'une circonférence d'environ 1,1 km. Cette installation produira des faisceaux d'ions d'une précision et d'une intensité extrêmes. L'exploitation en parallèle de ces faisceaux permettra à plusieurs communautés de physiciens d'utiliser l'équipement simultanément.

Des programmes de recherche pourront ainsi être menés dans les domaines de la physique hadronique (quarks, gluons...), de la physique nucléaire (protons, neutrons, ..), de la physique atomique et de la physique des plasmas. FAIR permettra ainsi d'étudier des sujets fondamentaux tels que la naissance et l'évolution de l'univers, l'origine de la matière.

FAIR a aussi pour ambition d'être un centre de formation d'excellence pour les nouvelles générations de scientifiques et d'ingénieurs en partenariat avec les universités partenaires.

Situation dans le monde

FAIR est l'un des projets de la feuille de route européenne ESFRI. Il s'inscrit en complémentarité du projet SPIRAL 2³⁶, porté par le GANIL, pour la partie basse énergie.

Communauté scientifique concernée

Ouvert à la communauté internationale.

Chercheurs utilisateurs : ~2500 en Europe et dans le monde.

Spectre d'utilisation : physique nucléaire, physique atomique, physique des plasmas, radiobiologie...

Budgets

Coût de construction: 1,2 Md€

Coût de fonctionnement annuel : environ 100 M€

Organismes concernés pour la France

CEA et CNRS

http://www.gsi.de/fair/index_e.html

³⁶ Cf. fiche correspondante

XFEL - European X-Ray Free-electron Laser

Nature de la TGI

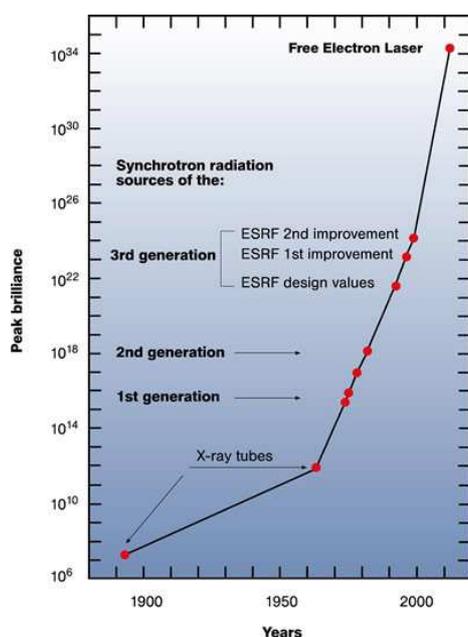
Laser à électrons libres utilisant un accélérateur linéaire. Projet européen, inscrit dans la *roadmap* ESFRI, dont le démarrage est prévu en 2013.

Localisation : Hambourg (Allemagne).

Description et objectifs scientifiques

XFEL est un accélérateur linéaire d'électrons de 2,1 km de long qui, en bout de course, permet de produire un rayonnement X de très haute énergie. Les électrons, portés à des énergies considérables, entre 10 et 20 milliards d'électronvolts, slaloment à l'intérieur d'un dispositif magnétique particulier, appelé onduleur, dans lequel ils émettent des rayons X ultrabrillants et ultrabrefs ayant toutes les propriétés d'un faisceau laser.

Ses caractéristiques en feront la source de rayons X la plus puissante au monde pour l'analyse du vivant et des matériaux :



- brillance exceptionnelle, dix mille fois supérieure en moyenne à celle des équipements actuels ;
- production de flashes de rayons X d'une durée de 100 femtosecondes ($100 \cdot 10^{-15}$ s) et d'une longueur d'onde nanométrique, permettant de 'filmer' des événements extrêmement rapides à l'échelle atomique.

L'enjeu est important en nanosciences, biologie et médecine. Les chercheurs pourront acquérir de nouvelles connaissances sur la structure de la matière, "filmer" des réactions chimiques, déchiffrer les détails atomiques des molécules étudiées et réaliser des "prises de vue tridimensionnelles" dans l'univers de l'infiniment petit.

XFEL permettra par exemple de mieux comprendre comment les molécules interagissent dans le corps, d'observer la progression d'une infection virale ou microbienne à l'échelle moléculaire afin de pouvoir fabriquer des médicaments plus performants. Il sera aussi possible d'améliorer les matériaux existants ou en créer de nouveaux grâce à une meilleure connaissance de leur composition à

l'échelle nanométrique.

Situation dans le monde

XFEL produira des photons à des énergies plus élevées que celles des synchrotrons comme SOLEIL et ESRF en France. Ses principaux concurrents sont LCS (USA) et SCSS (Japon), mais XFEL offrira des performances supérieures, principalement en taux de répétition.

Budget

Coût de construction: 1,2 Md€

Coût de fonctionnement annuel : environ 100 M€

www.xfel.eu

Nature de la TGI

Infrastructure laser ultra-intense et ultra-rapide pour des études en physique de l'interaction lumière-matière dans des domaines inexplorés (optique ultra-relativiste) et pour des sources secondaires ultra-brèves.



Localisation : ENSTA (Palaiseau)

Description et objectifs scientifiques

Le domaine des très hautes intensités laser (dizaines de terawatts) et des impulsions femtosecondes (10^{-15} s), voire attosecondes (10^{-18} s) est un des plus actifs de la physique et de l'optique moderne. Le projet ILE a pour premier objet de construire un laser de type nouveau qui sera 10 à 100 fois plus puissant que les existants. Il permettra une nouvelle physique de l'interaction laser-matière. Par ailleurs, les lasers actuels ont déjà prouvé qu'ils pouvaient produire en sources secondaires des faisceaux de rayons X ultra-brefs, des paquets d'électrons accélérés à plus de 300 MeV ou de protons à 30 MeV. 13 centres de recherche du plateau de Saclay participent à ce programme.

Retombées et impacts

Outre la progression des connaissances, ILE cible également deux enjeux sociétaux majeurs utilisant les sources secondaires produites: la santé (thérapies du cancer) et l'environnement (transmutation des déchets nucléaires). Sa visibilité mondiale devrait contribuer à accroître l'attractivité de l'Ile-de-France et y attirer des scientifiques de niveau mondial.

Le laser du projet ILE nécessite de nombreuses avancées technologiques qui devraient avoir un effet dynamisant sur les industriels de la région. La chaîne (fabricants, intégrateurs, utilisateurs/services distribution) des laséristes en Ile-de-France comprend 88 entreprises qui emploient 3800 salariés, avec une part importante de personnels hautement qualifiés sur des marchés à haute valeur ajoutée. On retrouve parmi ces acteurs des grands groupes (Thales, EADS,...) ainsi que des PME très innovantes (Quantel, Fastlite...).

Situation dans le monde

ILE sera un outil unique au niveau mondial et permettra à la France de reprendre une position de leader dans ce domaine. ELI (*Extreme Light Infrastructure*), dont ILE est le précurseur, est inscrit sur la roadmap d'ESFRI.

Communauté scientifique concernée

- La communauté des laseristes ;
- Les utilisateurs finaux : laboratoires et entreprises qui profiteront des applications visées par ILE comme la radiographie X, la radiothérapie X, l'hadronthérapie, l'étude du vieillissement des matériaux de réacteurs nucléaires, la transmutation de déchets nucléaires.

Budgets

Première phase: construction du laser 10 PW (1 petawatt = 10^{15} Watts) et de la première ligne expérimentale : 27,1 M€. Coût de fonctionnement estimé 4,3 M€/an.

Opérateurs: CNRS, ENSTA, EP, CEA, IOGS...

www.extreme-light-infrastructure.eu

PETAL - Petawatt Aquitaine Laser

Nature de la TGI

Projet français de laser intense coordonné par l'Institut Laser-Plasma (ILP) dont la mise en exploitation est prévue en 2010.

Localisation : LE BARP- CEA/CESTA (Gironde).

Description et objectifs scientifiques

Couplage dans une même chambre d'expérience d'un laser existant de forte **énergie** produisant des impulsions de l'ordre de la nanoseconde, la LIL (Ligne d'Intégration Laser)³⁷, avec un laser de forte **puissance** en cours de construction, le laser Petawatt. La LIL est constituée de quatre et bientôt huit faisceaux, et le Petawatt d'un seul faisceau.



Grâce au couplage entre la LIL et le laser Petawatt, PETAL permettra d'expérimenter de nouvelles techniques dans le domaine de la fusion nucléaire, notamment l'allumage rapide (pour déclencher la fusion des noyaux). Explorant ainsi de nouveaux concepts de fusion, il pourra ouvrir la voie au futur projet européen HIPER (sélectionné par ESFRI).

PETAL pourra en outre être utilisé pour la recherche dans les domaines de la physique des plasmas³⁸, la radiographie X ou Gamma, la radiographie par protons, la matière à hautes énergie et densité, l'astrophysique en laboratoire...

Retombées et impacts

40% des contrats sont passés au bénéfice des industries locales.

Situation dans le monde

Plusieurs lasers de type Petawatt existent dans le monde ou sont en projet, mais PETAL sera la première installation européenne couplant des lasers nanosecondes et picosecondes dans le régime du kJ. Le laser PHELIX en Allemagne s'en rapproche par le couplage d'un laser Petawatt avec un faisceau intense d'ions.

Communauté scientifique concernée

Personnel travaillant sur le site : vingt hommes/an.

Accès ouvert à la communauté internationale.

Ouverture envisageable à des utilisateurs privés.

Budget

Coûts de construction (hors coûts de personnels) : 66 M€ dont actuellement seuls 43 M€ sont assurés.

<http://petal.aquitaine.fr/>

³⁷ Cf. fiche LIL

³⁸ Un plasma est un ensemble de particules suffisamment excitées pour ne pas pouvoir se combiner de manière stable.

ILL/Millennium - Upgrade Institut Laue-Langevin (phases 1 et 2)

Nature de la TGI

Source de neutrons alimentant 35 instruments scientifiques d'étude de la structure et de la dynamique de la matière³⁹.

Localisation : Grenoble, (campus commun avec l'ESRF et le laboratoire français de l'EMBL).

Evolutions :

1999 : adoption du programme "millénium" (amélioration des performances instrumentales d'un facteur dix). Phase M0 lancée en 2000, terminée en 2008.

2002-2007 : programme "refit" (mise aux nouvelles normes de sécurité nucléaire).

2007-2012 : Phase M1 du Millenium Programme (décidée et commencée).

2013-2017 : Phase M2 du Millenium Programme (à décider). Ces deux phases sont inscrites sur la feuille de route 2007 de **ESFRI**.



Description et objectifs scientifiques

L'*upgrade* de l'ILL portera principalement sur l'optimisation de la source de neutrons et de ses modérateurs, la fourniture des faisceaux (guides et gaines) et sur l'instrumentation associée.

Retombées et impacts

En 2006, 639 publications par des membres chercheurs de l'ILL ou des utilisateurs. 76,8% des achats (sur un total de 27,2M€) sont effectués en France. Un quart des recherches effectuées à l'ILL a un lien direct avec des applications industrielles.

Situation dans le monde

La concurrence des nouvelles sources neutroniques à spallation (USA et Japon) ne se fera sentir que vers 2012-2015. Une source à spallation européenne (voir fiche ESS) devrait être envisagée pour démarrer vers 2017-2020 avec un recouvrement de fonctionnement avec l'ILL. Une fois le programme de mise à niveau de l'ILL (Millenium) achevé, la durée de vie technique de l'ILL va bien au-delà de 2025. Le programme de rénovation de l'ESRF prévoit la mise en service conjointe avec l'ILL d'un générateur de champ magnétique intense.

Budgets

Phase 1 approuvée. Total global 52 M€ + réacteur 39 M€; part française 25 M€.

Phase 2 non encore approuvée; 16 M€ global plus 14 M€ pour l'infrastructure du réacteur.

www.ill.eu

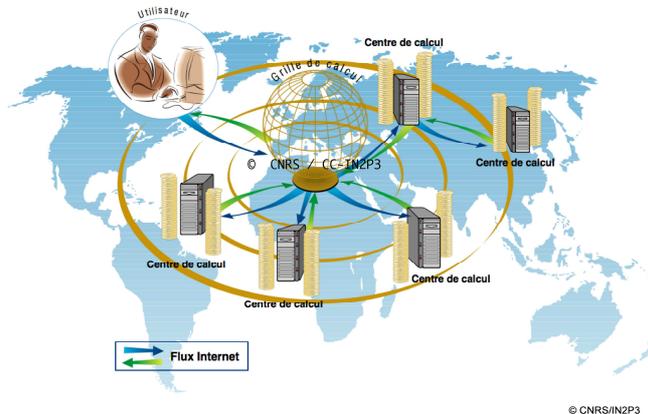
³⁹ Cf. Fiche ILL

Grille de production

Nature de la TGI

Infrastructure distribuée de moyens de calcul, stockage et traitement des données.

