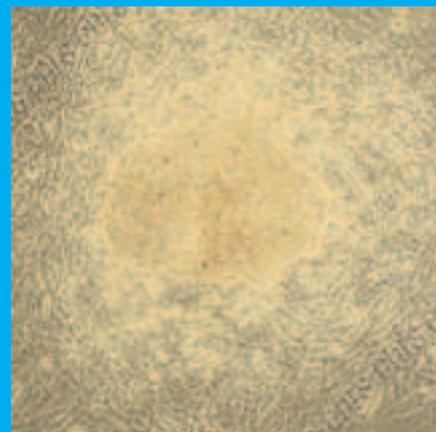
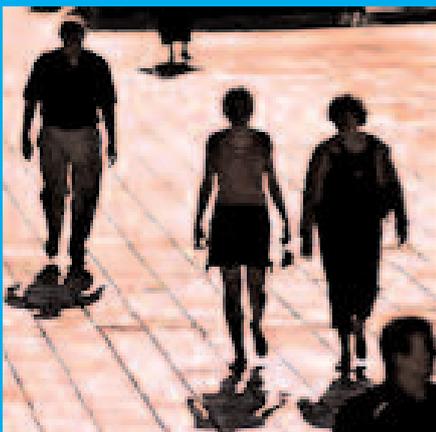


Stratégie nationale

Infrastructures de recherche 2012-2020

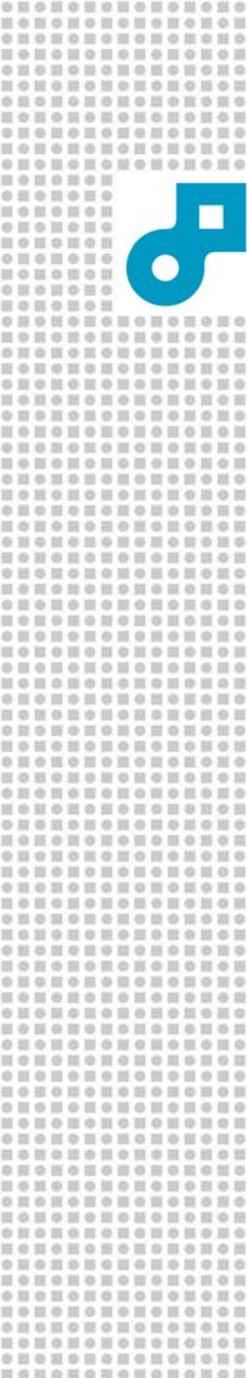




MINISTÈRE
DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR
ET DE LA RECHERCHE



STRATEGIE NATIONALE



Infrastructures de recherche 2012 - 2020

Octobre 2012

INTRODUCTION

Plus que jamais au cours de l'Histoire, les enjeux scientifiques posent le défi de construire des infrastructures de recherche à la pointe des connaissances scientifiques et technologiques. Les conditions dans lesquelles se fait la science n'ont aucune commune mesure avec celles du passé. Les frontières de la connaissance ont reculé jusqu'à des extrêmes que seules des réalisations technologiques majeures permettent de confronter à la réalité expérimentale.

La génération des expériences et des phénomènes, mais aussi des calculs sur lesquels s'appuient les résultats de la science suppose de grands instruments portant les capacités techniques au-delà de l'existant, intégrant la porosité disciplinaire source d'innovation et agrégeant, dans une structure commune, la prise en compte de problèmes complexes. Ces outils sont les conditions des futures découvertes tout autant que le produit des dernières avancées scientifiques. La réussite, la crédibilité et la compétitivité sont à ce prix. De grands équipements le plus souvent pilotés par des organisations internationales ont été ainsi créés reposant sur l'articulation d'une diversité d'instruments de premier plan et nécessitant des ressources humaines et financières conséquentes. Ils reposent ainsi sur le soutien et les encouragements donnés par la puissance publique et peuvent impliquer plusieurs États au travers d'organisations internationales.

La création en 2002, par les Etats membres, du premier forum européen consacré aux infrastructures de recherche (ESFRI), témoigne de la volonté de conférer à un ensemble d'infrastructures un rôle majeur dans la construction de l'espace européen de la recherche. Elles constituent un cadre de collaboration entre les Etats auquel la France participe activement.

Parallèlement à ces grands programmes internationaux et européens, se sont développés, ces dernières décennies, en lien avec les avancées technologiques, une quantité d'instruments partagés entre de nombreux acteurs sur le territoire : nouveaux modes de microscopie et d'imagerie, nouveaux dispositifs d'analyse génomique à haut débit, développement d'expériences virtuelles, bases de données sociales, corpus de textes numérisés enrichis d'outils d'exploitation...

Dans ce contexte, la formalisation d'une stratégie nationale de développement des infrastructures s'impose qui intègre tout à la fois les grands programmes internationaux, les infrastructures européennes et les infrastructures aux collaborations moins institutionnalisées, chacune d'entre elles devant répondre aux critères d'excellence scientifique et technologique, d'efficacité de la gouvernance, et de lisibilité d'accès. Il convient alors de prendre en compte les apports de la technologie, l'évolution des pratiques scientifiques, les investissements humains et financiers, les retombées pour l'innovation tout comme les reconfigurations du paysage français de la recherche avec notamment la création des alliances. Une telle démarche doit avoir pour ambition également de dessiner les grandes voies pour l'avenir.

La direction générale pour la recherche et l'innovation a donc mis en place une démarche en deux temps, un temps de consultation à plusieurs niveaux (niveau scientifique avec un ensemble de groupes de travail réunis autour d'une grande thématique, niveau scientifique et programmatique avec la consultation des grands opérateurs et des alliances) pour élaborer la partie stratégique, un deuxième temps de recueil d'analyses sur les coûts complets et sur les besoins à court, moyen et long termes pour la mise en œuvre d'une programmation pluriannuelle pour les très grandes infrastructures de recherche.

La feuille de route 2012-2020 témoigne de la volonté de l'Etat, par ses grands établissements de recherche, de répondre au mieux aux exigences d'innovation en proposant un ensemble d'infrastructures ouvert et régulé. Elaborée à partir d'un état de l'art proposé par des scientifiques de tous les domaines, elle est l'occasion de reconnaître une diversité d'instruments (des traditionnels grands équipements localisés aux infrastructures distribuées, des outils high tech aux centres internationaux de collaboration scientifique) qui répondent tous aux mêmes critères d'ouverture, de gouvernance et de qualité.

Cette feuille de route a pour ambition de relever le triple défi de donner à comprendre les axes de la politique de l'Etat en matière d'infrastructures, de dessiner un schéma global de gouvernance adapté aux exigences de coordination entre les différents opérateurs et de proposer un dispositif annuel

d'actualisation souple et réactif de l'ensemble des infrastructures (tableau de bord annuel) articulé, pour les grandes infrastructures, à un suivi financier intégrant la totalité des coûts.

Chiffres clés des infrastructures en France en 2013

Organisations internationales dans lesquelles la France est impliquée	3 : CERN, ESO, EMBL
% d'infrastructures ESFRI auxquelles la France participe	100% des infrastructures en phase d'implémentation 75% pour les autres
Nombre de très grandes infrastructures (accords internationaux, européens, interministériels)	18*
Nombre d'infrastructures	45*
Nombre de projets	7*

* voir tableaux en annexe p 41 à 47

SOMMAIRE

• STRATEGIE 2012-2020	7
Le périmètre.....	9
La généralisation des infrastructures de recherche	11
Lignes directrices de la politique française en matière d'infrastructures	27
Champs d'application	32
• GOUVERNANCE.....	35
La gouvernance pour les OI et les TGIR	37
La gouvernance pour les infrastructures de recherche.....	39
• ANNEXE / TABLEAU DE BORD 2013 / OI, TGIR, IR, PROJETS 2013 LISTE 2012 DES INFRASTRUCTURES DE RECHERCHE	41

STRATEGIE 2012-2020

LE PERIMETRE

La diversité des outils et dispositifs concernés conduit à être plus explicite sur les principes fondateurs des infrastructures de recherche et à proposer une classification simple qui permette de distinguer des grands ensembles pour lesquels décision politique et engagements financiers sont de nature différente.

Un périmètre ouvert mais aux contours précis

Les principes innervant les infrastructures de recherche peuvent s'énoncer ainsi :

- Outil (ou dispositif) possédant des caractéristiques uniques identifiées par la communauté scientifique utilisatrice comme requises pour la conduite d'activités de recherche de haut niveau. Les communautés scientifiques visées sont en premier lieu nationales ; les infrastructures de portée européenne ou internationale sont celles reconnues par les communautés correspondantes et objets de coopérations internationales, par exemple pour traiter des questions d'intérêt mondial.
- L'infrastructure peut conduire une recherche propre, et/ou fournir des services à une communauté d'utilisateurs (intégrant les acteurs du secteur économique) présente sur le site ou interagissant à distance.
- L'infrastructure doit disposer d'une gouvernance identifiée, centralisée et effective et d'instances de pilotage scientifique.
- L'infrastructure doit être ouverte, accessible sur la base de l'excellence scientifique évaluée par les pairs au plan international ; elle doit donc disposer d'instances d'évaluation adéquates.
- L'infrastructure dispose d'un plan de financement et doit être en mesure de produire un budget consolidé.
- Une infrastructure de recherche est souvent un lieu privilégié de collaboration avec le secteur économique, notamment dans les phases de conception, d'ingénierie et de mise en service, mais également par la possibilité de lever des verrous technologiques conduisant ainsi à des innovations. Ceci peut également se concrétiser par la formation et la diffusion de connaissances.

Trois ensembles d'infrastructures

La volonté de disposer d'une stratégie qui dessine une image actualisée et plus complète des instruments au service de la recherche a incité à ouvrir la réflexion sur les outils et dispositifs inscrits dans la durée et construits dans le cadre de grands accords internationaux (les OI pour « organisations internationales »).

Un deuxième ensemble d'infrastructures a été distingué qui regroupe des instruments faisant l'objet de partenariats internationaux ou européens (en lien notamment avec la feuille de route du forum stratégique européen (ESFRI) ou des instruments majeurs dans les réseaux de collaboration industrielle et d'innovation. Cet ensemble relève d'une politique nationale ou d'une stratégie gouvernementale au titre des « très grandes infrastructures de recherche » (TGIR). Elle est traduite au moyen de plusieurs actions de la LOLF.

Le troisième ensemble est destiné à reconnaître les infrastructures de recherche (IR) correspondant aux critères définis plus haut et relève des choix des différents opérateurs de recherche. En particulier, peuvent entrer dans cette catégorie, éventuellement à l'issue d'une phase « Projet » :

- Les infrastructures mises en œuvre par les Alliances programmatiques ou par leurs membres, ou par des Etablissements publics en raison de leurs missions particulières.

- Les infrastructures labellisées par les programmes incitatifs gouvernementaux, notamment « Equipement d'Excellence » dans le cadre des Investissements d'avenir.
- Les réseaux d'infrastructures mutualisant soit des ressources humaines soit des équipements de recherche et disposant d'une gouvernance centralisée, identifiée et effective.

Le respect de ces critères, et la mise en place de procédures transparentes et objectives reposant sur une évaluation scientifique par les pairs et de haut niveau, permet d'assurer la cohérence des efforts réalisés par tous les acteurs de la recherche : Etat, collectivités régionales et territoriales, Union européenne.

Ces catégories ont été construites à partir d'un ensemble de données objectivables. Il n'y a pas de hiérarchie d'excellence ou de nature technologique entre les trois niveaux, qui peuvent correspondre à des phases distinctes d'une même infrastructure.

Cette conception large rapproche cet exercice stratégique des points de vue adoptés par de nombreux pays européens, son originalité réside cependant dans l'identification de critères qui s'appliquent aux trois grands ensembles énoncés précédemment (OI, TGIR et IR).

LA GENERALISATION DES INFRASTRUCTURES DE RECHERCHE

Plusieurs phénomènes justifient le constat de généralisation : la diversification des outils et dispositifs, les évolutions de l'ensemble des secteurs disciplinaires, les demandes du secteur économique.

La diversification des instruments

Les infrastructures ne sont pas limitées aux seuls « grands appareils » monosites, mais prennent aujourd'hui des formes variées pour satisfaire les besoins des communautés scientifiques. Certaines de ces formes dépendent totalement des nouvelles capacités issues des technologies de l'information et de la communication, d'autres traduisent les formes d'organisation en réseau humain de communautés globales. Cinq formes ont été identifiées qui couvrent l'ensemble des grandes infrastructures :

- infrastructure localisée
- réseau de plateformes
- infrastructure de recherche virtuelle, base de données
- collections, archives et bibliothèques scientifiques
- infrastructure à la base de réseaux humains de très haut niveau scientifique

Un rapide examen de l'évolution de l'ensemble des infrastructures permet de mesurer le développement rapide des infrastructures en réseau confirmant la place centrale de la donnée numérique (collecte, traitement et archivage pérenne) dans l'activité scientifique contemporaine.

Orientations en matière scientifique

Le travail d'analyse de l'existant et de proposition d'évolutions a fait l'objet d'échanges au sein des groupes constitués autour des sept grands domaines scientifiques réunis au cours de l'année 2011. Les propositions qui suivent résultent des analyses conduites à partir d'un état de l'art systématique, de comparaisons internationales et de réflexions prospectives.



Les premiers grands instruments de recherche ont répondu aux besoins de la communauté des physiciens qui avaient pour ambition d'étudier les constituants ultimes de la matière. Actuellement, les grandes infrastructures en physique nucléaire dans lesquelles les scientifiques français sont majoritairement investis, en France et en Europe, sont des complexes d'accélérateurs d'ions lourds localisés sur les sites du GANIL à CAEN, et de GSI à Darmstadt en Allemagne, délivrant des faisceaux stables et radioactifs. La stratégie vise à maintenir la position de leader dans le domaine. Ces sites ont ainsi vocation à abriter, à l'orée 2014-2020, les fers de lance de la recherche en physique nucléaire européenne, SPIRAL2 et FAIR.

SPIRAL2 formera, avec le GANIL d'aujourd'hui, un outil unique pour les faisceaux d'ions radioactifs. SPIRAL2 sera aussi une source de neutrons rapides (14 MeV) parmi les plus performantes au monde pour les dix prochaines années. FAIR sera, dans son ensemble, unique par l'importance des domaines scientifiques couverts par sa variété de faisceaux (ions lourds, antiprotons), sa complémentarité avec SPIRAL2 pour les faisceaux radioactifs, et en physique hadronique avec des expériences du LHC au CERN et de RHIC et JLAB aux Etats-Unis. SPIRAL2 et FAIR sont des priorités de la feuille de route européenne de physique nucléaire établie récemment (2010) par la communauté sous l'égide du « Nuclear Physics European Collaboration Committee » (NuPECC) et font partie de la feuille de route ESFRI.

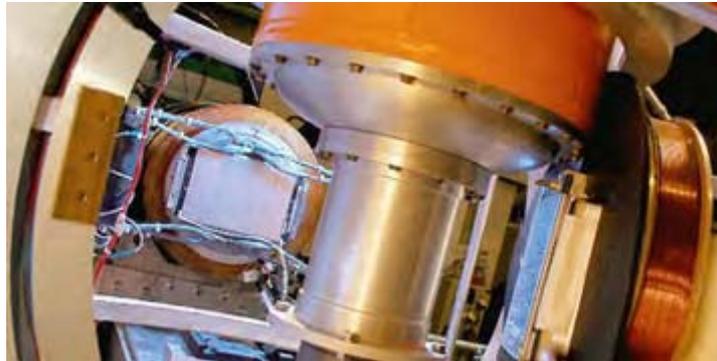
La physique des hautes énergies dispose d'installations de rang mondial. C'est sous la houlette du Conseil du CERN que s'élabore la stratégie européenne et la France y joue un rôle important, consolidé aussi bien par sa participation dans les expériences et dans la conception des installations, que par les coopérations de recherche ou de nature industrielle qui sont facilitées par la localisation du CERN en proximité immédiate de la frontière française. Les technologies de pointe conçues ou validées au CERN comportent par exemple les aimants cryogéniques, le contrôle informatisé du faisceau. Les projets sont ambitieux sur le plan technique, tant pour les accélérateurs que pour les détecteurs et instruments. Ils nécessitent un travail de conception en lien avec la définition des sujets de recherche, en parallèle avec un effort de R&D technologique coordonné au plan mondial et en collaboration avec les partenaires industriels. Souvent la phase de conception et de réalisation dure plus d'une décennie, avant une phase d'exploitation sur plusieurs décennies. La feuille de route de la stratégie européenne en physique des particules sera remise à jour au printemps 2013 et présentée à la Commission européenne. Une exploitation optimale du LHC prévoit une seconde phase de haute luminosité avec des modifications à l'accélérateur et aux détecteurs devant être implémentées en 2018 et 2021, et qui nécessiteront des discussions liées aux possibilités de financement. Les infrastructures au-delà du LHC actuel pourraient être le HE-LHC (*High Energy LHC*) qui doit être considéré comme une nouvelle machine, ou un collisionneur linéaire à électrons (ILC ou CLIC) dans le cadre d'un effort mondial.

Les constituants de la matière sont aussi les constituants de l'univers. La physique des astroparticules et la cosmologie conduisent actuellement à des avancées très rapides, et ses thèmes figurent maintenant parmi les plus hautes priorités des principales stratégies internationales de recherche, à l'interface de la physique des hautes énergies et les sciences de l'univers. Ce domaine comporte l'étude du rayonnement cosmique (photons, particules chargées, neutrinos ou ondes gravitationnelles) mais s'ouvre également à de nouveaux défis de recherche fondamentale majeurs comme le contenu en matière et énergie noire, ou l'étude des neutrinos atmosphériques, qui ont récemment donné lieu à deux prix Nobel. Dans ce domaine, la France a joué un rôle majeur dans la construction de plusieurs

infrastructures permettant de sonder ces constituants de l'univers (Télescope Cherenkov HESS en Namibie, télescope à neutrinos ANTARES à Toulon, l'interféromètre gravitationnel international Virgo à Pise en Italie). Deux types de priorités coexistent : dans le court terme (horizon 2014-2015) la finalisation des projets Advanced VIRGO et ANTARES. A moyen terme la finalisation des études préparatoires menées pour le *Cherenkov Telescope Array* (CTA) constitue un projet rassemblant l'ensemble de la communauté mondiale de la astronomie gamma de haute énergie, cependant que le LSST (*Large Synoptic Survey Telescope*) constitue un projet majeur de cosmologie où les groupes français bénéficient dans le domaine des supernovae d'une remarquable visibilité scientifique, qui en font les principaux partenaires aux côtés des Etats-Unis portant le projet.

Objectifs

- Maintenir la position d'excellence de la France dans la communauté de la physique nucléaire et des hautes énergies
- Valoriser les réalisations technologiques novatrices suscitées par les grands instruments
- Développer l'intérêt pour la science et l'attractivité des carrières scientifiques au travers des grandes expériences d'intérêt mondial



Les infrastructures consacrées aux sciences de la matière et à l'ingénierie, majoritairement localisées sur un site (ESRF et ILL et EMFL à Grenoble, SOLEIL et LLB en Ile de France, XFEL à Hambourg...), avec aussi la présence de réseaux de plateformes distribuées (EMIR, RENATECH), se caractérisent par l'utilisation de sondes de différente nature : les photons incohérents, couvrant le plus large spectre électromagnétique, des ondes millimétriques au rayons X très durs, voire rayons gamma ; les photons cohérents, délivrés par des lasers de Ultra Haute Intensité (UHI) ou une Haute Densité d'Énergie (HDE) ; les neutrons, avec une forte capacité de pénétration dans la matière et les champs magnétiques intenses pour les spectroscopies de type RMN.

L'accès combiné, souvent de façon complémentaire, aux diverses infrastructures, permet aux scientifiques d'obtenir des avancées uniques dans le développement de la connaissance de la matière sous toutes ses formes (gaz, liquide, solide, plasma) et en reproduisant en laboratoire toutes les conditions naturelles (très haute pression, hautes et très basses températures, hauts champs magnétiques). Tous les domaines scientifiques sont investis : physique, chimie, astrophysique, géologie, biologie, archéologie, paléontologie et patrimoine culturel. Ainsi, ces infrastructures participent des avancées sur l'énergie, la santé. En permettant de caractériser les matériaux, elles contribuent au développement de la nano-électronique et des nano-sciences. Les infrastructures recouvrent donc une diversité d'instruments : des accélérateurs synchrotrons (SOLEIL, ESRF), des lasers (LULI), des champs (EMFL) des Tokamaks (JET, ITER, Tore Supra), des centres de diffusion neutronique (LLB, ILL) et des réacteurs (RJH, MYRRHA), des centrales de caractérisation à l'échelle nanométrique.

Le développement des technologies à des échelles nanométriques a conduit les ingénieurs, dans plusieurs secteurs clés de l'économie, à façonner la matière et à l'observer en utilisant des outils de synthèse et d'observations jusqu'alors presque exclusivement utilisés par les chercheurs. Cette tendance devrait s'accroître dans les années à venir conférant aux sites équipés de grandes infrastructures un pouvoir d'attractivité supplémentaire pour les développements industriels.