La structure de gouvernance de cet instrument est en cours de finalisation entre le CNRS, l'INRIA, le CEA, l'INRA, l'INSERM, les universités, le GIP RENATER et le Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche.



Il est attendu de nombreuses interactions/collaborations avec l'infrastructure Grille de recherche⁴⁰

Description et objectifs scientifiques

Instrument pluridisciplinaire permettant l'accès à des ressources informatiques de grande taille, distribuées sur l'ensemble du territoire national. Ce type d'infrastructure complète parfaitement les grands centres de calcul intensif. L'ensemble des disciplines scientifiques pourra en bénéficier, que ce soit pour la gestion de grands ensembles de données, que pour la création d'environnements de travail collaboratif, à l'exception sans doute des problèmes alliant une grande capacité de traitement à l'accès rapide à des grands volumes de mémoire, comme par exemple dans le cas de la climatologie, la mécanique des fluides et la fusion nucléaire.

Retombées et impacts

Le déploiement des grilles de production s'appuie essentiellement sur des ressources informatiques existantes dans les laboratoires, interconnectés par un réseau à haut débit. Cela permet de « consommer » de façon efficace toutes les ressources informatiques disponibles. Toutes les unités centrales mobilisables (plusieurs milliers), quels que soient leur type, leur nature ou leurs caractéristiques sont fédérées par une couche logicielle développée spécifiquement. Dans les cas particuliers de la France, l'intergiciel le plus répandu est gLite, développé initialement par la communauté de physique des particules (LCG : Grille de calcul du LHC).

Situation dans le monde

Les grilles de calcul sont maintenant développées dans le monde entier. Les différents intergiciels sont supposés interoperables (USG ou Globus aux USA, ARC dans les pays scandinaves, UNICORE dans DEISA, gLite en Europe ...).

Budgets

Le budget de fonctionnement d'une telle grille est d'environ 5 M€, correspondant à un remplacement par tiers des équipements sur un cycle de trois ou quatre ans.

<http://www.idgrilles.fr/spip.php?article44>

⁴⁰ Voir fiche correspondante

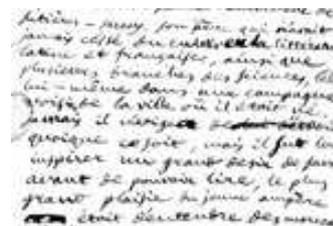
Nature de la TGI

Grand équipement du CNRS pour les sciences humaines et sociales.

Localisation : Distribué car essentiellement virtuel.

Description et objectifs scientifiques

Le TGE Adonis est un instrument destiné à permettre la production de connaissances nouvelles par la mise en œuvre, grâce au recours aux moyens qu'offrent les NTIC, d'un espace unique de navigation dans le document numérique. Il s'agit de mobiliser, à travers plusieurs outils fondés sur la recherche tant STIC que SHS, des données et des corpus en vue d'approches comparées fondées sur l'interdisciplinarité et l'interaction entre plusieurs communautés scientifiques (à un niveau national et européen). Le but est la constitution d'un espace de navigation, réunissant différents documents: thèses, revues, bases bibliographiques, sources auxiliaires (ouvrages-outils du type catalogues, actes de colloques, inventaires, publication de fouilles...), communication scientifique directe (littérature grise, épijournaux, thèses en ligne...).

**Retombées et impacts**

Cet instrument est une initiative du CNRS pour doter les SHS de nouveaux instruments de travail.

Situation dans le monde

L'ouverture internationale se fait principalement au travers de deux projets européens ESFRI : DARIAH et CLARIN, et via les collaborations de recherche des équipes SHS.

Communauté scientifique concernée

Grand équipement des SHS du CNRS, ADONIS a vocation à être multidisciplinaire. Il concerne tout particulièrement la linguistique, les sciences des textes, l'histoire, l'archéologie, la géographie et l'égyptologie.

Budget

Budget annuel : environ 2 M€/an

<http://www.tge-adonis.fr/>

Nature de la TGI

Centre d'aide à la production de données quantitatives pour l'économie, la sociologie, la démographie, les sciences politiques, le droit, la géographie et l'histoire.

Description et objectifs scientifiques

PROGEDO participe à des missions de collecte, de diffusion, de promotion, d'aide à la production et de préservation d'un vaste ensemble de données quantitatives pour les sciences de l'homme et de la société. Ainsi, il assure un accès contrôlé aux différentes données issues de la Statistique publique (INSEE, DARES, DEPP...), des enquêtes et recherches répondant à des objectifs scientifiques et des sondages d'instituts privés. Il permet la production d'enquêtes de sciences sociales notamment sur des grandes cohortes (ELFE/Étude longitudinale depuis l'enfance) ou des enquêtes européennes identifiées sur le roadmap ESFRI (ESS/*european social survey*, SHARE/*Survey of health, ageing and retirement in Europe*).



PROGEDO intervient en appui à la politique définie par le comité de concertation des données pour les sciences humaines et sociales (CCDHS) créé par décret du 12 février 2001 et doté d'un conseil scientifique indépendant. Il accompagne notamment la politique d'accès sécurisé aux données pour les SHS en accord avec l'INSEE.

Pour sa fonction de diffusion, PROGEDO s'appuie le réseau Quételet associant le CNRS, l'INED, l'EHESS, ENS, Sciences Po Paris et l'Université de Caen. Le réseau Quételet est le partenaire français du projet européen CESSDA/*Council of european social data archive*.

PROGEDO associe plusieurs établissements qui constitueront dès 2009 une association de préfiguration destinée à assurer la responsabilité globale du projet

Situation dans le monde

Centre de données destiné à jouer un rôle majeur au niveau international et à doter la France d'outils développés par l'UK *Data Archive* britannique, du SIDOS Suisse ou GSI *Zentralarchive* de Cologne.

Communauté scientifique concernée

L'ensemble des disciplines des sciences humaines et sociales utilisant les données quantitatives (notamment la sociologie, l'économie, les sciences politiques, le droit, la géographie ou l'histoire).

Budgets

Coûts de fonctionnement : 3 M€

<http://www.centre.quetelet.cnrs.fr/>

CORPUS/SHS - Coopération des opérateurs de recherche pour un usage des sources numériques en SHS

Nature de la TGI

CORPUS est une plateforme de coopération pour l'accès aux principaux ensembles documentaires (images, sons, textes) produits en priorité dans le cadre de recherches en linguistique, psychologie, histoire, archéologie, géographie, lettres et arts.

Description et objectifs scientifiques

CORPUS est un dispositif de financement, de coopération et de mise en commun de ressources afin d'accompagner et de favoriser les effets d'apprentissage et les synergies pour le développement de l'usage des sources numériques par les chercheurs des sciences humaines et sociales. Les publications, pré-publications et ouvrages ne sont pas inclus dans le champ⁴¹ (voir BSN).



CORPUS assure des missions d'identification, de diffusion, de promotion et de préservation des données produites par les chercheurs dans les grands champs disciplinaires des sciences de l'homme et de la société. Ainsi, CORPUS intervient :

- En appui des communautés scientifiques pour fédérer les initiatives, aider à la mise en commun des sources, encourager leur diffusion par une présentation et l'utilisation de normes adaptées et ainsi leur réutilisation et enrichissement.
- Pour soutenir la mise en relation des projets français avec les projets internationaux.
- Pour assurer la pérennisation des grands corpus de documents (images, sons, textes) rassemblés ou produits dans le cadre de travaux scientifiques.

Pour assurer ces fonctions, CORPUS s'appuie prioritairement sur le CNRS, l'EHESS, l'EPHE en relation avec le GIS Maisons de sciences de l'homme et le ministère en charge de la culture. La gouvernance est en cours de définition.

Situation dans le monde

CORPUS accompagne la mise en visibilité des sources numériques de la recherche française et facilite leur intégration dans les dispositifs européens ou internationaux. Corpus appuiera notamment l'infrastructure inscrite sur la roadmap ESFRI en linguistique, CLARIN/ *Common Language Resources and Technology Infrastructure*.

Communauté scientifique concernée

L'ensemble des disciplines des sciences humaines et sociales utilisant les documents numériques (images, sons, textes) pour leur recherche (notamment en sciences humaines, linguistique, psychologie, histoire, archéologie, géographie, lettres et arts...).

Budget

Coûts de fonctionnement: 1 M€

<http://www.cnrtl.fr/> ; <http://www.msh-reseau.fr/spip.php?article34>

⁴¹ Cf fiche BSN

Nature de la TGI

BSN est une plateforme de coopération pour l'accès à la littérature scientifique numérique.

Description et objectifs scientifiques

BSN est un dispositif de financement et de coopération destiné à accompagner le développement et l'usage de la littérature scientifique numérique. Il regroupe de nombreux instruments répondant à des besoins bien identifiés d'accès direct aux ouvrages scientifiques et aux revues en y associant des outils d'intégration de sources documentaires. Forme renouvelée d'une partie du secteur communément appelé « information scientifique et technique » mais prenant en compte l'évolution des pratiques des chercheurs, elle facilite la mise en relation et la navigation entre les documents édités (revue numérisée ou numérique, de façon rétrospective ou actualisée) ou destinés à circuler dans les communautés scientifiques (archives ouvertes).



BSN assure des missions de communication, de diffusion et de préservation de ces documents scientifiques. Il intervient :

- En appui des partenaires pour aider à la numérisation et promouvoir des normes internationales pour une inter-opérationnalité accrue.
- Pour soutenir la mise en relation des projets français avec les projets internationaux.
- Pour assurer l'archivage pérenne de l'ensemble des documents.

La gouvernance et l'organisation de BSN sont actuellement en cours de définition. Leurs contours dépendent étroitement des orientations prises pour le domaine de l'information scientifique et technique et retenues par le rapport Salençon.

Situation dans le monde

BSN accompagne la mise en visibilité de la littérature scientifique française, facilite leur intégration dans les dispositifs européens ou internationaux (initiative européenne sur le libre accès, août 2008) et améliore l'accès à la littérature scientifique internationale.

Communauté scientifique concernée

L'ensemble des disciplines est concerné par le projet. Le degré d'avancement varie nettement d'un champ à un autre, la communauté française des mathématiciens figurant comme les pionniers en la matière. Les SHS se caractérisent par des besoins importants et diversifiés suscitant de nombreuses initiatives en partie coordonnées devant associer plus étroitement l'ensemble des producteurs de recherche (établissement de recherche, écoles, université).

BSN se développera en prenant en compte les projets initiés par les acteurs publics tels le ministère de la culture et de la communication, la Bibliothèque Nationale de France, les éditeurs universitaires et les acteurs privés tels les éditeurs scientifiques et les intégrateurs.

Budget

Coûts de fonctionnement (valeur 2009) : 3 M€

<http://cleo.cnrs.fr/>; www.persee.fr

CELPEDIA- Création, élevage, phénotypage, distribution et archivage

Nature de la TGI

Réseau de plate-formes utilisant des animaux vertébrés. C'est un équipement français dont la création date de 2006.

Localisation : sites distribués sur le territoire.

Description et objectifs scientifiques

Ensemble de sites de recherche sur la compréhension du génome et l'obtention de modèles de maladies humaines chez l'animal : INTRAGENE (Orléans et Villejuif), ICS (Strasbourg), CDP-ULP (Strasbourg), Ani-RA (Lyon), CIPHE (Marseille), CREFRE-MP (Toulouse), SDP-CNRS (le Rousset), Xenope (Rennes), AMAGEN (Gif sur Yvette et Jouy en Josas).

L'objectif recherché est la validation de gènes candidats en tant que cibles thérapeutiques avec des modèles animaux divers (souris, primates, poissons...).

Les plateformes mettent à la disposition de la communauté scientifique des installations techniques pour aller de la création à l'exploration fonctionnelle en garantissant le maintien, la distribution, la conservation et la distribution de modèles animaux transgéniques.

Retombées et impacts

Les plates-formes sont labellisées dans le cadre du comité RIO Réunions Inter-Organismes (Inserm, CNRS, INRA et CEA) et maintenant du GIS-IBISA (coordination des plates-formes en sciences du vivant).

Participation aux pôles de compétitivité « Innovations thérapeutiques », à l'ORPHEM (organisation régionale des pharmaciens hospitaliers de l'est méditerranéen), au groupement de recherche CNRS Bio-terrorisme, à l'infectiopôle Grand Sud et aux cancéropôles.

Près de 300 publications d'utilisateurs et/ou chercheurs en interne. 5 brevets annuels.

Situation dans le monde

Participation à plusieurs programmes européens dans les domaines de la mutagenèse, le phénotypage, l'archivage et la distribution.

Participation au projet européen **Infrafrontier** de l'ESFRI.