Dans le domaine des technologies d'intégration matérielle, vecteur indispensable aux nouvelles technologies du numérique, le réseau national des grandes centrales de technologie (RENA TECH) initié en 2003, doit rester un outil compétitif au meilleur niveau mondial pour le développement des futurs systèmes nanoélectroniques. Sa forte expérience permet des transferts de savoir faire notamment dans les pays émergents, plantant ainsi les germes de futures collaborations. Il convient, à terme, de rendre cohérent ce réseau avec les nouveaux équipements qui se développent autour des technologies émergentes.

ITER. Bien que gérée dans des cadres spécifiques et donc non présente dans le tableau de bord annuel des OI et des TGIR, ITER doit être mentionnée pour l'importance de cette infrastructure dans le paysage scientifique. La maîtrise de l'énergie de fusion est l'une des pistes mise en œuvre dans la coopération internationale. Le tokamak qui sera installé en

France, à Cadarache, doit porter une part importante de la contribution européenne au projet. Il s'agit de progresser vers l'utilisation de la fusion par confinement magnétique dans le but de production d'énergie. Le programme comporte un important volet concernant les matériaux. Globalement, le projet est porteur de l'espoir de développer à terme une nouvelle source énergétique et l'industrie requise pour sa mise en œuvre effective.

Aujourd'hui, l'Europe est déjà en train de penser à l'après ITER avec DEMO. Une revue de l'ensemble des installations européennes de fusion par confinement magnétique a déjà été effectuée et doit être complétée par l'actualisation du programme européen d'accompagnement inclus dans le programme cadre FP8 de l'Union européenne.

Le programme d'accompagnement en discussion comprendra les machines européennes existantes ou en démarrage (JET, Tore Supra, W7X...). L'Europe, et particulièrement la France, participent à l'accord dit d' « Approche Élargie », pour la construction de plusieurs installations au Japon : IFERC, IFMIF/EVEDA et JT60SA. IFERC et IFMIF/EVEDA pour la préparation de DEMO et JT60SA pour ITER.

La durée de ces projets, de plusieurs dizaines d'années, liée aux coûts de l'investissement, nécessite un traitement particulier de ces programmes. Les évolutions de ces dix dernières années imposent d'infléchir la politique nationale suivie jusque-là et conduisent à investir dans des infrastructures situées hors du territoire national. Les participations à XFEL situé à Hambourg et à ESS à Lund en Suède en sont des exemples et devront être examinées à l'aune des accords entre les différents pays. Elles conduisent dans tous les cas à privilégier des modalités de cofinancement du fonctionnement et du développement par les différents usagers. Le programme européen « access » (I3) qui finance l'accueil des utilisateurs européens dans les infrastructures nationales devrait être poursuivi.

Objectifs

- Maintenir la position d'excellence de la France dans la recherche en science des matériaux et dans le domaine de l'énergie
- Développer une stratégie de recherche pluridisciplinaire et transdisciplinaire, et privilégier le continuum recherche fondamentale-recherche technologique à travers l'accès combiné aux grandes infrastructures
- Favoriser le rapprochement entre la communauté scientifique et le monde industriel



Les infrastructures du domaine sont des infrastructures distribuées, pour certaines des plateformes en réseau. Ces infrastructures sont de développement récent et ont l'ambition de coordonner un ensemble d'actions menées sur le territoire en lien, le plus souvent, avec des partenaires européens.

Les besoins de l'ensemble des sciences ayant considérablement évolué, la demande est devenue très forte en termes de simulation, de traitement et de stockage de grandes masses d'information. Pour y répondre, le choix a été fait de consolider la très grande infrastructure de recherche Haute Performance de Calcul à forte visibilité pour le calcul et l'archivage des données en quantité massive (objectif 2020 : *exascale*). Leur maîtrise nécessite de développer une infrastructure matérielle pyramidale pour l'hébergement et le traitement de ces données.

Le sommet de la pyramide est constitué par le grand équipement national de calcul intensif (GENCI), France Grilles, et les centres de calcul nationaux du CNRS, du CEA et des Universités (CINES, TGCC, IDRIS, CC-IN2P3). Ils ont la capacité d'héberger efficacement de grands volumes de données et de les coupler à des moyens de calcul et de traitement intensifs. Cette TGIR est liée à des plateformes intermédiaires d'hébergement et de traitement, structurées au niveau national à l'exemple de la génomique, et a vocation à être couplée à des instruments proches des lieux de production des données.

Le réseau RENATER, infrastructure de service mise à disposition de l'ensemble des communautés scientifiques, devra être déployé en cohérence avec les besoins de la TGIR Haute Performance de Calcul. Il devra, par ailleurs, être au cœur des développements liés à l'informatique en nuage (*cloud computing*).

La stratégie globale vise à conforter l'ensemble de ce dispositif et à renforcer les partenariats avec le secteur économique au travers notamment des programmes HPC PME de GENCI, INRIA, OSEO, du réseau des maisons de la simulation et des mésocentres qui offrent de l'expertise et des moyens de calcul aux PME et aux grands industriels.

Le projet de grand équipement pour la recherche en mathématiques (GERM) a vocation à devenir rapidement une infrastructure nationale de recherche (IR) mise en œuvre par le CNRS pour conforter le leadership français en recherche fondamentale et appliquée pour les mathématiques, avec le développement de structures d'accueil et d'échanges de renommée mondiale comparables aux autres centres leaders que sont le MSRI aux Etats-Unis et Oberwolfach en Allemagne.

La recherche en informatique a des besoins d'infrastructures spécifiques. La première a vu le jour ces dix dernières années et concerne les systèmes massivement parallèles et distribués (GRID 5000). Pour l'exercice à venir, l'accent a été mis, d'une part, sur la réalité virtuelle et augmentée et, d'autre part, sur l'internet du futur et l'intelligence ambiante. Des réseaux de plateformes seront mis en œuvre au niveau national.

Ces dernières années ont confirmé la montée en puissance de la communauté scientifique en robotique, principalement structurée autour du GDR Robotique et renforcée dans le cadre des investissements d'avenir par le projet structurant de plateforme Robotex. En interaction forte avec de

nombreux champs disciplinaires, et confrontée à une demande sociétale de plus en plus pressante, notamment dans les domaines de la santé et de la sécurité, il convient maintenant d'accélérer l'émergence d'un réseau national leader au niveau mondial tout en favorisant un effet de levier avec les actions européennes. Les enjeux scientifiques et techniques majeurs adresseront notamment le développement des capacités d'autonomie opérationnelle et décisionnelle des robots (robotique humanoïde, systèmes de drones), la coopération Humain-Robot et les fonctions d'assistance (santé, bien être), en renforçant la recherche interdisciplinaire avec les sciences humaines et sociales. Le projet de mise en réseau des compétences de cette thématique doit permettre d'identifier rapidement une infrastructure nationale de recherche à même de fédérer largement la communauté et d'apporter des réponses au triple enjeu scientifique, industriel et sociétal du domaine.

Objectifs

- Contribuer au leadership français en mathématiques auquel participent les infrastructures d'accueil et d'échange de renommée mondiale (GERM)
- Conforter le rôle de la simulation numérique en mettant à disposition des chercheurs des ressources compétitives de calcul intensif
- Contribuer à la compétitivité de la R&D dans les TIC et les nanotechnologies en donnant l'accès aux infrastructures de recherche appropriées
- Susciter et soutenir l'innovation, notamment par une démarche d'ouverture vers les industries et les PME



Les effets de la démographie mondiale et des modes de développement actuels sur l'état de la planète se conjuguent et induisent un risque de modification irréversible des conditions environnementales dont dépendent les populations et les sociétés. L'environnement terrestre est également soumis à des perturbations externes naturelles (par exemple, l'activité solaire) et l'objet de phénomènes naturels qu'il convient de comprendre et de prévoir au mieux afin d'en limiter les conséquences en termes de risques pour l'humanité. Pour analyser de tels risques et les maîtriser au mieux, il est nécessaire de poursuivre l'effort de développement et de mise en réseau des dispositifs d'observation en environnement et les bases de données associées dans un cadre européen et international (GMES-GEOSS). Il est, en effet, indispensable de disposer de données – et donc des infrastructures permettant de les recueillir et de les conserver – et de les utiliser dans une démarche scientifique qui combine modèles, simulations numériques ou expérimentales, et évaluation des risques. Les infrastructures de recherche participent ainsi à l'ensemble de ces processus, d'où leur grande diversité. Elles s'étendent sur toute la planète et son environnement immédiat dans le cadre d'une grande variété de coopérations internationales ou intra-européennes. Leurs utilisations sont d'intérêt sociétal et économique : météorologie et prévision des événements rares, phénomènes sismiques et tsunamis, gestion des ressources en eau, ressources naturelles.

La connaissance du système Terre est, par conséquent, 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. Il s'agit par conséquent d'un enjeu scientifique majeur.

Un ensemble d'infrastructures de recherche permet de mettre en œuvre des projets issus des différentes communautés. C'est le cas avec les avions de recherche instrumentés pour la recherche (SAFIRE) et la flotte océanographique de recherche (FOF). C'est aussi le cas de la station polaire internationale CONCORDIA (coopération franco-italienne) en antarctique. D'autres infrastructures ont vocation à fournir des données issues d'observations et de modélisations numériques conduisant à des prévisions sur l'état de l'atmosphère comme le centre européen pour les prévisions météorologiques à moyen terme (CEPMET) ou MERCATOR OCEAN qui produit des prévisions sur l'état des océans en lien avec l'évolution du climat et développe des outils nécessaires à l'océanographie opérationnelle.

Le réseau sismologique et géodésique français RESIF étudie la déformation de la croûte terrestre et les aléas telluriques qui lui sont liés. La plateforme distribuée CALIFF rassemble l'ensemble des

moyens d'exploration des domaines continentaux, glaciaires et océaniques par forage et carottages, les échantillons qui en sont issus. C'est au travers de cette plateforme que s'organise la participation de la France au programme de forages profonds océaniques européen ECORD et international IODP. ARGO-France et de sa contribution à Euro-ARGO, qui rassemble environ 3000 flotteurs, et qui a pour objectif le suivi de la température et de la salinité des océans de la surface jusqu'à 2000m de profondeur. L'observatoire européen multidisciplinaire du fond de mer (EMSO) est, quant à lui, destiné à recueillir aussi bien des données physiques (sismicité...) que biologiques (nutriments...). Rassemblées sur le site du laboratoire souterrain de Bure, plusieurs infrastructures de recherche composent le Centre national de la mémoire et de la conservation dans le domaine de l'environnement (SOMET). Enfin, plusieurs grandes infrastructures de recherche coordonnent des Systèmes d'observation et d'expérimentation pour la recherche et l'environnement (SOERE) des surfaces continentales et de l'interface continent – océan (TRN), des océans et de la variabilité du climat (MOVC), de l'atmosphère (IAGOS, ICOS), en particulier des gaz à effets de serre, et du réchauffement climatique (MARC).

L'astronomie a toujours consacré une très grande part de ses moyens à la mise en œuvre de grands instruments mutualisés dans des observatoires nationaux ou internationaux. La course à la sensibilité et à la résolution angulaire et spectrale, ainsi que l'ouverture vers les messagers autres que la lumière (ondes gravitationnelles, neutrinos et rayons cosmiques), nécessitent de très grands instruments qui ne sont plus à la portée d'une seule nation. Ceux-ci sont maintenant développés dans le cadre de sociétés (CFHT, IRAM, etc.) ou d'organisations (ESO, ESA) internationales. La discipline est ainsi très fortement structurée au niveau européen, avec une implication prioritaire dans les programmes européens ou internationaux, qui ont un fort impact sur la stratégie nationale. La France est un acteur majeur dans la grande organisation internationale ESO, elle est aujourd'hui impliquée dans deux des quatre instruments VLT de seconde génération sélectionnés par le conseil de l'ESO. Elle a la responsabilité de l'instrument MUSE, dédié à la spectroscopie trois dimensions, et de l'instrument SPHERE, dédié à l'imagerie des exo-planètes. Par ailleurs, l'ESO a retenu deux des trois instruments de seconde génération pour le *Very Large Telescope Interferometer* (VLTi) qui avaient fait l'objet d'une étude de phase A. La France est aujourd'hui responsable d'un de ces projets et coresponsable du second.

Les projets prioritaires de la discipline concernent la prochaine génération de grands instruments au sol, avec le développement du plus grand observatoire optique et proche infrarouge mondial, l'E-ELT (*European Extremely Large Telescope*) dans le cadre de l'organisation internationale ESO, du projet international CTA (*Cherenkov Telescope Array*) de télescopes Cherenkov dans le domaine des rayons gamma de très haute énergie CTA et du projet international SKA (*Square Kilometer Array*) de réseau de radiotélescopes basse fréquence.

Objectifs

- Maintenir le leadership français dans le domaine de l'étude du climat
- Développer et installer dans la durée les infrastructures d'observation et d'expérimentation en environnement, ainsi que celles dédiées au suivi des déformations de la croûte terrestre et aux aléas qui leurs sont liés
- Assurer la jouvence de la flotte océanographique de recherche
- Contribuer au développement et à l'exploitation scientifique des grands observatoires astronomiques au sol, à leur instrumentation et aux centres de données associés
- Développer les innovations technologiques nécessaires à cette instrumentation



La finalité des recherches a été examinée à travers le prisme des priorités santé-alimentation et urgence environnementale de la Stratégie nationale de recherche et d'innovation - SNRI : a) productions végétales (à visée alimentaire ou non-alimentaire) ; b) productions animales (terrestres et aquatiques) ; c) biodiversité, environnement¹ ; d) nutrition et santé humaine.

Les besoins en infrastructures s'organisent en 4 grandes catégories: i) **Instruments** : des omiques (du gène au métabolite : génomique, transcriptomique, protéomique, métabolomique...) au phénotypage et à l'imagerie en veillant à la bioinformatique ; ii) **SOERE** : **installations expérimentales** (stations d'écologie expérimentale, sites instrumentés et écotrons) et systèmes d'observation à long terme ; iii) **Collections et ressources biologiques** (CRB, CRG, collections, chimiothèques) ; iv) **Cohortes** en population générale (alimentation).

Des bases de données, des systèmes d'information et un système de management de la qualité se retrouvent dans chaque catégorie.

Les grands enjeux pour lesquels ces infrastructures doivent être mobilisées sont au moins de cinq ordres : i) adaptation au changement climatique ; ii) gestion, conservation et restauration de la biodiversité ; iii) performance des systèmes agricoles : input/output, analyse de cycle de vie ; iv) gestion des ressources biologiques ; v) chaîne de production de l'aliment et santé humaine ; vi) énergies renouvelables.

Les défis à relever sont nombreux, de la densification spatiale et temporelle des données à la régionalisation des modèles d'évolution climatique, en passant par une meilleure compréhension du rôle des différents compartiments et de leurs couplages. A l'image des travaux sur le climat, une

¹ Avec la montée en puissance des enjeux concernant la biodiversité, la logique d'organisation des infrastructures pour la recherche sur la biodiversité repose sur un tryptique Observation-Expérimentation-Modélisation. Cela correspond à 4 types d'infrastructures : collections (*ex situ*, bases de données), observation *in situ* (SOERE), expérimentation *in situ* (SOERE) et *ex situ* (écotrons) et modélisation qui reboucle vers expérimentation et exploite des bases de données.

avancée majeure sera de modéliser l'évolution des écosystèmes sur le long terme. Cela nécessite de comprendre la dynamique de la biodiversité des écosystèmes et de leurs évolutions sur le long terme, d'être en capacité d'appréhender les services écosystémiques et de mesurer l'impact des activités humaines. Il convient alors de pouvoir mobiliser de manière intensive, dans un cadre qui sera souvent international, de grandes infrastructures de recherche regroupant une large palette d'instruments, localisés ou distribués. Quatre projets de réseau s'imposent pour le domaine : ANAEE, CRB (animal et végétal), plateformes de phénotypage et l'ECOSCOPE.

ANAEE vise à mettre en place à un niveau européen un réseau coordonné d'infrastructures expérimentales pour une recherche intégrée portant sur les écosystèmes et les agro-écosystèmes, leur dynamique, leur gestion et leur évolution en lien avec les changements planétaires.

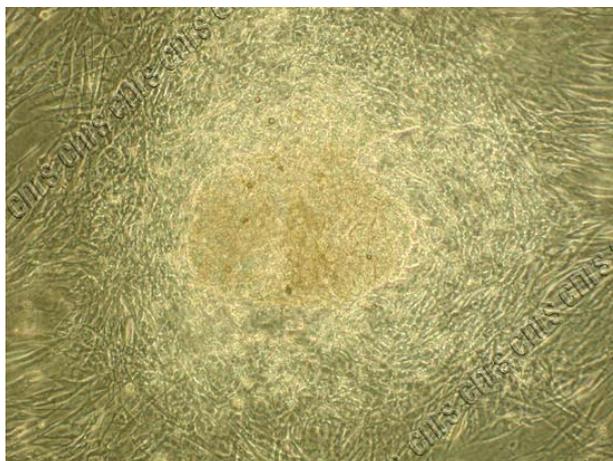
Les centres de ressources biologiques (animal et végétal) ont pour but d'harmoniser les pratiques et d'améliorer l'accessibilité et la conservation des ressources.

Les projets de plateformes de phénotypage portent sur le développement de méthodes innovantes à grande échelle, automatisées et standardisées pour déterminer en routine les caractéristiques des animaux d'élevage ou sur la caractérisation des génotypes dans des conditions environnementales variées.

L'ECOSCOPE est une plateforme nationale pour identifier, déployer et mettre en réseau et en cohérence les observatoires de recherche sur la biodiversité et les services écosystémiques qui en dépendent, en considérant la biodiversité dans ses composantes taxonomique, génétique et fonctionnelle et à divers niveaux d'organisation des systèmes écologiques. Le but de l'ECOSCOPE est *in fine* de mieux organiser la collecte, la préservation et l'exploitation des données issues des différents observatoires.

Objectifs

- Répondre aux besoins concernant l'urgence environnementale et le défi santé-alimentation
- Contribuer aux enjeux mondiaux concernant l'environnement, le climat et la biodiversité
- Faciliter les coopérations pluridisciplinaires permettant de mobiliser les connaissances et les outils développés par un large spectre de disciplines et d'infrastructures de recherche
- Permettre le recueil de données de qualité et dans le long terme requis pour évaluer les évolutions



Les infrastructures du domaine sont des infrastructures distribuées, pour certaines des plateformes en réseau. Elles sont de développement récent et ont l'ambition de coordonner un ensemble d'actions menées sur le territoire en lien, le plus souvent, avec des partenaires européens.

Faire face aux défis sociétaux liés à l'allongement de la durée de vie et à l'émergence de nouvelles pathologies nécessite des infrastructures en biologie-santé afin de développer de nouveaux concepts de diagnostic, de traitements plus rationnels, de nouvelles approches de la médecine personnalisée basés sur une recherche fondamentale de pointe. La France a décidé de rattraper son retard et d'accélérer la mise en place d'infrastructures de recherche en biologie-santé par leur financement semi-pérenne (10 ans).

Ces infrastructures de haute technicité contribuent à la formation des futurs chercheurs, au développement de projets multidisciplinaires d'excellence associant tous les domaines de la biologie, chimie, physique, mathématiques, technologies de l'information, sciences humaines et sociales... Ainsi, ces infrastructures constituent un outil majeur de la structuration de la recherche en santé de notre pays et doivent permettre de renforcer notre positionnement scientifique à l'international et contribuer à la construction de l'espace européen de la recherche (la majorité des infrastructures ESFRI en biologie-santé ont maintenant une composante française).

Une des forces de la France : l'imagerie cellulaire et moléculaire. La France possède de nombreux centres d'imagerie que ce soit pour la biologie fondamentale ou pour l'imagerie médicale, les nœuds français du projet ESFRI/Eurobioimaging sont les projets *France BioImaging* et *France Live Imaging*.

De la biologie structurale intégrative à l'émergence de la médecine personnalisée. Des centres de haute technologie de génomique (France-Génomique), de protéomique (PROFI) de métabolomique/fluxomique (metaboHUB) et tout particulièrement de biologie structurale (Frisbi, nœud français de ESFRI/INSTRUCT) permettent de mieux appréhender les mécanismes moléculaires des pathologies et de cibler les entités moléculaires impliquées. La biologie systémique, qui permet des approches interdisciplinaires intégrées et de modélisation des pathologies, est émergente en France, les acteurs sont encore peu structurés et peu visibles malgré des signes encourageants comme l'installation à Lyon de l'*European institute for Systems Biology and Medicine*, en partenariat avec la Chine et les Etats-Unis. La stratégie nationale vise à conforter ce secteur pour tenir compte de la révolution du vivant à l'œuvre avec le renouvellement des outils et méthodes de travail.

La recherche en bioinformatique via le réseau RENABI, nœud français d'Elixir, permet la gestion, le stockage et l'analyse des quantités exponentielles de données biologiques obtenues par l'ensemble de ces infrastructures.