Communauté scientifique concernée

Recherche biomédicale et sciences de la vie.

Entre 350 et 400 personnels sur les plateformes.

Plus d'un millier de chercheurs utilisateurs par an, dont 2/3 issus de la recherche publique et 1/3 du privé. Une quinzaine de thèses par an.

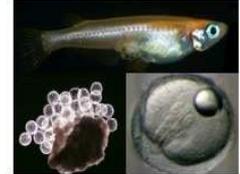
Ouverture aux laboratoires pharmaceutiques, aux CRO (*clinical research organisations*) et aux PME en biotechnologies.

Budgets

Budget annuel de fonctionnement : 30 M€.

<http://www.ibisa.net>

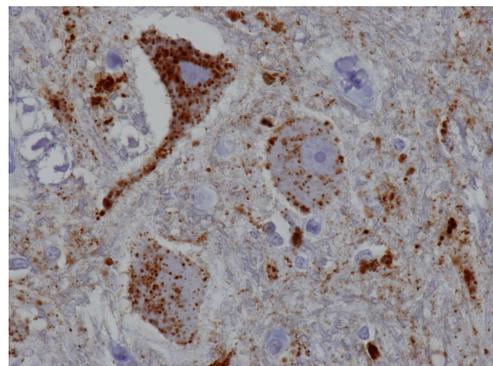
C
E
L
P
H
E
D
I
A



RIEHS - Réseau des installations expérimentales de haute sécurité

Nature de la TGI : distribuée et inter-organismes (INRA, INSERM, AFSSA, CEA, Pasteur, Universités, ENV) pilotée par le GIS IBISA.

Objectifs : Mise en réseau de 14 installations expérimentales en milieu confiné de niveaux 3 et 4 destinées à l'expérimentation animale (rongeurs, primates, poissons), végétale et microbienne. Les objectifs scientifiques concernent la pathogenèse des maladies infectieuses majeures ou émergentes, de leurs conditions de transmissions, des facteurs innés ou acquis de la résistance de l'hôte et des facteurs de virulence des agents pathogènes. Les OGM nécessitant des niveaux de confinement 3 ou 4 font aussi partie des objets d'étude.



Description : Ces installations s'appuient sur des laboratoires qui offrent à la fois des possibilités d'analyse des échantillons obtenus (laboratoires P3 ou P4) et des possibilités d'accueil de scientifiques extérieurs. Elles constituent un ensemble cohérent, offrant des capacités expérimentales complémentaires permettant l'étude de modèles végétaux et animaux allant des poissons aux primates, y compris les rongeurs, et des animaux de rente (volailles, ovins, porcins bovins...).

Outre les 14 installations de haute sécurité (Laboratoire P4 Inserm, Lyon, MIRCen CEA-Inserm, Fontenay aux Roses, IMETI CEA, Fontenay aux Roses, Boisbonnes ENV-Inserm, Nantes, A3 Alfort ENV, Maison-Alfort, CEF Pitié Salpêtrière UPMC, Paris, CECEMA Inserm-Université, Montpellier, A3, AFSSA, Ploufragan, A3, Institut Pasteur, Paris, PFIE INRA, Tours-Nouzilly, UEAR et UEP INRA, Jouy, Serres végétales S3/S4 INRA Bordeaux) d'autres installations de plus petite taille constituent un réseau secondaire sur lequel les plus grandes installations peuvent s'appuyer.

Communautés d'utilisateurs : Immunologie, Microbiologie (virologie, microbiologie, parasitologie et prions), Sciences Médicales, Vétérinaires et Agronomiques.

Nombre annuel total de chercheurs utilisateurs du TGI : environ 800 (Ouverture à des utilisateurs privés)

Accès ouvert à la communauté nationale et internationale. Participation à des programmes européens d'infrastructure (Infrastructure de laboratoires P4 dans le cadre d'ESFRI et hors infrastructure (EADGENE, PHARMAPLANTA, SABRE, QUALITY, Neuroprion...).

Accueil de doctorants et post-doctorants : ~ 60-pré et postdocs > ~20 thèses par an.

Publications : ~ 150 par an, réalisées par ou avec les services de l'infrastructure.

Partenariats industriels : Biopôle Lyon, Medicago, LFB, Steris, MacoPharma, Spi-Bio et Fondation Alliance Biosecuri, Roche, Intervet...) et plusieurs startups.

Budget :

- Coûts de construction consolidés (équipement inclus) = 100 M€
- Coûts de fonctionnement = 16 M€

Personnel dédié : 250 ETP de statut fonction publique (dont CDD).

<http://www.ibisa.net/>

Nature de la TGI

Projet français de coordination pour les grandes cohortes⁴² biomédicales.



Localisation : sous l'égide de l'Institut de santé publique de l'INSERM.

Description et objectifs scientifiques

Les cohortes sont un instrument de référence en recherche épidémiologique et en santé publique. Il s'agit de projets collaboratifs, souvent à caractère multidisciplinaire. Il existe près de 90 grandes cohortes. Leur pérennité est un élément critique et leur mise en place est souvent très lourde. Une cohorte peut être considérée comme un grand instrument de recherche ouvert à des projets connexes émanant de divers utilisateurs.

La plateforme des grandes cohortes biomédicales aura à mettre en place :

- une cellule de coordination qui fournit des outils génériques pour la mise sur pied et le suivi de ces cohortes, en particulier sur le plan éthique et réglementaire. Il s'agira du traitement des données propres, du croisement avec les grandes bases de données administratives (CNAM, MSA, certificats de décès, fichiers CNAV...), du traitement des échantillons biologiques associés, de l'élaboration du plan de financement. Ils faciliteront également l'accès aux cohortes par des chercheurs externes, avec en particulier un inventaire ouvert des cohortes existantes (nature des données recueillies et conditions d'accès). Ils participeront ainsi au montage de cohortes multinationales en Europe, et à la visibilité internationale des cohortes françaises ;
- un comité scientifique international chargé d'élaborer une « charte des cohortes » et des règles pour l'évaluation, la gestion, le financement et l'accès. Il devra également définir les besoins et les priorités nationales en termes de cohortes. Le comité scientifique pourra proposer l'octroi de cofinancements pour les projets de nouvelles cohortes et pour garantir la pérennité des cohortes existantes.

Situation dans le monde

Objectif de coordination avec le projet d'investigation clinique (ECRIN) et avec les centres de ressources biologiques (biobanques).

Il n'existe pas d'outil comparable en Europe.

Communauté scientifique concernée

Chercheurs en épidémiologie et en santé publique ; recherche biomédicale ; opérateurs du secteur public (ministère de la santé, agences) et du privé (industries du médicament, assurances).

Estimation à 250 chercheurs utilisateurs sur une communauté totale de 450 chercheurs.

Budget

Budget annuel de l'ordre de 2M€.

<http://www.inserm.fr/fr/inserm/infrastructures/cohortes/>

⁴² Etude reposant sur le suivi des sujets selon un protocole pré-établi, ayant pour but de décrire les circonstances de survenue et l'évolution des maladies.

CIC - Centres d'investigation clinique

Nature de la TGI

Réseau des centres d'investigation clinique (CIC) coordonnés par l'INSERM (DRCT) et le Ministère de la Santé (DHOS).

Ce réseau porte la participation française dans le projet ESFRI : ECRIN.



Localisation : Infrastructure distribuée sur le territoire.

Description et objectifs scientifiques

Un CIC est une infrastructure de recherche clinique développée en partenariat entre l'INSERM et un centre hospitalo-universitaire. Il existe plusieurs déclinaisons des CIC :

- les CIC plurithématiques (26 CIC-P), infrastructures de recherche cliniques génériques qui assurent l'investigation clinique pour des études à promotion publique (50%) ou industrielle (50%), dont une moitié dans le domaine du médicament, et une moitié pour les autres types de recherche clinique.
- les CIC essais cliniques (9 CIC-EC) sont dépourvus d'implantation hospitalière et se spécialisent en épidémiologie et gestion d'essais cliniques.
- les CIC de biothérapie (11 CIC-BT) comportent une implantation hospitalière permettant la réalisation de protocoles de biothérapie (thérapie génique, thérapie cellulaire médecine régénérative) dans le respect des réglementations cliniques et des procédés de fabrication GMP des produits.
- les CIC innovation technologique (8 CIC-IT) qui couvrent le développement préclinique et la preuve du concept clinique pour diverses technologies médicales.

Retombées et impacts

Partenariat avec les cohortes, les biobanques, l'imagerie, la recherche translationnelle, et au niveau européen, avec BBMRI et EATRIS avec lesquels ECRIN a mis en place un comité stratégique commun. Ces trois infrastructures européennes collaborent dans la mise en œuvre de la *Joint Technology Initiative* du 7^e PCRD : *Innovative Medicines Initiative*.

Communauté scientifique concernée

L'ensemble des acteurs de la recherche clinique.

Plusieurs centaines de chercheurs et praticiens (> 2000) sont utilisateurs de l'une ou l'autre de ces infrastructures de recherche.

Budget

Budget annuel des CIC existants : 50 M€/an.

www.inserm.fr/fr/inserm/infrastructures/cic/ ; www.ecrin.org

Navire polyvalent régional

Nature de la TGI

Navire semi-hauturier polyvalent.

Localisation : façades maritimes en Méditerranée principalement, et en Atlantique.

Description et objectifs scientifiques

Le navire s'insérera dans la flotte nationale et devra être interopérable avec ses différentes composantes.

Il contribuera à la réalisation de programmes de recherche et de surveillance dans les différents domaines de

l'océanographie : les géosciences marines, l'océanographie physique et biologique, la bio-géochimie et la chimie des océans, l'halieutique, la paléo-océanographie, la biodiversité marine.

Il aura des missions pour l'étude des impacts liés aux aléas climatiques, géologiques et anthropiques, plus particulièrement sismiques, volcaniques et gravitaires (tsunami) en Méditerranée, ainsi que pour l'exploration du talus continental en Atlantique.



Il doit répondre à un besoin de modernisation de la flotte régionale pour assurer la continuité entre les domaines côtier et hauturiers. Il doit en particulier compenser la sortie de flotte du Côte d'Aquitaine. Il s'inscrit dans le schéma d'évolution de la flotte proposé en janvier 2007 par le Groupe technique d'évolution de la flotte créé à l'initiative des organismes gestionnaires (IFREMER, INSU, IRD, IPEV), discuté lors du colloque « Les moyens navals de recherche océanographique » qui s'est tenu en mars 2007 au Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, et qui sera précisé courant 2009 par le Comité stratégique et technique de la flotte.

Retombées et impacts

Partenariats développés avec le secteur privé dans le cadre de la mise au point d'équipements, de campagnes de coopération, de la valorisation des résultats collectés et de la commercialisation d'équipements. Actions de formation en partenariat avec les universités.

Situation dans le monde

Le navire s'insère dans un parc d'équipements et d'engins très complet et unique en Europe et contribuera plus particulièrement à l'effort prioritaire à mener pour les recherches euro-méditerranéennes.

Communauté scientifique concernée

Près de 1500 chercheurs et scientifiques, de toutes origines (centres de recherche, universités) sont utilisateurs de la flotte, dont 32% de scientifiques utilisateurs de la flotte sont de nationalité étrangère. Le navire aura également un rôle important pour la formation des étudiants

Budgets

Budget global construction : 50 M€ (dont 20 M€ en 2010 et 30 M€ en 2011).

<http://www.ifremer.fr/flotte/index.php>; <http://www.dt.insu.cnrs.fr/flottille/flottille.php>

ICOS - Integrated Carbon Observation System

Nature de la TGI

Réseau à l'échelle du continent européen et des régions adjacentes composé d'une soixantaine de stations d'observation pour mesurer avec une grande précision les concentrations atmosphériques de gaz à effet de serre et les flux de carbone, d'eau et d'énergie des écosystèmes terrestres. A terme, le réseau sera étendu par des mesures faites par des avions (IAGOS-ERI) pour les profils verticaux de CO₂ et par des navires de surface. L'infrastructure doit être opérationnelle à partir de 2012.



Description et objectifs scientifiques

ICOS a pour objectif d'harmoniser et de coordonner les diverses stations de mesures atmosphériques européennes de gaz à effet de serre afin d'obtenir des données précises et à long terme sur le changement climatique et l'effet de serre en Europe, en Afrique et en Sibérie. Son intérêt stratégique est aussi de permettre, à terme, une surveillance opérationnelle des sources et des puits de gaz à effet de serre et de fournir des éléments de vérification indépendants des statistiques énergétiques sur les émissions anthropiques et les puits naturels.