La recherche médicale est axée autour de la recherche translationnelle et de la recherche clinique avec les instituts hospitalo-universitaires, Neuratris, constituant avec les IHU le nœud français du projet européen ESFRI/EATRIS concernant les neurosciences ; le projet IDMIT concernant les maladies infectieuses, de la recherche clinique ; F-CRIN (qui regroupe 53 CIC², la France coordonne ESFRI/ECRIN), et du développement de laboratoires de haute sécurité (projet HIDDEN, la France coordonne l'ESFRI/ Erinha). Des grandes cohortes ont également été soutenues. La mise en place des centres de ressources biologiques avec le projet Biobanques (nœud français du projet ESFRI/BBMRI) et de modèles animaux pertinents pour la recherche pré-clinique sur des pathologies diverses, avec les projets Celphedia (nœud français du projet ESFRI/Infrafrontier) et TEFOR, permet de consolider la structuration de la recherche en biologie-santé. Les thérapies innovantes sont développées grâce à l'émergence de biothérapies telles que la filière des cellules souches et leur utilisation pour la médecine régénératrice (Infrastructures EUCELLFrance pour les cellules souches mésenchymateuses et Ingestem pour les iPS autour d'industriels clés).

La stratégie 2012-2020 vise à amplifier la structuration de cet ensemble de projets.

Objectifs

- Relever le défi sociétal du vieillissement de la population et du maintien de son bien-être. Préparer les révolutions médicales de demain, médecine personnalisée, médecine régénératrice.
- Doter la France d'infrastructures en biologie-santé de niveau international. Promouvoir la constitution de la base d'expertise et de compétences requises pour accompagner le développement et l'adaptabilité de ces nouvelles infrastructures
- Faciliter les coopérations interdisciplinaires (notamment avec la physique, la chimie et les SHS) ou multidisciplinaires permettant à la biologie de bénéficier des progrès accessibles à travers les infrastructures de recherche quelle que soit la discipline principale
- Faciliter l'exploitation des résultats et les coopérations avec le secteur privé visant aux démarches de transfert et d'innovation

² Centres d'investigation clinique



Imaginé au milieu des années 2000, parallèlement à la réflexion menée au sein du forum européen ESFRI, les deux grandes infrastructures en SHS sont numériques (ADONIS/CORPUS et PROGEDO) et prennent en charge le volet français d'un ou plusieurs projets européens inscrits sur la feuille de route ESFRI (DARIAH et CLARIN pour ADONIS/CORPUS, CESSDA, ESS et SHARE pour PROGEDO). Le choix a été fait de participer à la construction européenne tout en conservant la possibilité d'agréger d'autres projets développés sur le territoire national avec l'idée qu'il était préférable d'éviter la multiplication des infrastructures. Ainsi, ADONIS/CORPUS a pour objectif de créer les conditions favorables au développement d'un espace de navigation pour l'ensemble des documents scientifiques à l'échelle européenne et internationale. Elle s'organise autour des différentes grandes communautés scientifiques et vise à les doter d'outils adaptés à l'ensemble de leurs besoins.

PROGEDO, TGIR des sciences sociales, favorise la participation d'équipes françaises à de grandes enquêtes européennes et veille notamment à rendre accessible à tout chercheur la statistique publique.

A l'instar des infrastructures de mathématiques, deux infrastructures réseaux ont été reconnues comme infrastructures nationales : le réseau des MSH destiné à consolider des pôles territoriaux d'excellence et NEFIAS qui repose notamment sur la mise en réseau nationale et internationale des Institutions impliquées dans l'internationalisation des SHS (IEA, UMIFRE...).

La stratégie du secteur est marquée par la volonté d'asseoir les infrastructures existantes et d'affirmer la participation française dans les projets européens notamment DARIAH (*digital infrastructure to study source materials in cultural heritage institutions*), SHARE (*data infrastructure for analysis of ongoing changes due to population ageing*), CESSDA (*facilitate access of researchers to high quality data for social sciences*) et ESS (*European Social Survey*), et de poursuivre l'étude pour CLARIN (*language resources*).

Objectifs

- Développer les infrastructures en sciences sociales de façon à asseoir un leadership européen notamment pour l'exploitation de la statistique publique
- Développer la présence française dans les infrastructures de la feuille de route ESFRI et étendre le système de navigation français pour les grands corpus textuels et quantitatifs
- Faciliter les coopérations pluridisciplinaires particulièrement dans les domaines de la santé et de l'environnement (bases de données, cohortes...)
- Contribuer aux réseaux européens d'excellence pour l'accueil de chercheurs étrangers

Les infrastructures documentaires



Les infrastructures documentaires ont vu leur rôle transformé avec le développement des publications scientifiques numériques et les outils bibliométriques qui s'y sont rattachés.

La première feuille de route nationale sur les infrastructures de recherche a mentionné l'urgence de développer une bibliothèque scientifique numérique sur le territoire national (BSN) au regard du manque de cohérence des actions et du montant des investissements (plus de 100M€ par an pour l'ensemble des opérateurs de recherche). BSN vise deux objectifs principaux : répondre aux besoins des chercheurs et enseignants-chercheurs en portant l'offre qui leur est fournie en information scientifique et technique - IST à un niveau d'excellence mondiale et améliorer la visibilité de la recherche française. Elle repose sur la mise en place d'un pilotage politique partagé par les grands acteurs de l'ESR, offrant des services à l'ensemble des communautés quel que soit leur statut ; créer de nouveaux modèles et équilibres économiques entre acteurs publics et privés dans l'édition scientifique.

BSN est composée de 9 segments d'activité pour lesquels des actions ont été initiées par différents opérateurs (spécialistes de la documentation, de l'IST, laboratoires de recherche...). L'infrastructure BSN vise à monter en qualité, donner de la cohérence à ces actions (mise en réseau) et à améliorer le ratio coût/efficacité. Depuis 2010, plusieurs opérations ont été menées (dispositif de licences nationales, dispositif d'acquisition d'archives, protocole inter-établissement sur les archives ouvertes), la période qui s'ouvre doit être celle de la consolidation du dispositif d'ensemble et de la mise en œuvre de tous les segments.

Moins visibles sur l'internet, certains grands fonds documentaires, de réputation internationale, n'en constituent pas moins des équipements majeurs pour un grand nombre de chercheur. Le regroupement des collections documentaires d'excellence vise à coordonner une politique patrimoniale sur le territoire afin de conserver un rôle prépondérant au niveau international pour certaines ressources documentaires d'exception.

Objectifs

- Répondre aux besoins des chercheurs et enseignants-chercheurs en portant l'offre d'information scientifique à un niveau d'excellence mondiale
- Améliorer la visibilité de la recherche française
- Consolider des collections documentaires uniques et attractives à l'international

Les besoins du secteur économique

Les besoins du secteur économique en matière d'infrastructures de recherche peuvent s'appréhender selon plusieurs axes :

- Le **développement de technologies « clés » ou « diffusantes »**, mis en avant dans le document « Technologies Clés 2015 »³, ainsi que dans la proposition « Horizon 2020 » de la Commission européenne.
- Le besoin d'infrastructures expérimentales de pointe pour assurer la meilleure **prise en compte des risques** inhérents aux processus d'innovation ou aux externalités des processus d'exploitation industrielle.
- La **capacité d'innover, la recherche de compétitivité et le besoin de prise en compte des demandes sociétales**⁴, notamment dans les domaines des ressources naturelles, du changement climatique, de la sécurité et de la santé.
- Le **développement du capital humain**, notamment dans les technologies novatrices mises en œuvre dans les infrastructures de recherche – avec la possibilité de nouvelles filières comme dans les énergies décarbonées ou l'exploitation de l'information génomique dans le domaine de la santé – ou au regard de l'attractivité des nouvelles frontières de la connaissance que les infrastructures permettent d'explorer.
- Les **capacités d'accroître l'investissement industriel du fait de la commande (publique) par les infrastructures de recherche** : mise au point de technologies extrêmes, franchissement de seuils technologiques au-delà du niveau de risque acceptable pour l'investissement privé.

Objectifs

- Développer le capital humain scientifique et technologique en mettant en avant les verrous technologiques associés à la conception et à la mise au point des infrastructures de recherche – ainsi que les succès constatés
- Faciliter les partenariats entre infrastructures et acteurs économiques, notamment en veillant à la bonne connaissance des attentes réciproques, et par l'insertion des infrastructures de recherche dans les dispositifs d'innovation nationaux (ANR, OSEO) ou territoriaux (Pôles, IRT...)
- Faire jouer aux infrastructures de recherche le rôle d'entraînement vis-à-vis de l'industrie nationale et européenne que permettent les dispositifs d'achat public, notamment en approfondissant l'analyse des outils disponibles mise en avant par la Commission européenne dans le programme Horizon 2020
- Faire connaître les résultats des infrastructures de recherche pour la connaissance et la réduction des risques, notamment dans les domaines de l'environnement et de la santé

³ Le document « Technologies Clés 2015 » <http://www.industrie.gouv.fr/tc2015/technologies-cles-2015.pdf>

⁴ Dans l'avant-propos du document « Technologies Clés 2015 »(4), D. Ranque met en avant le fait que « [L]es développements d'innovations technologiques doivent répondre simultanément à deux types d'attentes sociétales ; d'une part, le besoin de progrès, de création de valeur, d'emplois, de bien-être, de sécurité ; d'autre part, la prise en compte des risques, réels ou perçus, inhérents à toute innovation ».

Etre leader dans la construction d'une Europe des infrastructures

La stratégie Europe 2020, mise en œuvre par la Commission Européenne, confère un rôle majeur aux infrastructures dans la construction de l'espace européen de la recherche. Elle attache une grande importance au rôle des infrastructures comme catalyseur du processus de création de connaissances, de facilitateur de mise en réseau des chercheurs et de stimulant des flux de connaissances. Son objectif est que l'Europe dispose d'un ensemble d'instruments adaptés et optimisés en fonction de ses besoins et gérés par des organisations *ad hoc*, dont les partenaires appartiennent aux États membres de l'Union européenne ou aux États associés.

Le Forum Stratégique Européen pour les Infrastructures de Recherche (ESFRI) figure dans cette perspective comme un outil d'orientation stratégique. Afin de faciliter la mise en place de consortiums regroupant plusieurs États Membres et destinés à gérer des infrastructures de recherche de haut niveau, la Commission européenne a défini la structure légale ERIC en s'appuyant sur l'Article 187 du Traité sur le fonctionnement de l'Union européenne.

La France, qui accueille sur son territoire plusieurs infrastructures de recherche de grand renom, tient tout particulièrement à maintenir son rôle de leader au plan européen et international, qu'il s'agisse de l'exploitation scientifique ou de la conception et de la réalisation d'infrastructures de recherche novatrices.