ICOS répond à plusieurs priorités énoncées pour la recherche par le GIEC. Ce réseau de stations d'observation s'inscrit dans les priorités définies dans le Grenelle de l'Environnement (groupe 1) :

http://www.legrenelle-environnement.fr/grenelle-environnement/IMG/pdf/Fiche_3.pdf

Les objectifs sont de :

- développer de nouvelles stations automatiques de mesure à haute précision ; celles-ci seront complétées par la suite par une centaine de stations régionales.
- définir une configuration standard des capteurs à intégrer dans ces stations et des chaînes de traitement des données pour en permettre la commercialisation.

Les données seront croisées avec celles des satellites GOSAT (MOE/JAX/NIES), OCO (NASA) et IASI(ESA/Eumetsat/CNES) pour produire des diagnostics quotidiens des flux de carbone. L'enjeu est de quantifier les processus d'échanges des gaz à effets de serre entre végétation, océan et atmosphère et de mesurer les impacts des changements climatiques et de l'intervention humaine sur les puits de carbone.

Retombées et impacts

La France, qui coordonne le projet de phase préparatoire financé par le 7^e PCRD, jouera un rôle moteur pour le déploiement et l'exploitation de l'infrastructure: définition des instruments de mesure des concentrations, traitement des données atmosphériques, contribution au réseau Européen de 8 sites atmosphériques et 12 sites de tours à flux.

Situation dans le monde

Il existe déjà des infrastructures d'observation des gaz à effets de serre atmosphériques aux USA et au Japon et un réseau d'observation des flux (Fluxnet) au niveau des écosystèmes.

Communauté scientifique concernée:

200 chercheurs en France, plus de 1500 en Europe. Ouverture potentielle à des utilisateurs privés.

Budgets

Coût de construction : 128 M€, dont part française, : 33.6 M€

<http://www.icos-infrastructure.eu>

SOERE - Système national d'observation et d'expérimentation pour la recherche en environnement

SOERE = OER-SIC / ANAEE : les deux projets de TGIRs OER et ANAEE ont été regroupés sous le sigle SOERE. Ces réseaux d'observation et d'expérimentation sont des dispositifs essentiels pour accompagner les recherches dans le domaine de l'environnement et les inscrire dans les temps caractéristiques pertinents. Ils correspondent en outre à une priorité claire du Grenelle de l'environnement.

Nature de la TGI

Système assurant la mise en réseau des Observatoires de Recherche en Environnement (ORE).

Description et objectifs scientifiques

L'objectif principal de la mise en réseau est la standardisation des observations, la mise en commun des savoir-faire, le développement de tests de nouveaux capteurs et traceurs expérimentaux, la modélisation des données communes. Le projet SOERE concerne :

- les hydrosystèmes et agrosystèmes ;
- les écosystèmes et la biodiversité ;
- la dynamique côtière ;
- des plateformes d'expérimentations *in situ* sur le long terme (LTEP)
- des plateformes d'expérimentations *in vitro* à l'aide d'équipements ECOTRON pour analyser les réactions des écosystèmes en milieu confiné ;
- une base de données et une plateforme de modélisation.

Retombées et impacts

Fonder scientifiquement les politiques de prévention, d'adaptation et de remédiation concernant l'environnement.

Situation dans le monde

Complémentarité avec les dispositifs spécifiques à la biodiversité (LIFE WATCH) et au projet ICOS. Support à la création des dispositifs européens ESFRI-ANAEE (*Infrastructure for Analysis and Experimentation on Ecosystems*) et HO (*Hydrological Observatories*).

Communauté scientifique concernée

50 ETP scientifiques et ingénieurs et une centaine d'ETP ITA ou IATOS. Environ 350 chercheurs sont des utilisateurs potentiels. Le spectre d'utilisation est multidisciplinaire.

Budgets

Le SOERE estime ses besoins à 70 M€ pour les dix prochaines années.

www.anaee.com

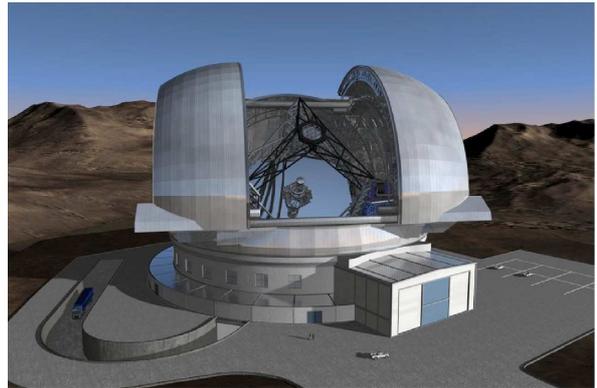


E-ELT - *European Extremely Large Telescope*

Nature de la TGI

Observatoire astronomique dont la localisation devrait être décidée fin 2008. Le projet est porté par l'ESO : *European Southern Observatory*.

La conception et la construction devraient démarrer en 2009-2010, après une phase préparatoire qui a débuté fin 2006. La mise en service est prévue en 2017. Un renouvellement des équipements pourra être envisagé entre 2022 et 2031.



Description et objectifs scientifiques

L'E-ELT est une nouvelle génération de télescope de 42 m de diamètre, appelée à succéder aux télescopes actuels de 8 à 10 m comme le VLT (Very Large Telescope) de l'ESO, pour des observations allant du spectre visible à l'infrarouge. Il utilisera une technique d' « optique adaptative » permettant de corriger les turbulences atmosphériques et comportera au moins six stations focales.

L'ELT devrait permettre de repousser les limites de l'univers observable afin de répondre aux grandes questions sur l'évolution de celui-ci (matière noire, énergie sombre, expansion de l'univers, formation des premières étoiles, etc.) et la pluralité des mondes (recherche de planètes extrasolaires, détection de systèmes proto-planétaires).

Ce projet ressort des priorités du document de prospective ASTRONET de l'astronomie européenne.

Retombées et impacts

L'E-ELT devrait susciter la réalisation industrielle de projets de haute technologie dans les domaines de l'optomécanique, de l'électronique et des détecteurs.

Situation dans le monde

L'E-ELT est inclus dans la liste ESFRI. Il a vocation à assurer que l'Europe tienne son rang dans la course aux grands télescopes, face au télescope spatial Webb de la NASA qui succédera à Hubble en 2013. L'ESO participe aussi avec la NSF au projet d'interféromètre ALMA actuellement en construction au Chili.

Communauté scientifique concernée: estimée à un millier de chercheurs.

Budgets

Coût global de construction évalué à environ 1 Md€.

www.eso.org/public/astronomy/projects/e-elt.html

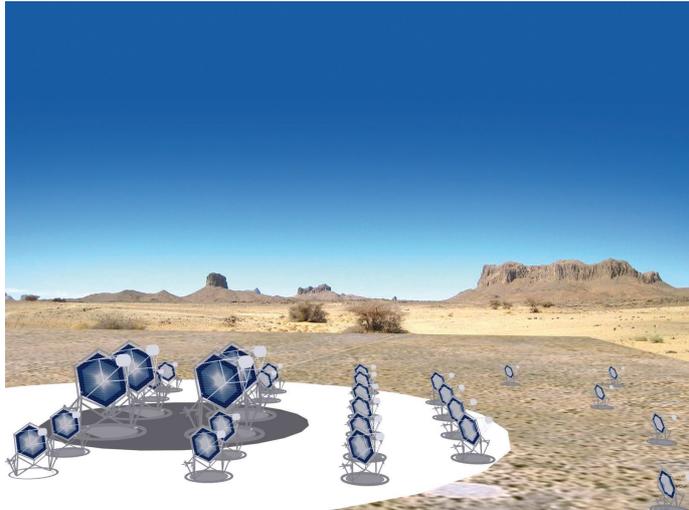
CTA - Cerenkov Telescope Array

Nature de la TGI

Observatoire de rayonnement gamma à ultra-haute énergie, dans la suite des télescopes HESS et HESS 2.

Il comprendra un réseau principal dans l'hémisphère Sud et un complémentaire dans l'hémisphère Nord ; les sites définitifs restent à choisir.

Réseau partiellement opérationnel en 2013, pleinement opérationnel sur les deux sites en 2017.



Description et objectifs scientifiques

Réseau de plusieurs dizaines de télescopes Cherenkov au sol pour l'astronomie gamma des très hautes énergies, permettant d'atteindre une sensibilité et une résolution bien meilleures que celles des télescopes actuels. Les télescopes Cherenkov observent les photons gamma de manière indirecte, par la détection des éclairs ténus de lumière Cherenkov émis par les gerbes de particules induites par l'interaction des photons gamma de très haute énergie avec l'atmosphère terrestre.

Les objectifs sont multiples : Exploration de l'univers non thermique, détection et la compréhension des sources productrices de particules de haute énergie, physique des plasmas des très hautes énergies, accélérateurs cosmiques, formation et accélération des jets au voisinage des trous noirs dans les noyaux actifs de galaxies, mesure du fond diffus infrarouge par la détermination de l'absorption des sources extragalactiques et impact sur l'histoire de la formation des galaxies, détection indirecte de la matière noire par annihilation produisant des photons gamma, etc.

Retombées et impacts

De l'ordre d'un millier de sources cosmiques aux très hautes énergies devraient être accessibles grâce à CTA. La synergie sol-espace avec le satellite GLAST lancé en 2008 sera particulièrement importante.

Situation dans le monde

CTA est accepté en *Design Study* pour le 7^e PCRD et soumis pour la deuxième édition de la feuille de route d'ESFRI. Les équipes européennes HESS et MAGIC qui constituent l'essentiel du consortium CTA sont actuellement leaders mondiaux en astronomie gamma des très hautes énergies.

Communauté scientifique concernée: estimée à une centaine de chercheurs en France. Initialement projet franco-allemand, + UK, Italie, Espagne, Irlande, Suisse, Pays-Bas, Finlande, République Tchèque, Pologne, Arménie, Afrique du Sud et Etats Unis.

Budgets (part française non encore déterminée)

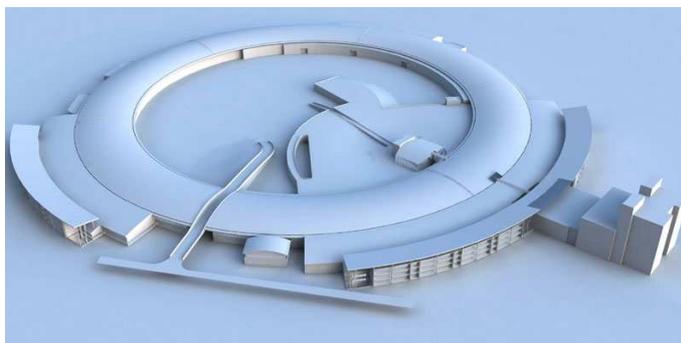
Construction : 220 M€

Fonctionnement estimé : 4 M€ par an + frais de personnels

<http://www.cta-observatory.org/>

Nature de la TGI

Synchrotron européen en activité depuis 20 ans. Localisé à Grenoble. Projet d'extension 2008-2017 en deux phases : « *New scientific opportunities at ESRF* ».



Description et objectifs scientifiques

L'ESRF est la source européenne de rayons X à haute énergie (rayons X durs).

L'ESRF permet d'étudier une gamme remarquablement large de matériaux, depuis les biomolécules jusqu'aux nano-aimants, en passant par les cosmétiques et les mousses métalliques. Biologistes, médecins, météorologues, géophysiciens ou archéologues et paléontologues sont utilisateurs de l'ESRF. Des physiciens y côtoient des chimistes et des spécialistes des matériaux.

Les projets d'extension visent à mettre l'accent sur les nanosciences et les nanotechnologies, la biologie et la matière molle ainsi que sur l'amélioration des performances de la source (brillance et focalisation) pour lui assurer de rester à la pointe de la technologie. Il est prévu de reconstruire environ un tiers des lignes de lumière, d'augmenter la longueur de certaines d'entre elles (120 m) et également la taille des bâtiments. La phase 2 comprend dans ses options la mise en commun avec l'ILL d'un générateur de champ magnétique intense⁴³.

Retombées et impacts

Action volontariste de l'ESRF en direction des industriels, notamment dans les domaines de la biologie, la pharmacie, la pétrochimie, la microélectronique ou les cosmétiques.

Situation dans le monde

Deux autres synchrotrons comparables existent dans le monde : APS aux USA et SPRING8 au Japon. Autres synchrotrons (plutôt complémentaires) en Europe : SLS en Suisse, SOLEIL en France, DIAMOND au Royaume Uni et ALBA en Espagne et PETRA3 à Hambourg. La modernisation de l'ESRF (« upgrade ») est inscrite dans la feuille de route ESFRI.

Communauté scientifique concernée :

581 personnes sur site, 4000 utilisateurs annuels.

Budgets

Partenariat : 12 pays (F, D, I, UK, B, NL, E, CH, DK, FL, N, S), 8 parties contractantes - 14 organismes (CNRS et CEA pour la France)

Budget annuel : 80 M€, devrait augmenter de 15 M€ après l'extension.

Coût du projet d'extension : 277 M€ sur 10 ans dont 201 M€ pour les Etats membres. En 2 phases, la première phase est estimée à 177M€.

www.esrf.eu

⁴³ Cf. fiche « magnétisme »

Nature de la TGI

Projet d'implantation d'une installation commune à l'Institut Laue Langevin (ILL) et au synchrotron européen (ESRF) de Grenoble, fournissant un très haut champ magnétique.



Description et objectifs scientifiques

Les chercheurs tant académiques qu'industriels voudraient savoir comment se comporte la matière sous des conditions extrêmes de pression, de température ou de très haut champ magnétique comme par exemple à l'intérieur de la terre ou dans un réacteur nucléaire de fusion par confinement magnétique.

Prenant avantage de la proximité sur le polygone scientifique de Grenoble des bâtiments de l'ESRF et de l'ILL, des lignes de rayons X de l'ESRF et de neutrons de l'ILL pourront utiliser la même infrastructure pour effectuer des expériences sous un très haut champ (30 teslas ou plus). Ce dernier sera au moins deux fois plus fort que ce qui est disponible actuellement pour de telles expériences. Cette structure bénéficiera des compétences des laboratoires de champs magnétiques intenses européens qui coopèrent au sein d'un réseau I3, et plus particulièrement des développements réalisés sur le site de Grenoble. Les laboratoires européens sont le LNCMI Grenoble et Toulouse, le HLD Dresden (D) et HFML Nijmegen (NL).

Retombées et impacts

Cet ensemble offrira une palette élargie pour les caractérisations de la matière. Des résultats sont attendus dans les domaines de la supraconductivité, des matériaux magnétiques, de l'énergie nucléaire de fusion, des dispositifs électroniques nouveaux, du stockage des données et du calcul quantique.

Situation dans le monde

Ce sera la première fois qu'un tel champ magnétique sera disponible pour étudier la matière à la fois par les neutrons et par les rayons X.

Budgets

Coût du projet : 5 M€ pour les installations de rayons X, 13 M€ pour une alimentation électrique de 40MW et son refroidissement, 8 M€ pour l'aimant. Il faut y rajouter le coût de l'installation neutronique.

Les coûts de cette nouvelle augmentation des possibilités de l'ESRF apparaissent comme option dans la phase 2 de l'Upgrade de l'ESRF, ceux pour l'ILL⁴⁴ sont envisagés dans le plan Millenium.

Une partie de ce coût liée à l'alimentation et au refroidissement pourrait être mutualisée avec le projet de mise à niveau du potentiel de champs magnétiques intenses européens avec l'installation à Grenoble d'une bobine hybride à très haut champ dans le cadre de l'EMFL (laboratoire européen pour les champs magnétiques).

<http://www.esrf.eu/AboutUs/Upgrade>

⁴⁴ Cf. fiches correspondantes

GR - Grille de recherche

Nature de la TGI

Infrastructure de recherche matérielle et logicielle s'appuyant sur le réseau RENATER.

Description et objectifs scientifiques

Plateforme répartie sur une dizaine de sites universitaires interconnectés à très haut débit pour développer des recherches autour des grilles informatiques, les grands systèmes distribués, les grappes de processeurs... Cette infrastructure sera gérée par une organisation nationale fédérant les entités existant à ce jour à l'INRIA (ALADDIN), au CNRS (Institut des Grilles) et dans les universités.



La plate-forme prolongera les travaux de l'INRIA autour de GRID'5000 qui servira d'outil de base. Elle permettra d'expérimenter des systèmes informatiques parallèles et distribués, avec une composante logicielle et une composante réseau. Cet instrument de recherche sera de très grande taille, très dynamique et reconfigurable.

Elle aura pour objet de faciliter la programmation, l'exploitation, la construction, la modélisation de systèmes à grande échelle supportant des activités scientifiques très diverses.

Retombées et impacts

Les outils logiciels et les résultats générés par la grille pourront faire l'objet d'un transfert vers des industriels ou des jeunes pousses.

Elle interagira en premier lieu avec l'infrastructure nationale de grille de production⁴⁵.

Situation dans le monde

Des coopérations seront favorisées avec les projets de grilles de recherche du même type. (Japon, Pays-Bas, Brésil, Etats-Unis).

Les systèmes comparables sont Emulab, RON, PlanetLab, OneLab, DAS-3 et NAREGI.

Communauté scientifique concernée

Le nombre d'ingénieurs travaillant pour le TGI sera porté de dix à vingt en 2012.

Le nombre de chercheurs utilisateurs de la grille sera porté de 300 à 500 en 2012. L'ensemble de la communauté des chercheurs en STIC est potentiellement utilisatrice car il s'agit d'une tendance de fond dans le domaine des TIC.

Budgets

Coût de construction : 1 M€.

Budget annuel moyen : 2 M€.

www.grid5000.fr

⁴⁵ Cf. fiche correspondante

PRACE

Nature de la TGI

Centre de calcul européen de niveau Tier-1, offrant dès 2010 une capacité de calcul minimale de 1 pétaflop/s.

Description et objectifs scientifiques

Le partenariat PRACE a pour but de créer un service pérenne de calcul intensif pan européen et l'infrastructure correspondante. Il s'agira d'une infrastructure de recherche, gérée comme une entité juridique unique. Le service comprendra de trois à cinq centres et sera renforcé par les centres nationaux et régionaux avec lesquels des collaborations seront établies, supportées par les technologies de grilles. Le projet réunit 14 pays, la France y est représentée par Genci⁴⁶ (voir fiche correspondante).



Retombées et impacts

L'initiative PRACE dotera la communauté scientifique européenne des moyens de calcul intensif les plus avancés permettant le développement des outils de modélisation et de représentation de la physique nécessaires à la transformation des activités de recherche dans leur transition vers les programmes e-Science.

Situation dans le monde

Le projet Prace a pour ambition d'avoir toujours une machine parmi les 5 plus puissantes dans le monde, et de donner ainsi aux chercheurs européens les moyens de faire la meilleure science possible.

Communauté scientifique concernée

Les communautés scientifiques qui justifient des besoins en moyens de calcul exceptionnels, comme la météorologie, la climatologie, la mécanique des fluides turbulents, la physique des plasmas et la fusion nucléaire ou encore la modélisation moléculaire ab-initio parmi les plus visibles

Budget

Environ 200 M€ tous les deux ans (à répartir entre les pays partenaires principaux du projet).

<http://www.prace-project.eu>

⁴⁶ Cf. fiche correspondante

LIFEWATCH – Observation et bases de données en biodiversité

Nature de la TGI

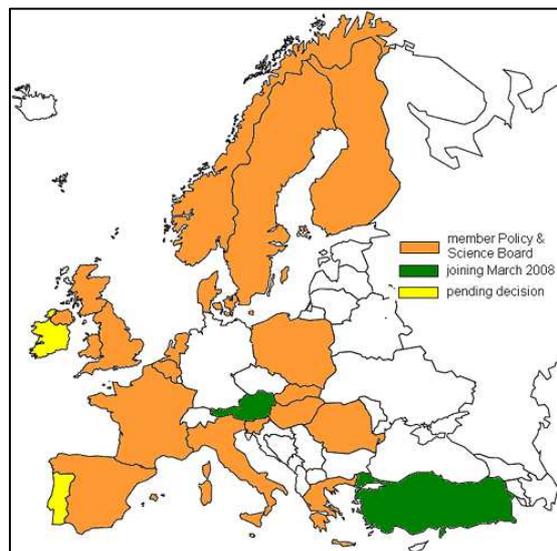
Projet européen de mise en commun d'observations de la biodiversité sur les écosystèmes.
Mise en œuvre prévue dès 2008.

Localisation : Distribuée

Description et objectifs scientifiques

LIFEWATCH est un projet européen de la liste ESFRI, qui vise à mettre en réseau les bases de données sur la biodiversité, notamment les collections de spécimens et les données d'inventaire et de génomique.

Il est complémentaire de l'infrastructure SOERE/ANAEE⁴⁷ (*Analysis and Experimentation on Ecosystems*) qui traite de l'expérimentation alors que LIFEWATCH ne traite que de l'observation.



L'objectif est de constituer ainsi un laboratoire virtuel d'étude et de modélisation des écosystèmes. LIFEWATCH permettra de partager les données de la biodiversité depuis celle des gènes jusqu'aux écosystèmes et de développer les outils d'analyse et de modélisation permettant de prendre en compte directement ces données.

Situation dans le monde

Au niveau européen, des partenariats sont prévus avec MarBEF (Marine Biodiversity and Ecosystem Functioning), EDIT (relatif à la taxonomie), ALTER-NET (composante terrestre et eau douce de LIFEWATCH), BioCASE (Biological Access Service for Europe), ENBI (*European Network for Biodiversity Information*), EUR-OCEAN (Ocean ecosystem analysis).

Retombées et impacts

Lifewatch a été lancé pour fournir des données d'analyse taxonomique de l'impact du changement climatique sur la biodiversité.

Communauté scientifique concernée

Biologie et écologie.

La gouvernance nationale de cette TGIR est sans doute à rattacher à la création de la Fondation de Coopération Scientifique pour la recherche sur la biodiversité.

Budgets

Coûts de construction consolidés : 368 M€.

Coûts estimés de fonctionnement : 71 M€/an.

www.lifewatch.eu

⁴⁷ Cf. fiche correspondante

IAGOS-ERI : *In-service Aircraft for a Global Observing System - European Research Infrastructure*

Nature de la TGI

Instruments de mesure pour l'environnement, embarqués sur des vols commerciaux.

Projet européen lancé en 2008 prolongeant le projet MOZAIC (1994-2007) (mesure de l'ozone et de la vapeur d'eau par des avions Airbus en service).



Description et objectifs scientifiques

Ce réseau d'instruments de mesure a pour objet :

- d'automatiser la mesure des paramètres atmosphériques et chimiques : humidité, vent, pression, vapeur d'eau, ozone, monoxyde de carbone, dioxyde de carbone...
- de transmettre les données en temps réel au réseau d'information météorologique WIS (world Meteorological Information System) utilisé par les centres de météo et par le service atmosphérique européen GMES.

Les objectifs en sont l'étude du climat et la chimie de l'atmosphère, ainsi que le suivi de la qualité de l'air.

Retombées et impacts

Partenariats industriels pour la certification aéronautique et la maintenance des instruments.

Données collectées utilisées par les PME en ingénierie environnementale et les institutions intervenant dans le domaine de l'environnement et du climat (ADEME, Météo France, CNRS).

Situation dans le monde

IAGOS-ERI complète le réseau de sondage et télédétection terrestre existant. Cette infrastructure doit être considérée également comme complémentaire de celle d'ICOS pour la partie carbone.

IAGO-ERI est une infrastructure unique qui n'a pas de concurrent aux USA. Une collaboration avec un programme japonais de surveillance du dioxyde de carbone est envisagée.

IAGOS-ERI a été retenu dans la première édition de la feuille de route d'ESFRI.

Communauté scientifique concernée

Le déploiement de l'infrastructure IAGOS-ERI mobilise une vingtaine de chercheurs (40% de français) pour irriguer par ses résultats une communauté scientifique de 500 personnes (50% en Europe, 30% aux Etats-Unis, 20% ailleurs dans le monde). Dans le cadre européen GMES, le rapprochement avec le projet partenaire ICOS devrait notablement ouvrir la communauté scientifique.

Organismes concernés: CNRS, Météo France.

Budgets

Construction : 13,4 M€ (fabrication industrielle des instruments, modifications de structure de 20 avions pour installation) dont part française estimée à 4,6 M€.

Fonctionnement annuel global : 4,58 M€.

www.fz-juelich.de/icg/icg-2/iagos

COPAL - COM**munity heavy-PAyload Long endurance Instrumented Aircraft**

Nature de la TGI

Avion instrumenté. Projet européen dont la mise en exploitation est prévue vers 2012.

Description et objectifs scientifiques

Le projet consiste à acquérir et équiper un avion C130 ou A400M en vue d'effectuer des mesures dans la troposphère en chimie, microphysique, remote-sensing, turbulence...



Retombées et impacts

Les études permettent de mesurer dans la troposphère l'ozone, le transport des gaz et des aérosols, les processus chimiques et photochimiques (études des effets simultanés des diverses substances chimiques artificielles ou naturelles) etc. Par exemple, les modifications de la couche d'ozone qui entraînent un changement de l'intensité du rayonnement ultraviolet d'origine solaire ont un effet sur la santé des populations, sur les organismes et sur les écosystèmes. De même, les modifications de la répartition verticale de l'ozone pourraient changer la structure thermique de l'atmosphère et avoir des conséquences météorologiques et climatiques.