Objectifs

- Participer à la mise en œuvre du programme européen de développement des capacités scientifiques et d'innovation par le développement des infrastructures de recherche
- Assumer une position de leader dans la conception, la construction et la mise en œuvre d'infrastructures de recherche novatrices
- Continuer à accueillir sur son territoire des infrastructures de recherche de visibilité mondiale, notamment pour répondre aux grands défis sociétaux et stratégiques

Assurer la présence française dans les grandes organisations internationales

Les grandes organisations internationales correspondent à la volonté conjointe des États soit de contribuer au progrès des connaissances fondamentales, soit d'attaquer conjointement les grands défis auxquels l'humanité est confrontée. Les archétypes du premier mode sont certainement le CERN, qui vise à explorer les lois fondamentales régissant la matière et aussi les mécanismes à l'œuvre dans les premiers instants de l'univers après le « Big-Bang ». Dans le domaine de l'astrophysique, l'ESO portant la responsabilité de la réalisation des plus grands télescopes mondiaux, donne accès à des découvertes scientifiques majeures.

La présence française dans ces grandes organisations internationales est un atout important pour développer une recherche scientifique au meilleur niveau, et pour attirer les scientifiques de grand renom. Elle permet de maîtriser des technologies de pointe, levant ainsi de nombreux verrous d'innovation. Elle confère une visibilité à la recherche scientifique expérimentale et cristallise ses enjeux ; c'est un moyen puissant pour susciter l'intérêt des jeunes pour la science et de faire du progrès scientifique une réalité tangible pour nos concitoyens. Au-delà de l'émerveillement que procure l'accroissement des connaissances, les bénéfices tangibles de ces progrès concernent les

aspects essentiels sur lesquels sont construites les politiques de l'énergie, de l'économie et de la santé.

Les nouveaux défis sociétaux, par exemple de santé et de conservation des ressources naturelles et de la biodiversité, peuvent être l'objet de nouvelles organisations internationales ; il en va de même des capacités d'exploiter les nouvelles technologies du numérique et des communications électroniques dans la conception d'infrastructures de recherche.

Le tableau ci-après présente les **principaux enjeux et objectifs** pour les différentes organisations internationales :

	Description succincte	Objectifs et enjeux
CERN	Programme international de grandes expériences pour explorer les frontières de la connaissance sur les lois fondamentales de la physique. Contribue à élucider les questions relatives à l'origine de l'univers et à son devenir.	<ul style="list-style-type: none"> • Maintenir le leadership mondial de l'Europe et la place de la France • Maximiser les retombées technologiques et industrielles • Développer l'intérêt du public pour les sciences
EMBL	Programme international de biologie moléculaire, ciblé sur l'analyse de l'organisation du vivant à toutes les échelles de la molécule jusqu'à l'organisme entier. Leader mondial dans les domaines de la bioinformatique, de la simulation numérique en biologie, et de la biologie des systèmes.	<ul style="list-style-type: none"> • Maintenir le leadership européen et faciliter l'intégration de la recherche européenne en biologie moléculaire • Attaquer les grands verrous de la « Biologie de l'information » (<i>Information Biology</i>) : la compréhension des processus biologiques⁵ au-delà des masses de données • Donner accès à une grande variété d'infrastructures exploitables en biologie
ESO	Observatoire européen dans l'hémisphère sud. Coopération internationale majeure mettant en œuvre des instruments exceptionnels pour l'exploration de l'univers.	<ul style="list-style-type: none"> • Construire et opérer un ensemble de télescopes basés au sol parmi les plus avancés au plan mondial • Maintenir le leadership européen en astronomie

Objectifs généraux

- Participer à la conception et à la mise en œuvre des grands programmes internationaux d'infrastructures de recherche, notamment en élargissant le spectre vers les sciences du vivant et en exploitant les capacités des technologies numériques
- Relayer les acquis des grands programmes en vue du développement scientifique et technologique
- Continuer à promouvoir l'intérêt scientifique dans le pays en participant aux grands défis adressés par les projets d'expériences et d'infrastructures de recherche ambitieuses

⁵ EMBL Annual Report 2010-2011

Servir l'ensemble des grands enjeux de société

Bon nombre d'infrastructures de recherche possèdent plusieurs caractéristiques qui relèvent d'un pilotage ou d'une labellisation national(e) : a) leur capacité à permettre d'appréhender les enjeux sociétaux majeurs au plan mondial ; b) leur rôle dans l'élaboration des connaissances fondamentales, souvent dans le cadre de grandes coopérations internationales ; c) leur contribution à l'innovation et au développement économique.

Les infrastructures de recherche peuvent être structurantes, c'est à dire essentielles dans la mise en œuvre d'une stratégie de recherche globale ou de stratégies thématiques correspondant à des grands domaines. La « Labellisation » au niveau de l'Etat facilite l'harmonisation avec les actions des acteurs publics (collectivités régionales ou territoriales, autres ministères) et peut aider dans une démarche d'ouverture vers le secteur privé ou de positionnement en vue de coopérations européennes.

Objectifs

- Poursuivre les coopérations entre infrastructures de recherche et les chercheurs publics ou privés contribuant à la résolution des grands défis sociétaux et aux priorités gouvernementales ou européennes
- Confirmer l'importance pour la société de la contribution des infrastructures, notamment expérimentales ou d'observation, au développement des connaissances
- Confirmer l'ouverture du cadre de définition des infrastructures de recherche aux infrastructures correspondant à des approches interdisciplinaires, à de nouvelles disciplines et aux capacités nouvelles offertes par les technologies du numérique, de l'information et de la communication
- Inclure les infrastructures de recherche dans les projets visant à améliorer la structuration de la recherche et de l'enseignement supérieur

Soutenir la recherche fondamentale dans tous les secteurs de la connaissance

Si de nombreux instruments sont, de manière perceptible, directement moteurs pour la recherche technologique et l'innovation, tous sont indispensables pour permettre l'observation et l'expérimentation nécessaires à la compréhension des phénomènes naturels, leur reproduction ou leur simulation, pour faciliter l'analyse des sociétés humaines ou reculer les frontières de la connaissance de la matière.

Le choix de la recherche fondamentale s'inscrit dans un cadre marqué par le continuum recherche de base/recherche appliquée, les infrastructures étant des lieux majeurs d'interactions constructives entre les différentes perspectives. L'examen de l'évolution de la participation française et européenne pour des programmes comme l'EMBL, l'ESO ou le CERN par exemple témoigne de l'engagement réaffirmé de l'Etat dans des grandes organisations internationales, seules susceptibles de permettre la construction de tels instruments.

Dans les vingt dernières années, les domaines, disciplinaires ou pluridisciplinaires, dans lesquels la recherche est tributaire de l'accès à des infrastructures de recherche se sont étendus. Ceci peut résulter de capacités accrues d'observation du plus petit (sources de lumière) au plus grand (collectes de données sur le système Terre ou l'univers). Dans d'autres situations, le facteur critique tient aux capacités nouvelles de représentation et de manipulation systématique de l'information, qu'il s'agisse d'information génomique pour la biologie ou d'information textuelle et statistique pour les sciences humaines et sociales. De manière générique, les ressources de calcul et de manipulation de données massives sont maintenant des infrastructures d'importance à tous niveaux.

Le développement des échanges scientifiques conduit également à reconnaître parmi les infrastructures de recherche plusieurs infrastructures constituées par des réseaux humains à très haut niveau, assurant des fonctions d'accueil et d'organisation d'événement de portée internationale. On peut ainsi signaler le réseau Européen de centres de mathématiques avancés, dans lequel la France tient un rôle important au travers de l'infrastructure GERM incluant notamment l'IHES et l'IHP et, dans le domaine des SHS, le projet NEFIAS, de mise en réseau des Instituts d'études avancées.

A côté des infrastructures déjà citées, on peut également évoquer les approches novatrices permises par les suivantes : lasers et sources à impulsions très courtes (XFEL, LULI), bioinformatique (EMBL/EBI) et imagerie du vivant (FBI, Neurospin), imageries très hautes définitions (synchrotrons, neutrons, RMN très haut champs et EMFL), réseau de centrales en nanotechnologies (RENATECH), simulation et calcul intensif (PRACE), base de données en SHS et santé (cohorte ELFE).

Objectifs

- Maintenir l'effort de conception et de mise en œuvre d'infrastructures de recherche concernant la recherche fondamentale
- Veiller à l'ouverture de la palette d'infrastructure de recherche aux disciplines (et projets pluridisciplinaires) dont les besoins d'infrastructures sont émergents
- Prendre en compte plus largement les nouveaux besoins et opportunités issus du traitement de données massives, de leur collection et de leur analyse
- Faciliter l'écoute des disciplines dans lesquels les besoins sont satisfaits par des réseaux humains à très haut niveau et leurs outils coopératifs

Renforcer les partenariats avec le secteur économique

Les infrastructures ont un potentiel important de promotion de l'innovation et du développement industriel du fait notamment d'exigences technologiques extrêmes. Elles sont ainsi l'occasion de relations entre les mondes scientifique et industriel qui peuvent prendre les formes de co-conception avec des industriels de pointe de technologies avancées, de fourniture de services et de produits techniques avancés, ou encore de l'ouverture des infrastructures à la recherche industrielle.

Dans cette dimension, il faut remarquer la capacité contributive d'infrastructures organisées en réseau. A titre d'exemple, citons le réseau d'infrastructures contribuant à la recherche dans le domaine des nanotechnologies qui comprennent aussi bien des salles blanches que des grands appareils de caractérisation. Ces réseaux doivent être supportés par des réseaux humains de compétences complémentaires.

A titre d'exemples, citons simplement les activités du CERN, résumées⁶ ainsi dans les conclusions d'une étude « sur les prolongements des contrats de haute technologie accordés – à hauteur d'un milliard d'euros environ – aux 630 sociétés ayant participé à la construction du LHC : sur les 178 répondants, 30% ont dit avoir mis au point de nouveaux produits sans rapport avec la physique à haute énergie, 17% avaient établi de nouveaux marchés, et 14% avaient créé de nouvelles unités commerciales. » et faisons référence à l'astronomie et aux retombées conséquentes sur le secteur industriel, avec un retour d'investissement proche de un pour l'essentiel des grands programmes.