Un nombre important de publications est attendu, au regard de celles qui ont résulté de la mise en service du C130 de UKMO (office météorologique du Royaume-Uni).

Situation dans le monde

Il a été proposé d'insérer ce projet dans EUFAR (*EUropean Fleet of Airborne Research*), projet ESFRI portant sur la coordination des flottes d'avions existantes dans les pays d'Europe. Cet avion serait le "navire amiral" de cette flotte d'avions. Toutefois EUFAR pourrait exister dans un premier temps sans ce nouvel avion.

COPAL cible un avion de type C130 dont les performances attendues sont bien supérieures à celles des avions existants : une autonomie de 12 heures et une charge utile de 15 tonnes, alors que tous les avions européens ont une autonomie inférieure à 5 heures et une charge utile de moins de 3 tonnes. Cela permettra de faire des études au-dessus de l'océan et d'aires continentales éloignées (exemple : polaires), très importantes pour les études sur le climat.

Communauté scientifique concernée

La communauté d'utilisateurs sera celle des études de l'atmosphère terrestre et celle des sciences de l'environnement.

Budgets.

Coût de construction total sur 3 ans : 30 M€ (acquisition) + équipement de base et instrumentation.
Coûts de fonctionnement annuel à partir de 2012 : 5 M€ dont 1 à 2 M€ pour la France.

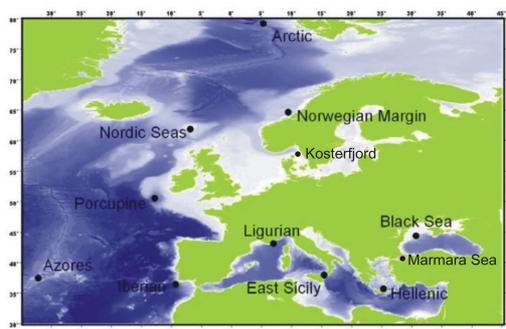
<http://www.eufar.net/>

EMSO - *European Multidisciplinary Seafloor Observatory Network*

Nature de la TGI

Réseau d'observatoires sous-marins pour l'environnement. Projet européen inscrit dans la liste de l'ESFRI. La participation française est portée essentiellement par l'IFREMER.

Localisation : implantation sur les marges océaniques européennes. La France est leader sur trois sites : Mer Ligure, Açores (projet MOMAR), Mer de Marmara. L'équipement des sites s'étalera de 2010/11 à 2015.



Description et objectifs scientifiques

Le projet est une composante du programme GMES (*Global Monitoring for Environment and Security*), initiative conjointe de l'ESA (*European Spatial Agency*) et de l'Union européenne. Il consiste à établir une infrastructure composée :

- d'équipements variés de collecte de données d'observation sous-marine (capteurs physiques, chimiques, biologiques, microbiologiques, photographiques, télévision...);
- de liaisons câblées ou hertziennes permettant de constituer un réseau en étoile entre chaque station et un centre terrestre.

Ces laboratoires ont une vocation multidisciplinaire : changement climatique et océanographie physique, risques naturels, écosystème marin, ressources naturelles.

Ils utiliseront des méthodes d'exploitation et de traitement standardisées et permettront d'effectuer des mesures sur de longues périodes de temps ; les données seront librement accessibles à partir d'un portail.

L'objectif scientifique est de comprendre les interactions entre la circulation océanique et les changements environnementaux. Les possibilités d'échantillonnage permettront d'étudier des phénomènes s'étendant sur des échelles de temps très variables, allant d'événements exceptionnels comme les éruptions volcaniques ou les tsunamis, à des processus globaux à long terme comme la dynamique de la croûte océanique ou la circulation des eaux profondes.

Retombées et impacts

Des opportunités industrielles importantes attendues pour l'industrie européenne, notamment en matière de pose de câbles (ALCATEL) et de l'établissement des stations, ainsi que d'équipements et de services pour les laboratoires.

Situation dans le monde

Partenariats prévus avec les projets ANTARES en France, NEMO en Sicile et NESTOR en Grèce ainsi qu'ensuite avec Km3Net (ESFRI). Projets similaires : NEPTUNE pour le Canada et les USA (OOI), DONET pour le Japon, MACHO pour Taiwan.

Communauté scientifique concernée

30 à 50 personnels d'exploitation sur la TGI. Plus de 300 chercheurs utilisateurs européens.

Budgets

Construction pour une dizaine de sites : environ 500 M€.

Budget annuel en phase d'exploitation : de l'ordre de 20 M€.

<http://www.ifremer.fr/esonet/emso>

LSST – Large Synoptic Survey Telescope

Nature de la TGI

Projet de télescope international.

Partenaires : Une vingtaine d'universités américaines. En France, le CNRS (INSU et IN2P3) est intéressé. La participation de l'ESO aux opérations est souhaitée.

Description et objectifs scientifiques

Télescope de 8,4 m de diamètre, dédié à l'imagerie grand champ à très haute résolution. Il sera construit à 2800 m d'altitude à Cerro Pachon, au Chili, et devrait entrer en service en 2014.

Cet équipement est destiné à effectuer des relevés complets du ciel en six couleurs à des fréquences de quelques jours. En dix ans, chaque région du ciel accessible au télescope compte tenu de sa localisation sera observée 2000 fois, permettant ainsi pour la première fois une couverture temporelle systématique de régions étendues du ciel.

L'objectif scientifique principal du LSST est donc d'ouvrir le domaine du temps à l'astronomie, en cartographiant le ciel en profondeur, rapidement et régulièrement, et de pouvoir ainsi détecter les changements qui s'y produisent. De multiples applications seront donc possibles :

- recherches sur la nature de l'énergie sombre,
- recherches d'astéroïdes et d'autres petits corps du système solaire,
- étude d'événements transitoires, tels que les supernovae ou les sursauts gamma,
- recherches sur la dynamique de la galaxie.

En outre, les performances du LSST, spectaculairement supérieures à celles des télescopes existants, offriront un potentiel de découverte particulièrement élevé.

Retombées et impacts

Les retombées attendues relèvent principalement de la recherche fondamentale en astronomie et en astrophysique, mais ne sont pas dépourvues d'applications concrètes (la détection d'astéroïdes risquant d'entrer en collision avec la terre est un préalable à toute stratégie d'évitement).

Situation dans le monde

Sans concurrent aujourd'hui, le LSST viendra compléter les données issues de grands relevés spatiaux, auxquels manque une couverture temporelle.

Communauté scientifique concernée

Potentiellement l'ensemble de la communauté astronomique internationale.

Budgets

Construction : 300 M€.

Fonctionnement annuel estimé : 27 M€.



<http://www.lsst.org>

SKA - Square Kilometer Array

Nature de la TGI

Observatoire astronomique ; interféromètre radio à basse fréquence.

Projet global dont les études débutent en 2008, la construction en 2012 et qui pourrait être opérationnel à compter de 2016.

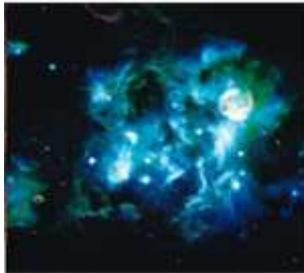
La localisation n'est pas encore déterminée (potentiellement en Australie ou en Afrique du Sud).



Description et objectifs scientifiques

C'est un radiotélescope géant, dédié à l'observation de l'univers dans la gamme de fréquence 100 MHz à 25 GHz, qui succèdera à ALMA et dont les performances sont inégalées :

- Surface collectrice d'un km²: 100 fois plus grande que celles qui existent à ce jour ;
- Sensibilité 50 fois meilleure que celle des plus grands télescopes existants ;
- Rapidité de traitement 1000 fois plus élevée.



Le radiotélescope est constitué d'un réseau de plusieurs centaines d'antennes, composé d'un noyau dense et de groupes d'antennes distantes (jusqu'à 3000 km) connectées au noyau central par un réseau de fibres optiques.

Cinq projets clés sont identifiés ; ils portent notamment sur la composition gazeuse du milieu intergalactique, l'identification des noyaux galactiques datant des premiers âges de l'univers, le test des prédictions de la relativité générale, etc. Les potentialités de SKA devraient permettre de faire progresser considérablement les connaissances sur l'origine et l'évolution de l'univers.

Retombées et impacts

La construction et l'équipement de SKA nécessitent une implication industrielle importante dans le domaine informatique (IBM) et technologique (antennes/récepteurs).

Situation dans le monde

SKA est inclus dans la liste ESFRI. Le projet est également retenu dans la roadmap d'ASTRONET. Il n'existe aucun équipement comparable au monde.

Communauté scientifique concernée

Environ 450 postes (techniciens et ingénieurs) sont prévus pour le fonctionnement de la TGI.

L'accès sera ouvert à la communauté internationale. Plus de 1000 utilisateurs potentiels.

Budgets (plan de financement non encore établi)

Coût de construction estimé à 1,5 G€.

Coût de fonctionnement annuel : 100-150 M€.

Partenaires pressentis: Europe : Royaume Uni (Manchester) coordinateur du PP FP7 Prep-SKA; pays impliqués : Pays-Bas, France, Italie, Espagne, Allemagne, Suède et Pologne.

Autres pays : Etats-Unis (17 membres du consortium), Australie, Afrique du Sud, Canada, Inde, Chine.

www.skatelescope.org

Km3Net

Nature de la TGI

Télescope à neutrinos - Observatoire sous-marin. Projet européen inscrit dans la liste ESFRI.

Localisation : Méditerranée, au large de la France, de la Grèce ou de l'Italie.

La phase préparatoire, qui débute en 2008 pour trois ans, est financée dans le cadre du 7^e programme cadre européen. La construction durerait environ trois ans, la mise en service serait prévue pour 2014.

Description et objectifs scientifiques

Km3Net est un projet de télescope à neutrinos, d'un volume d'au moins un kilomètre cube, dans le prolongement des projets ANTARES (France), NEMO (Italie) et NESTOR (Grèce). Placé au fond de la mer, il recherchera les neutrinos émis par les sources de rayons cosmiques, les super-galaxies ou les collisions d'étoiles. Pour cela il disposera de milliers de capteurs optiques qui lui permettront de détecter la lumière très faible émise par les particules (muons) produites par les collisions des neutrinos avec la Terre. Il sera un instrument précieux pour l'exploration de l'Univers lointain et la recherche de la matière noire.

Sa situation en eau profonde sera de surcroît utilisée pour des activités scientifiques en mer profonde : océanographie, biologie et géologie, surveillance de l'environnement marin. Un partenariat avec le projet EMSO d'observatoires sous-marins le long des côtes européennes est prévu.

Situation dans le monde

Sensibilité de Km3Net inégalée dans le monde. Le détecteur sera plus grand et d'une meilleure résolution angulaire que BAIKAL en Sibérie. Il assurera une couverture complémentaire à celle de l'observatoire AMANDA/ICECUBE situé au Pôle Sud.

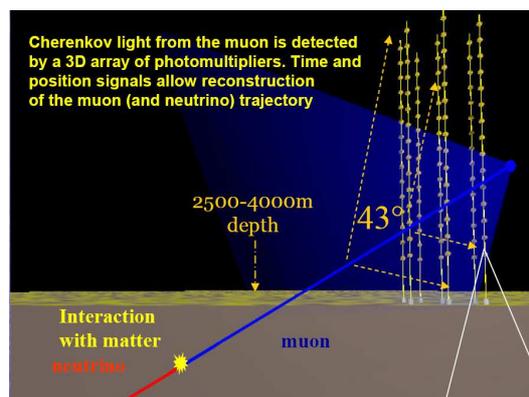
Communauté scientifique concernée

Physique des Astroparticules, Océanographie, Géologie, Biologie.

Budgets

- Coûts de construction : ~450 M€.
- Coûts de fonctionnement annuel : ~9 M€.

www.km3net.org



Super-LHC- Grand Collisionneur de Hadrons (CERN)



Nature de la TGI

Collisionneur de protons et d'ions lourds de très haute énergie et très haute luminosité succédant au LEP (grand collisionneur électron-positron). Projet du CERN.

2008-2011 : fin de la construction et installation du LHC et de ses expériences, développement d'activités nouvelles pour optimiser d'installation.

2011-2016 : montée en luminosité (Super-LHC) et la construction d'un nouvel injecteur.

Description et objectifs scientifiques

Le LHC est le projet phare de la physique des particules au niveau mondial. Sa réalisation représente 85% des activités du CERN (Genève).

Des protons seront accélérés jusqu'à une énergie de 7 TeV⁴⁸ pour produire des collisions à une énergie de 14 TeV. Au regard des équipements actuels, le saut en termes de performance est considérable : un facteur 100 en luminosité et un facteur 1000 en densité d'énergie stockée.

Quatre grandes expériences sont programmées (ALICE, ATLAS, CMS et LHCb), pour explorer la physique des particules : le LHC sera en particulier utilisé pour la recherche du boson de Higgs et la validation de la théorie de la « Supersymétrie ». Ainsi le LHC devrait renseigner sur la physique telle qu'elle était 10⁻¹¹s après le Big Bang. La décision d'augmenter les capacités nominales du LHC au-delà de 2015 et de développer de nouveaux détecteurs et l'instrumentation associée, ne sera prise qu'après l'obtention des premiers résultats des expériences qui démarrent en 2008.

Retombées et impacts

Au-delà des applications dans le domaine physique, la mise en service du LHC impliquera une quantité d'informations gigantesque à stocker et à analyser. Une infrastructure mondiale de grille de calcul et de stockage a été développée à cette fin.

Situation dans le monde

Le LHC est unique dans le monde, les études autour d'un concurrent américain ayant été abandonnées en 1993.

Un accord de coopération avec ITER a été conclu en septembre 2007.

Budgets

Période 2008-2011 :

- montant des activités planifiées : 667 M€.
- nouvelles activités : 166 M€.

Période 2011-2016 (Super LHC) : 864 M€.

<http://public.web.cern.ch/Public/en/LHC/LHC-en.html>

⁴⁸ 1 Tera électronvolt (TeV) = mille milliards d'eV

ILC (*International Linear Collider*) - CLIC (*Collisionneur Linéaire Compact*)

Nature de la TGI

Ces deux collisionneurs linéaires correspondent à des principes de machines différents, mais orientés vers les mêmes objectifs d'Après-LHC.

La construction de l'ILC pourrait commencer en 2012 sous l'égide du FERMILAB (Chicago) et se terminer en 2019.

Le CLIC est un projet du CERN ; il viendra à maturité avec un décalage de cinq années par rapport à ILC.

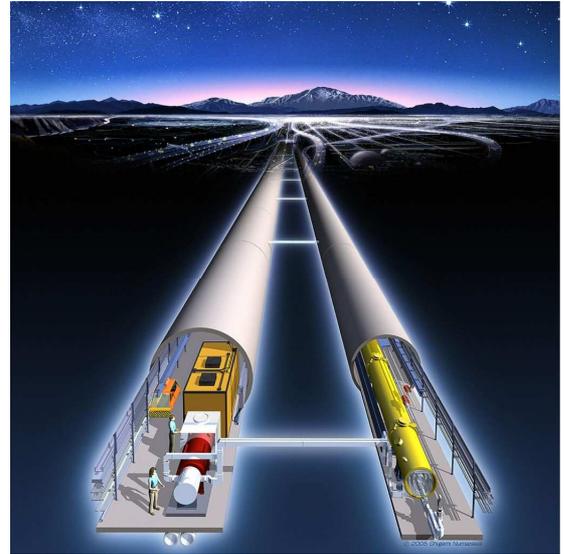
Description et objectifs scientifiques

Les collisionneurs linéaires auront vocation à poursuivre les recherches effectuées au LHC. Les paramètres envisagés devront être validés au regard des résultats du LHC, attendus vers 2010, et du type de physique nouvelle qu'on y découvrira.

Deux versions de collisionneurs sont à l'étude :

- l'un de 500 GeV extensible éventuellement à 800 voire 1 TeV : option retenue pour l'ILC ;
- l'autre visant à atteindre 3 TeV : c'est l'option de CLIC, il s'agit d'un schéma nouveau, à deux faisceaux parallèles : l'un de basse énergie et de haute intensité, l'autre de haute énergie et de basse intensité.

Les activités de R&D elles-mêmes constituent un engagement important en termes de machines à développer.



Retombées et impacts

Phase d'industrialisation déterminante et très importante pour optimiser les solutions. Par exemple 200 millions de structures mécaniques, faisant appel à de la haute précision, seront nécessaires pour construire les 200 000 accélérateurs du CLIC.

Situation dans le monde

Les collisionneurs linéaires auront vocation à compléter puis à succéder au LHC.

Communauté scientifique concernée

Environ 400 personnes (250 ETP) travaillent dans les activités « accélérateur » en France, 55 ETP sont consacrés à ILC.

Accès ouvert à la communauté internationale.

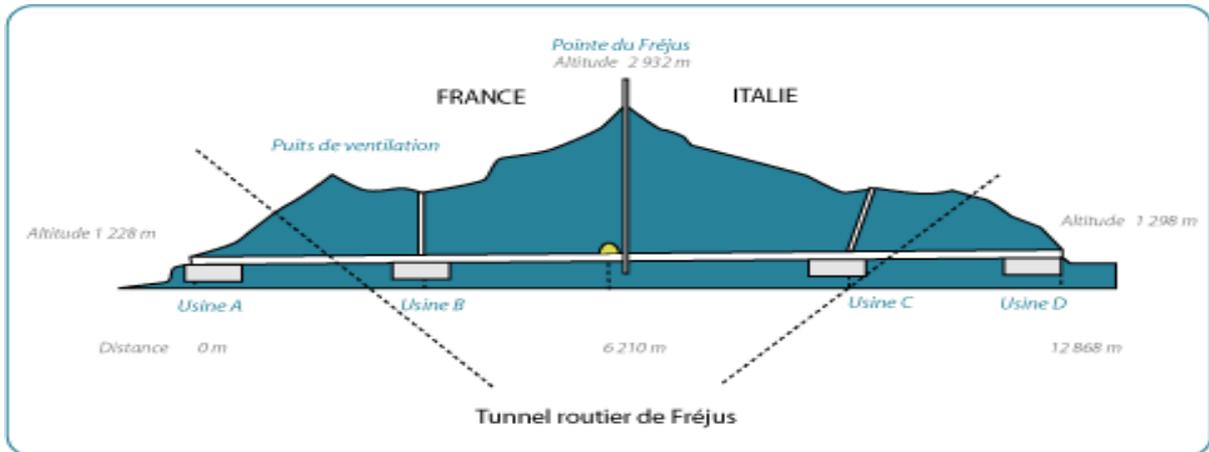
Budgets

Coûts de construction du CLIC : quelques Mds€, chiffre qui sera précisé en 2010

Coûts de construction de l'ILC : environ 5 Mds€.

www.linearcollider.org/

ULISSE/LSM - Laboratoire Souterrain de Modane



Nature de la TGI

Agrandissement du laboratoire souterrain de Modane.

Mise en service du laboratoire en 2012, démarrage des expériences en 2013.

Description et objectifs scientifiques

Le site, qui est le plus profond d'Europe, permet de réduire d'un facteur un million le flux de rayonnement cosmique. Il accueille des expériences de physique des particules, 13 spectromètres gamma pour la mesure des très faibles radioactivités et des mesures environnementales.

Le projet consiste à agrandir le laboratoire actuel de 3500 m³ pour un volume près de 20 fois plus élevé : 60 000 m³.

Le creusement de deux nouvelles cavités permettrait d'accueillir des expériences européennes : d'une part le projet SuperNEMO, qui a pour objectif de définir la nature du neutrino et sa masse, et d'autre part des expériences sur la matière noire comme EURECA.

Cette évolution conduira à diversifier l'activité du laboratoire en accueillant des équipes de géophysique ou de géobiologie, et en hébergeant des bancs de mesure de l'industrie.

Retombées et impacts

Publications, politique de communication vers le grand public.

Communauté scientifique concernée

20 personnes requises en interne pour le TGI.

Nombre de chercheurs utilisateurs du TGI : 200.

Budgets

Coût d'extension de la cavité : 25 M€

Coût global de construction (cavités + SuperNEMO + EURECA) : 178 M€ (dont 41 M€ pour la France pour SuperNEMO et EURECA).

Budget annuel : 2,5 M€.

<http://www-lsm.in2p3.fr/>

EURISOL - European Isotope Separation On-Line

Nature de la TGI

Accélérateur de particules. Projet européen.
Localisation à déterminer : GANIL (Caen), CERN ou site vierge.

Description et objectifs scientifiques

Installation de production et d'accélération de faisceaux d'ions radioactifs à très hautes intensités par la méthode appelée dite « ISOL, *Isotope Separation On-Line* ». Cet équipement complètera l'installation FAIR qui utilise une autre méthode à base de fragmentation.

Les objectifs scientifiques de l'équipement sont l'étude de la structure nucléaire et notamment des noyaux « exotiques » (loin de la stabilité nucléaire : halos de neutrons, modification des nombres magiques⁴⁹, recherche d'éléments super lourds, nouveaux types de radioactivité...), l'astrophysique nucléaire, les interactions fondamentales.

Situation dans le monde

L'installation SPIRAL 2⁵⁰ du GANIL est considérée comme un précurseur d'EURISOL.
Complémentarité d'EURISOL avec FAIR⁵¹.

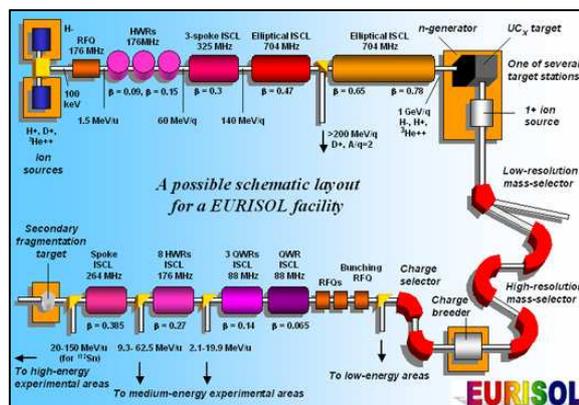
Communauté scientifique concernée :

Physique des particules.
Nombre de personnels pour le fonctionnement de l'équipement : 250.
Accès ouvert à la communauté internationale.
Nombre de chercheurs utilisateurs d'EURISOL : 800.

Budgets

Coûts de construction consolidés : 900 M€.
Coûts de fonctionnement annuel consolidés : 70 M€.

www.ganil.fr/eurisol



⁴⁹ En physique nucléaire, un **nombre magique** est un nombre de protons ou de neutrons pour lequel un noyau atomique est particulièrement stable

⁵⁰ Cf. fiche correspondante

⁵¹ Cf. fiche correspondante

MYRRHA – *Multipurpose hYbrid Research Reactor for High-tech Applications*

Nature de la TGI

Prototypé de nouveau réacteur nucléaire. Projet européen qui sera installé en Belgique.

Achèvement prévu en 2020, pour une période de fonctionnement comprise entre 2020 et 2050.

Description et objectifs scientifiques

Il s'agit d'une nouvelle catégorie de réacteurs nucléaires pilotés par accélérateur (*Accelerator Driven Systems - ADS*). Contrairement aux réacteurs classiques qui fonctionnent sur le principe de la réaction en chaîne (fissions nucléaires en cascade), un ADS est une installation (dite « sous-critique ») contrôlée par une source externe.

Cette source externe est constituée d'un accélérateur de protons de haute puissance et d'une cible : le bombardement de la cible par les protons provoque la fission des noyaux de la cible, générant ainsi les neutrons nécessaires au fonctionnement du réacteur.



Ce projet s'inscrit dans la recherche de solutions au traitement des déchets nucléaires radioactifs : un des intérêts principaux du système est de permettre leur transmutation en déchets qui se désactivent à un niveau naturel au bout de trois à sept cents ans au lieu de plusieurs centaines ou millions d'années.

MYRRHA permettra des expérimentations sur les matériaux avancés constituant les réacteurs de nouvelle génération (fission et fusion), ou utilisés dans le domaine spatial ou les télécommunications. Elle conduira aussi à la production de radio-isotopes à usage médical ne pouvant pas être obtenus dans les systèmes actuels.

Retombées et impacts

Enjeu important s'agissant du problème du traitement (transmutation) des déchets radioactifs.

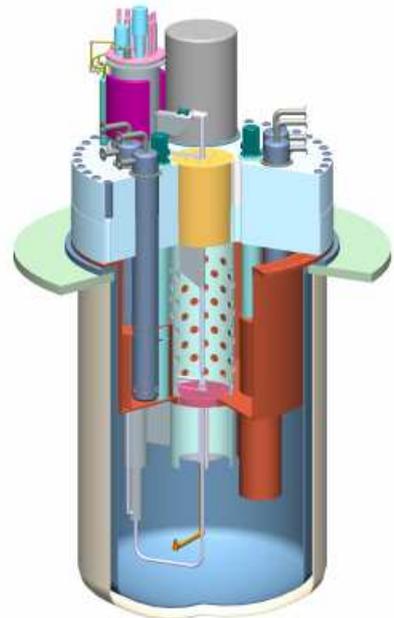
Budgets

Coût de construction : 700 M€.

Coût de fonctionnement : 40 M€/an.

Démantèlement évalué à 150 M€.