⁶ http://www.wipo.int/wipo_magazine/fr/2008/06/article_0005.html

Objectifs

- Promouvoir la contribution des infrastructures de recherche à l'innovation, au développement économique et à l'emploi
- Faciliter l'ouverture au secteur privé des infrastructures de recherche pour faciliter la recherche et l'innovation industrielle
- Promouvoir la mise en réseau d'infrastructures de recherche, notamment pour permettre de soutenir des coopérations ambitieuses avec l'industrie

Maîtriser les coûts liés aux nouveaux besoins d'infrastructures

L'exigence d'instrumentation pour toutes les sciences et les grands défis auxquels la société est confrontée (énergie, santé, environnement notamment) conduisent, en matière d'infrastructures, à innover en permanence, le risque étant de voir croître la demande budgétaire de façon inconsidérée.

La feuille de route 2012-2020 est l'occasion de réaffirmer la volonté de l'État et de ses opérateurs de maîtriser la dépense par la mise en place d'un dispositif partagé entre tous les acteurs. Ce dispositif repose sur : la délimitation claire du périmètre concerné, la création d'instances de pilotage chargées notamment de définir des priorités et d'éviter toute redondance (comité directeur des TGIR, des OI et des Alliances), l'existence d'une programmation pluriannuelle et la mise en place d'une procédure de traitement pour la création ou l'arrêt des infrastructures. En effet, l'exigence d'adaptation aux réalités nouvelles suppose d'anticiper sur les phénomènes d'obsolescence des infrastructures.

CHAMPS D'APPLICATION

Les infrastructures de recherche possèdent de grandes similarités entre elles dans les grands principes permettant leur insertion dans le contexte du système national de recherche et d'innovation : caractéristiques uniques reconnues par la communauté utilisatrice, ouverture sur la base de l'excellence scientifique, gouvernance et plan de financement à moyen ou long terme, capacité de collaboration avec le secteur économique.

Elles se différencient par leur objet et par les défis que rencontrent chaque communauté ou discipline, ce qui conduit à décliner la stratégie dans les différents champs où interviennent les infrastructures de recherche.

Formation, culture scientifique et communication

Les infrastructures participent à la formation de chercheurs, d'étudiants et de spécialistes dans les technologies originales qu'elles mettent en œuvre. Citons, à titre d'exemple, les programmes mis en œuvre par le LLB⁷, SOLEIL⁸, EMBL(EBI)⁹, PRACE¹⁰.

Les ambitions et les succès des grandes organisations internationales, tels que le CERN et l'ESO sont largement diffusés dans la presse et les médias. Ils contribuent à la diffusion de la culture scientifique et à susciter des vocations à notre époque où une désaffection pour les études scientifiques entre en conflit avec les espoirs de développer l'économie de la connaissance.

Objectifs

- Contribuer à l'attractivité des carrières scientifiques en diffusant une culture scientifique accessible au plus grand nombre dès le lycée
- Dispenser une formation technique de très haut niveau permettant la diffusion des savoir-faire dans l'écosystème d'innovation national et également pour accroître les compétences de pointe disponibles dans la recherche et la production industrielle

La synergie entre recherche scientifique et technologique

Les infrastructures de recherche donnent l'occasion de démarches ambitieuses en totale synergie entre les chercheurs avancés et les industries de pointe. En effet, la réalisation d'infrastructures de recherche demande fréquemment la mise au point de technologies originales ou leur perfectionnement au-delà de l'état de l'art. Leur exploitation permet également d'étoffer la panoplie d'outils dont dispose l'industrie pour concevoir, analyser les données massives, caractériser ou observer le comportement de systèmes aux échelles les plus diverses.

Ces synergies ne se bornent pas à mettre en œuvre les capacités techniques des instruments et infrastructures de recherche. Elles permettent aussi une interaction entre les réseaux humains concernés, la transmission de connaissances explicites ou tacites, et également de consolider et de confronter les compétences de terrain. Il s'agit globalement d'une externalité de la construction et de l'opération des infrastructures de recherche, difficile à chiffrer mais qui se constate aisément, par exemple en observant le tissu d'entreprises ou de PME innovantes en liaison avec les infrastructures.

⁷ http://www-llb.cea.fr/cours/cours_p.php

⁸ <http://www.synchrotron-soleil.fr/RessourcesPedagogiques#AteliersPedagogiques>

⁹ <http://www.ebi.ac.uk/training/>

¹⁰ <http://www.prace-project.eu/Training?lang=en>

Il est également à noter que les actions initiées par la Commission européenne dans le contexte de l'initiative « Europe 2020 » pour promouvoir l'utilisation stratégique de l'achat public, notamment par le dispositif d'achat pré-commercial de R&D, doit permettre de renforcer encore ces synergies, les infrastructures de recherche devant néanmoins s'approprier cette méthodologie, pour laquelle des exemples nombreux existent au plan international¹¹.

Objectifs

- Développer les synergies entre infrastructures de recherche et les réseaux à finalité économique ou technologique, y compris le volet constitué par un ancrage territorial
- Valoriser l'achat public réalisé par les infrastructures de recherche au profit de la compétitivité

Evolution des pratiques et méthodes scientifiques

Une application majeure est celle de l'évolution de la science elle-même. Les infrastructures de recherche sont associées, comme cela a été souligné à maintes reprises dans ce document, très intimement aux pratiques et aux méthodes scientifiques. Les mécanismes sont multiples :

- **Donner accès à de nouvelles informations expérimentales.** Par exemple : séquençage de génomes complets (du génome complet d'une seule espèce à des études comparatives entre génomes), identification de la matière non observable dans l'univers (astrophysique), grandes cohortes statistiques.
- **Permettre de mettre en œuvre de nouvelles méthodologies.** Par exemple : utilisation de la simulation numérique pour l'étude de phénomènes complexes (turbulence, combustion, climatologie et météorologie), statistiques et étude de grands réseaux d'objets communicants (Internet du Futur), analyse de corpus textuels entiers en SHS.
- **Susciter l'éclosion de nouvelles théories, notamment en mettant en évidence les insuffisances des théories établies.** Par exemple : développements suscités par l'expérience LHC au CERN, remise en cause de la taille du proton¹².
- **Permettre de nouveaux modes d'interaction avec les objets ou les phénomènes.** Par exemple : microscopie à force atomique et nano-manipulateurs (réseau METSA).

Maintenir la recherche française à la pointe suppose donc de rester en capacité de mettre en œuvre une politique ambitieuse en matière d'infrastructures de recherche pour profiter des possibilités d'innovation d'intérêt économique ou stratégique qu'elles permettent.

Objectifs

- Disposer d'infrastructures et de structures collaboratives pour maintenir la France à la pointe des évolutions scientifiques
- Adopter une planification flexible des infrastructures autour de méthodologies de projet réactives et éprouvées
- Faciliter la recherche à risques comme le préconise la SNRI, réduire les biais culturels et d'évaluation lorsqu'ils freinent le changement, faciliter le transfert et l'innovation industrielle associée

¹¹ <http://www.progreast.eu/events/106-high-level-event> : « High Level Event on the Pre-Commercial Procurement », Budapest, 11-12/04/2011

¹² « Le proton est plus petit que ce que l'on pensait » <http://www.psi.ch/media/le-proton-est-plus-petit-que-ce-que-lon-pensait> (coopération internationale dans laquelle le Laboratoire Kastler Brossel représente la France)

GOUVERNANCE

L'état de l'art réalisé dans le cadre de l'exercice stratégique a permis de mettre en évidence la complexité de l'ensemble que composent les infrastructures de recherche.

Pour répondre à la volonté de renforcer la coordination entre les acteurs, deux types de gouvernance sont mises en place qui s'accompagnent d'un suivi budgétaire de nature différente.

LA GOUVERNANCE POUR LES OI ET LES TGIR

Un Comité directeur (CD-TGIR) et un Haut conseil (HC-TGIR) ont la responsabilité de proposer au ministre en charge de la recherche la position de son ministère (MESR), de donner un avis sur les décisions structurantes de haut niveau et d'en suivre la mise en œuvre.

La position de l'Etat est prise en articulant la position du MESR avec celle des autres ministères impliqués dans les processus d'instruction et de décision. Cela vaut pour l'engagement sur les grands projets, comme pour la préparation des documents budgétaires de l'Etat.

Le Comité directeur est présidé par le Directeur général pour la recherche et l'innovation – MESR/DGRI. Il est composé d'un représentant du ministère en charge des affaires étrangères, de l'administrateur général du CEA, du président du CNRS ainsi que des présidents de chaque Alliance. Les dirigeants des autres établissements concernés par les TGIR et les OI sont invités au CD-TGIR si le sujet traité les concerne.

Le CD-TGIR assure cinq grandes missions :

- Proposer au Ministre des décisions structurantes de haut niveau, tels que la participation de la France à des grands projets internationaux, les jouvences conséquentes et l'arrêt des installations obsolètes
- Proposer une politique d'investissement sur le long terme
- Définir et valider les mises à jour du périmètre de compétences du CD-TGIR et de la programmation pluriannuelle des TGIR
- Valider des modèles de coûts et de valorisation
- Valider et suivre la mise en œuvre des politiques nationales relatives aux TGIR

Le CD-TGIR se réunit au moins 2 fois par an sur convocation du ministre en charge de la recherche. Pour mener à bien ses missions, le CD-TGIR s'appuie sur l'avis du HC-TGIR. Le CD-TGIR est assisté par un secrétariat permanent assuré par la direction générale pour la recherche et l'innovation – MESR/DGRI.

Le Haut conseil des TGIR est composé d'un président et d'une dizaine de personnalités, choisies pour leur rayonnement scientifique et leur compétence dans le domaine des grands outils de recherche. Le HC-TGIR constitue un ensemble représentatif des disciplines scientifiques. Les personnalités sont nommées par le ministre chargé de la recherche pour un mandat de 4 ans sur proposition du Comité directeur. Le HC-TGIR donne son avis scientifique et stratégique sur des sujets précis à la demande du Comité directeur par analogie avec les gouvernances en place au CNES ou à l'ESA, où un conseil semblable facilite la prise de décision du ministère chargé de la recherche. Cet avis prend la forme d'un rapport circonstancié où la pertinence scientifique et stratégique du dossier est analysée et commentée. Le Haut conseil s'appuie en tant que de besoin sur les travaux des Alliances relatifs aux infrastructures et veille à ce que son avis soit en phase avec les priorités de la stratégie nationale en matière d'infrastructures de recherche et compatible avec les possibilités financières. L'avis du HC-TGIR est consultatif. Ce dernier peut se saisir des questions de prospective scientifique.

La France finance les OI et les TGIR via le budget de la MIREs, suivant les programmes et actions suivantes :

- Les OI (CERN, ESO et EMBL) sont inscrites au programme 172 (actions 8, 9 et 5 respectivement)
- Les TGIR sont essentiellement financées au sein du budget des organismes par les programmes 172 (action 13 principalement) et 187 (action 7)

La DGRI coordonne la définition des orientations nationales relatives à la politique gouvernementale des TGIR en tenant compte du cadre international et européen. Elle s'assure de la déclinaison de cette politique, en consolidant et coordonnant à l'échelle nationale les actions nécessaires à sa mise en place, et en assurant son suivi. Elle optimise l'allocation des ressources en fonction des priorités nationales, dans le cadre de la programmation pluriannuelle. Enfin, la DGRI structure, en concertation avec les organismes, les politiques transverses applicables à l'ensemble des TGIR, notamment sur le développement des relations avec les industriels.

Les opérateurs de recherche siègent dans les instances décisionnelles des TGIR relevant de leur périmètre. De ce fait, pour chaque TGIR, ils votent le budget, valident ou non les programmes d'investissement et en définissent la stratégie. Ils organisent le dialogue de performance et de gestion avec les TGIR, et plus particulièrement veillent à la mise en œuvre effective des politiques transverses définies au niveau national.

LA GOUVERNANCE POUR LES INFRASTRUCTURES DE RECHERCHE

La politique de programmation des infrastructures de recherche - IR est pilotée par les Alliances ou des comités *ad hoc* de concertation entre opérateurs de recherche, dans le cadre fixé par la stratégie nationale pour les infrastructures de recherche.

Pour les IR, il n'y a pas de suivi budgétaire centralisé par l'Etat. Leur budget est suivi directement par les établissements de recherche qui les mettent en œuvre.

La liste des infrastructures de recherche (tableau de bord) est examinée chaque année au sein des différentes alliances, discutée et validée par le comité directeur (CD-TGIR). Un tel dispositif vise à concilier respect des engagements et impératifs de réactivité.

 ANNEXE / TABLEAU DE BORD 2013
OI, TGIR, IR, PROJETS 2013
LISTE 2012 DES INFRASTRUCTURES
DE RECHERCHE

Physique Nucléaire et des Hautes Energies

catégorie	nom de groupe	nom	nom complet
OI	CERN	CERN	Centre Européen de Recherche Nucléaire
		CERN - LHC	Accélérateur de particules LHC au CERN
TGIR		GANIL-Spiral 2	Grand accélérateur national d'ions lourds (projet Spiral 2 inclus – partie laboratoires exclue)
TGIR		FAIR	<i>Facility for Antiproton and Ion Research</i>
TGIR		EGO-VIRGO	Observatoire européen gravitationnel (projet VIRGO inclus)
IR		ANTARES	Télescope à neutrinos (<i>Astronomy with a Neutrino Telescope and Abyss environmental research</i>)

Sciences de la Matière et Ingénierie

catégorie	nom de groupe	nom	nom complet
TGIR		ESRF	Source européenne de rayonnement synchrotron
TGIR		XFEL	<i>European X-ray free electron laser</i>
TGIR		ILL	Source européenne de neutrons - Institut Laue Langevin
TGIR		ORPHEE	Réacteur Orphée. Hors partie LLB (Laboratoire Léon Brillouin)
TGIR		SOLEIL	Source de rayonnement synchrotron de 3 ^e génération
IR		CESTA Lasers	Lasers à haute densité d'énergie - CEA / CESTA
IR		EMIR	Réseau d'accélérateurs pour les études de matériaux sous irradiation
IR		LNCMI	Laboratoire des champs magnétiques intenses
IR		LULI	Laboratoire pour l'utilisation de lasers intenses
IR		METSA	Réseau national de microscopie électronique (transmission et sonde atomique)
IR		Renard	Réseau national de RPE interdisciplinaire (résonance paramagnétique électronique)
IR		RENATECH	Réseau des centrales de nanotechnologies
IR		RMN	Réseau de plateformes de résonance magnétique nucléaire à haut champ
PROJET		ESS	European spallation source

Sciences du Numérique et Mathématiques

catégorie	nom de groupe	nom	nom complet
TGIR	GENCI	IDRIS	Institut du développement et des ressources en informatique scientifique
		CINES	Centre informatique national de l'enseignement supérieur
		TGCC	Très grand centre de calcul
		PRACE	Infrastructures européennes en calcul intensif – ESFRI
TGIR		RENATER	Réseau national de télécommunication pour la technologie, l'enseignement et la recherche
IR		CC IN2P3	Centre de calcul de l'Institut national de physique nucléaire et de physique des particules
IR		France Grilles	Institut des grilles : Grille informatique de production
IR		Grid 5000	Infrastructure de recherche sur les systèmes massivement parallèles et distribués
PROJET		GERM	Grand équipement pour la recherche en mathématiques
PROJET		Net-Robotic	Réseau national de plateformes en robotique

Sciences du système Terre et de l'Univers - Sciences de l'Univers

catégorie	nom de groupe	nom	nom complet
OI	ESO	ESO	<i>European Southern Observatory</i>
		ALMA	<i>Atacama Large Millimeter/submillimeter Array ; Observatoire mondial interférométrique millimétrique/submillimétrique</i>
		ELT (Projet)	ESO/ Extremely Large Telescope - Plus grand télescope mondial en visible et infrarouge proche.
		VLT	<i>Very Large Telescope (Interferometer) : Réseau de 4 télescopes optiques avec un mode interférométrique</i>
TGIR		CFHT	<i>Canada-France-Hawaii Telescope ; télescope optique et proche infrarouge à large champ de vue</i>
TGIR		IRAM	<i>Institut de RadioAstronomie Millimétrique /Extension du plateau de Bure (NOEMA - Northern Extended Millimeter Array)</i>
IR		CDS	Centre de données astronomiques de Strasbourg
IR		HESS	<i>High Energy Stereoscopic System ; réseau de télescopes Cherenkov en rayons gamma de très haute énergie</i>
IR		LOFAR	<i>LOW Frequency ARray ; radiotélescope métrique/décamétrique composé de 41 stations en réseau réparties en Europe</i>
PROJET		CTA	Astronomie des très hautes énergies. Projet de télescope suite des instruments HESS et HESS2

Sciences du système Terre et de l'univers

catégorie	nom de groupe	nom	nom complet
TGIR		Concordia	Base scientifique polaire franco-italienne
TGIR		EURO-ARGO	Infrastructure de flotteurs immersibles pour l'observation des océans - ESFRI
TGIR		FOF	Flotte océanique française de recherche scientifique
TGIR		IODP/ECORD	Programme international de forage profond en mer
IR		ICOS	Réseau de mesure des flux de carbone au sol - ESFRI
IR		RESIF/EPOS	Infrastructure de recherche et de surveillance de la croûte terrestre (EPOS, volet européen)
IR		CEPMMT	ECMWF - Centre européen pour les prévisions météorologiques à moyen terme
IR		EMSO	Observatoire de fonds de mer - ESFRI
IR		GODAE - MERCATOR	Système de prévision océanique (océanographie)
IR		IAGOS	Instruments de mesure embarqués sur avions pour l'observation globale (CNRS, Météo France, CNES, ADEME)
IR		SAFIRE	Avions de recherche français instrumentés pour la recherche en environnement
IR		SOMET	Structure pour l'observation et la mémoire de l'environnement et de la Terre

Sciences Agronomiques, écologiques et environnementales

catégorie	nom de groupe	nom	nom complet
IR		ECOTRONS	Plateformes d'expérimentation sur les écosystèmes
IR		ANAEE	Réseau sur les écosystèmes et agro systèmes
IR		EMBRC	Centre national de ressources biologiques marines
IR		ECOSCOPE	Réseau des observatoires de recherche sur la biodiversité et les services éco systémiques
IR		GOPS	Grand observatoire de l'environnement et de la biodiversité
IR		ReNSEE	Réseau écologie expérimentale
PROJET		R2AE	Réseau de recherche sur les anthropo-écosystèmes
PROJET		Milieux marins et littoraux	Observations des milieux physiques et des écosystèmes de l'océan et du littoral
PROJET		Milieux continentaux	Fonctionnement et évolution des surfaces continentales et de leurs interfaces

Sciences Biologiques et Médicales

catégorie	nom de groupe	nom	nom complet
OI	EMBL	EMBL	European Molecular Biology Laboratory
		EMBO	European Molecular Biology Organisation
		EMBC	European Molecular Biology Conference
IR		CELPEDIA	Réseau de centres de ressources pour les modèles animaux vertébrés - ESFRI : INFRAFRONTIER
IR		Biobanques	Coordination BIOBANQUES, CEPHE – ESFRI : BBMRI-MIRRI
IR		Cellules souches	Structuration de la thématique "cellules souches"
IR	ECRIN	F-CRIN	Recherche clinique - nœud français de l'infrastructure européenne ECRIN
		ECRIN	Coordination européenne de la recherche clinique : <i>European Clinical Research Infrastructures Network</i> -ESFRI. Le nœud français est F-CRIN
IR		France Bio Imaging	Imagerie cellulaire – ESFRI - EUROBIOIMAGING
IR		Imagerie biomédicale	ESFRI - EUROBIOIMAGING
IR		France Génomique	Plateformes de génotypage et de séquençage
IR		FRISBI	Réseau de biologie structurale intégrative - ESFRI INSTRUCT
IR		HIDDEN	Laboratoire haute sécurité P4 Inserm/Merieux ESFRI - ERINHA
IR		Métabolomique	Réseau de métabolomique
IR		ProFI Protéomique	Réseau de plateformes de protéomique
IR		Recherche Translationnelle NEURATRIS- IDMIT	Projet de médecine translationnelle s'appuyant sur MIRCEN et NEUROSPIN, modèles expérimentaux /infection ESFRI - EATRIS

Sciences Humaines et Sociales

catégorie	nom de groupe	nom	nom complet
TGIR		Humanités numériques	Réseau de plateformes de numérisation, normalisation et interface d'accès résultant du couplage ADONIS (accès numérisé aux ressources et archives scientifiques) et CORPUS (plateforme de coopération ensembles documentaires SHS)
TGIR		PROGEDO	Enquêtes internationales et plateforme d'accès à la statistique publique
IR		NEFIAS	Grand équipement en réseau pour l'internationalisation des SHS (IEA, UMIFRE...)
IR		RMSH	Réseau des plateformes de collaboration des Maisons des Sciences de l'Homme

Infrastructures documentaires

catégorie	nom de groupe	nom	nom complet
IR		BSN	Bibliothèque scientifique numérique
IR		CollEx	Collections d'excellence - Réseau des bibliothèques

ITER est un objet unique à l'échelle mondiale pour valider la faisabilité scientifique et technologique de l'énergie de fusion par confinement magnétique. Etant donné les enjeux et le poids financier spécifiques d'ITER, il n'est pas inclus dans le périmètre du Comité directeur des TGIR.

Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche

1, rue Descartes - 75231 Paris cedex 05
www.enseignementsup-recherche.gouv.fr