<http://www.sckcen.be/myrrha/>

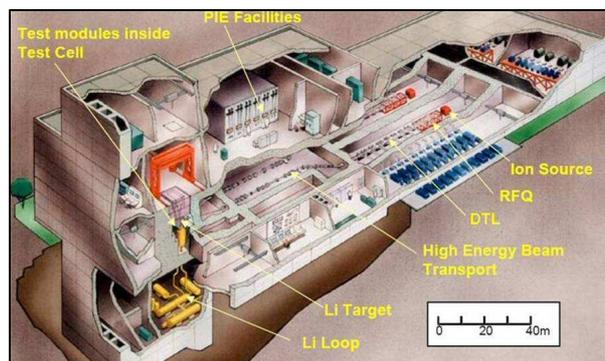


IFMIF - *International Fusion Materials Irradiation Facility*

Nature de la TGI

Installation d'irradiation de matériaux pour la fusion nucléaire. Pas de localisation décidée à ce stade. Projet international inscrit dans la liste ESFRI.

Les études prévues de 2007 à 2013 concernent le développement du prototype EVEDA⁵². Les activités, prévues sur une période de six ans, sont partagées entre l'équipe « Projet » basée à Rokkasho (Japon) et les groupes « Systèmes » répartis entre l'Europe et le Japon.



Description et objectifs scientifiques

La future installation IFMIF (*International Fusion Materials Irradiation Facility*) est un outil d'irradiation qui vise à qualifier des matériaux avancés résistant aux conditions extrêmes, spécifiques des réacteurs de fusion qui succéderont à ITER. Il sera constitué de deux accélérateurs de deutons⁵³, délivrant en parallèle et en continu leurs faisceaux (d'une puissance totale de 10 MW) sur une source de lithium liquide, pour générer un flux intense de neutrons (10^{17} neutrons/s) de 14 MeV.

Cet équipement s'inscrit dans le cadre des recherches relatives à la machine DEMO qui devrait succéder à ITER.

Situation dans le monde

Accord international signé à Tokyo le 5 février 2007.
Partenaires : UE, Japon.

Communauté scientifique concernée

Communauté des chercheurs sur les matériaux. Lien avec ITER et avec l'AIE (agence internationale de l'énergie).

Budget

Budget de construction : de l'ordre de 1 Md€.

<http://www.frascati.enea.it/ifmif/>

⁵² Cf. fiche correspondante.

⁵³ Le deuton est le noyau du deutérium, comprenant un proton et un neutron.

ELI - Extreme Light Infrastructure

Nature de la TGI

Projet européen de laser intense.

Localisation à déterminer. Construction envisagée vers 2014.

Description et objectifs scientifiques

Ce projet, qui s'inscrit à la suite du projet ILE⁵⁴, a pour objectif de construire un laser dont la puissance crête serait 1000 fois supérieure à celle de tous les projets actuels. Il devrait ouvrir de nouveaux champs à la physique de l'interaction laser-matière à des ultra hautes intensités, dites ultra-relativistes ($I_L > 10^{23}$ W/cm²). Les échelles de temps seront de l'ordre de l'attoseconde (10^{-18} s) voire la zeptoseconde (10^{-21} s).

ELI produira des sources intenses de rayonnement X et de particules à très haute énergie (pouvant atteindre le TeV) pour la recherche fondamentale et appliquée. L'équipement permettrait ainsi des expériences inédites en cosmologie et en physique des hautes énergies.

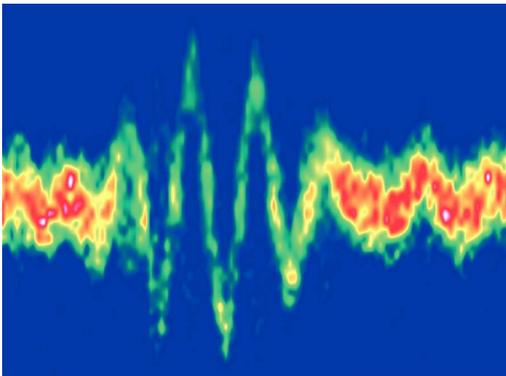


Retombées et impacts

ELI devrait permettre des avancées dans de nombreux domaines, allant de l'oncologie, l'imagerie médicale, l'électronique rapide à la compréhension du vieillissement des matériaux des réacteurs nucléaires et à l'élaboration de nouvelles méthodes de traitement des déchets nucléaires.

Il est prévu d'impliquer fortement des industriels (laser et industries associées) dans la construction d'ELI, compte tenu du saut technologique important induit par le projet dans les domaines du laser, l'optique adaptative, les réseaux de diffraction.

Situation dans le monde



Des partenariats sont engagés avec le synchrotron SOLEIL, avec le projet PETAL (laser Aquitaine), avec ELT (European Extremely Large Telescope) et HiPER (High Power laser Energy research facility).

L'équipement ILE du Plateau de Saclay aura vocation à être un satellite privilégié de ELI.

Communauté scientifique concernée

Environ 150 à 200 personnes travaillant pour ELI.

Accès ouvert à la communauté internationale.

La communauté des utilisateurs devrait être importante

grâce à l'aspect très multidisciplinaire des applications.

Budget

Construction : 450 M€.

www.extreme-light-infrastructure.eu

⁵⁴ Cf. fiche correspondante

ESS - European Spallation Source

Nature de la TGI

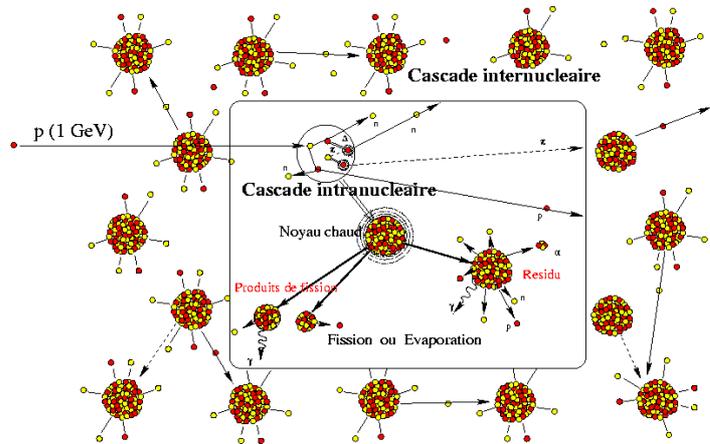
Source européenne de neutrons.

Localisation: à déterminer. Trois sites sont candidats : Lund (Suède), Bilbao (Espagne), Debrecen (Hongrie).

La source doit être opérationnelle en 2020.

Description et objectifs scientifiques

Le projet utilise une source à « spallation » : le principe consiste à accélérer des protons vers une cible pour en extraire des faisceaux de neutrons à haute intensité.



Dans le cadre du projet ESS, ces neutrons sont envoyés vers des équipements de programmes de recherche en physique des particules, physique de la matière, chimie, sciences des matériaux, biologie.

Cette source de neutrons est complémentaire des installations à haut flux existantes à Saclay (ORPHEE-LLB) et Grenoble (ILL).

Situation dans le monde

Collaboration de l'ESS avec les différentes sources neutroniques, notamment l'ILL (Institut Laue-Langevin de Grenoble) et l'ISIS (Rutherford Appleton Laboratory, Royaume Uni).

Des projets similaires sont déjà en construction aux USA (Spallation Neutron Source, Oak Ridge, Tennessee) et au Japon (J-parc, Tokaimura) et devraient être opérationnels vers 2012-2015.

Budgets :

Construction : Entre 1 et 1,5 Md€.

Fonctionnement : 100 M€/an.

http://neutron.neutron-eu.net/n_ess

EMFL - *European Magnetic Field Laboratory*

Nature de la TGI

Laboratoire multi-sites dédié aux champs magnétiques intenses. Projet européen.

Localisation distribuée : Grenoble (LCMI/GHMFL), Toulouse (LNCMP)⁵⁵, Dresde en Allemagne (HLD) et Nimègue aux Pays-Bas (HFML).



Description et objectifs scientifiques

Les champs magnétiques intenses sont un outil puissant pour l'étude de la matière. L'objectif du projet est de disposer en Europe d'un laboratoire à même de produire et d'utiliser les champs magnétiques les plus élevés possibles, afin de maintenir la compétitivité européenne au niveau mondial.

Il s'agit de fédérer dans une seule entité quatre laboratoires de taille moyenne spécialisés dans le domaine des champs magnétiques intenses : les laboratoires de Grenoble et Toulouse réunis au 1 janvier 2009 en un laboratoire unique, le *Laboratoire National des Champs Magnétiques Intenses* (LNCMI), le *Hochfeld-Magnetlabor* de Dresde (HLD) et le *High Field Magnet Laboratory* (HFML) à Nimègue. Cette mutualisation devrait être l'occasion d'une mise à niveau des diverses installations avec pour objectif de constituer un socle technologique avancé sur lequel chacun des laboratoires s'appuiera pour mener des recherches en propre.

Retombées et impacts

Actuellement 200 publications par an pour les quatre laboratoires.

Situation dans le monde

Le leader mondial dans le domaine est le *United States National High Magnetic Field Laboratory* aux USA, lui-même distribué sur trois sites.

La situation au Japon est similaire à celle de l'Europe. La Chine a annoncé la création d'un laboratoire national.

EMFL est proposé dans le cadre de la révision de la feuille de route ESFRI, pour maintenir la compétitivité de l'Europe dans le domaine des champs magnétiques intenses.



Communauté scientifique concernée

Sur l'ensemble des quatre laboratoires : 48 scientifiques, 22 ingénieurs, 63 techniciens et administratifs.

200 chercheurs utilisateurs : physiciens, chimistes et sciences appliquées.

Quatre partenariats industriels à ce jour.

Budgets

Budgets récurrents des 4 installations: 15,1 M€

Coût global de mise à niveau des sites : ~125-130 M€

<http://www.emfl.eu>

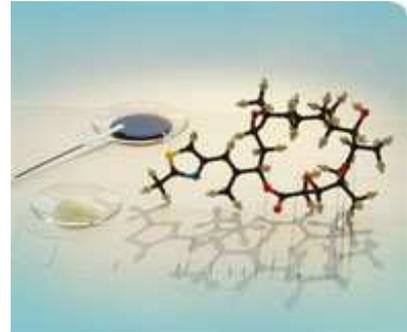
⁵⁵ Cf. fiches correspondantes

Nature de la TGI

Centre de recherche translationnelle dans le domaine des maladies neurologiques / maladies rares.

Participation française dans le projet ESFRI via NeuroSpin⁵⁶ : EATRIS

Localisation : Ile de France. Projet en cours de définition avec une implantation au sein de l'Institut du Cerveau et de la Moëlle.



Description et objectifs scientifiques

L'étape translationnelle, qui part de l'identification de cibles ou de produits candidats pour aboutir à la preuve du concept clinique, correspond à un éventail de savoir-faire et nécessite une infrastructure professionnalisée fournissant un ensemble de services aux communautés de chercheurs. Le projet de structuration d'une infrastructure de recherche translationnelle consiste à renforcer le partenaire français d'EATRIS (NeuroSpin) par :

- la mise sur pied d'une filière translationnelle dans le domaine des neurosciences et des maladies rares: chimiothèque et criblage à haut débit pour les composés chimiques et les biomédicaments, modèles cellulaires, modèles animaux, imagerie moléculaire chez l'animal, imagerie fonctionnelle et moléculaire chez l'homme, toxicologie préclinique (*in silico*, *in vitro*, animale), développement de biomarqueurs, pharmacologie préclinique (cinétique, dynamique), production en conditions GMP de lots cliniques, développement de dispositifs médicaux et d'outils diagnostiques, preuve du concept clinique.
- la mise sur pied d'une instance de suivi selon trois axes : évaluation scientifique et priorités de santé, suivi réglementaire du produit, évaluation du marché potentiel, de la propriété intellectuelle et du potentiel de valorisation.

Retombées et impacts

La recherche translationnelle est capitale pour la mise en œuvre des nouveaux procédés de prévention, de diagnostic et de traitement. Cette étape est souvent liée au transfert du secteur public vers l'industrie, car le transfert s'effectue soit après la preuve du concept sur modèle animal, soit après la preuve du concept clinique, chez l'homme. Etre capable de réaliser cette étape est donc capital pour la valorisation économique des recherches biomédicales. Il s'agit d'un goulot d'étranglement majeur dans le couplage entre recherche d'amont et ses applications, tant du point de vue de la valorisation que de la santé.

Communauté scientifique concernée

L'ensemble des acteurs dont les recherches aboutissent à un produit candidat à une application dans le domaine de la prévention, du diagnostic ou du traitement.

Plusieurs centaines de chercheurs et praticiens seront utilisateurs de cette infrastructure.

Budget

Budget annuel : 20 M€/an.

www.eatris.eu

⁵⁶ Cf. fiche correspondante