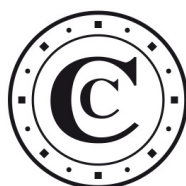


Cour des comptes



LE PILOTAGE ET LE FINANCEMENT DES TRÈS GRANDES INFRASTRUCTURES DE RECHERCHE

Communication à la commission des finances du Sénat

Mai 2019

Sommaire

PROCÉDURES ET MÉTHODES.....	5
SYNTHÈSE	7
RÉCAPITULATIF DES RECOMMANDATIONS	11
INTRODUCTION.....	13
CHAPITRE I MIEUX DÉFINIR LES INFRASTRUCTURES ESSENTIELLES DE RECHERCHE DANS UN CONTEXTE EUROPÉEN ET INTERNATIONAL PRÉGNANT	19
I - UN SYSTÈME NATIONAL EN STRUCTURATION CONTINUE.....	19
A - La feuille de route nationale des infrastructures de recherche : évolution des définitions, stabilité des exclusions.....	20
B - Les éléments de structuration actuels.....	24
II - UN CADRE EUROPÉEN ET INTERNATIONAL DÉTERMINANT.....	27
A - Les infrastructures de recherche en UE : un paysage institutionnel complexe	27
B - L'absence de spécificité des TGIR françaises dans les dispositifs européens.....	33
C - La présence de la France à Bruxelles	35
D - S'impliquer davantage dans la coopération multilatérale	37
CHAPITRE II STRUCTURER ET RENFORCER LA GOUVERNANCE ET LE PILOTAGE DES TGIR ET DE L'ENSEMBLE DES INFRASTRUCTURES DE RECHERCHE	41
I - DES ACTEURS NOMBREUX, UN PILOTAGE COLLÉGIAL À ENCORE RENFORCER.....	41
A - Des capacités ministérielles à affermir	41
B - Les instances collégiales	45
C - Les opérateurs	48
D - Les infrastructures elles-mêmes.....	51
E - Les entreprises.....	55
II - RENFORCER LE PILOTAGE AU SERVICE D'UNE STRATÉGIE NATIONALE.....	57
A - Renforcer l'efficacité de la gouvernance des infrastructures de recherche	57
B - Des processus de décision collégiale à mieux structurer.....	57
III - UN SYSTÈME D'ÉVALUATION À PARFAIRE ET DÉVELOPPER.....	60
A - Des évaluations sans ligne directrice	60
B - Une évaluation socio-économique encore en chantier	63
CHAPITRE III DES CONTRAINTES FINANCIÈRES À MIEUX APPRÉHENDER.....	69
I - DES RESSOURCES ALLOUÉES AUX TGIR PROVENANT POUR L'ESSENTIEL DES ÉTATS	69
A - Les ressources publiques françaises.....	71
B - Les ressources publiques étrangères et européennes.....	78
C - Les ressources propres	80

II - L'ÉVALUATION DES COÛTS COMPLETS : UNE INITIATIVE INTÉRESSANTE À CONSOLIDER.....	80
A - Un calcul des coûts complets aux objectifs multiples.....	81
B - Un premier exercice prometteur, des faiblesses méthodologiques.....	81
III - UN SOUTIEN FINANCIER À MOYEN TERME QUI POSE QUESTION.....	84
A - Les besoins de financement pour les TGIR existantes ou en construction	85
B - La fin de vie des TGIR : la question du démantèlement	88
C - Les engagements financiers potentiels	91
D - Un horizon de prévisions financières à fiabiliser	93
LISTE DES ABRÉVIATIONS	99
ANNEXES	103

Procédures et méthodes

En application du 2° de l'article 58 de la loi organique n° 2001-692 du 1^{er} août 2001 relative aux lois de finances (LOLF), la Cour des comptes a été saisie par le président de la commission des finances du Sénat, par lettre du 1^{er} juin 2018, d'une demande d'enquête portant sur le financement et le pilotage des très grandes infrastructures de recherche (TGIR). Cette demande a été acceptée par le Premier président par courrier du 27 juin 2018, qui a également déterminé les modalités d'organisation des travaux demandés à la Cour. Elles ont été précisées en accord avec le sénateur Jean-François Rapin au cours d'un entretien qui s'est déroulé le 22 mai 2018 en présence des rapporteurs et du contre-rapporteur.

Conformément à ce qui a été convenu, l'enquête s'efforce :

- de recenser précisément ces infrastructures et d'identifier l'existence de critères de définition opérants, ainsi que les modalités et circuits de décision précédant l'inclusion d'un projet dans une catégorie ;
- d'en évaluer le coût global et l'origine des ressources (budget, PIA, Union européenne, collectivités territoriales, ressources propres, etc.) ;
- d'identifier la soutenabilité du financement de ces infrastructures dans la durée ;
- d'en apprécier les modalités de gouvernance par la DGRI et par les opérateurs, leur articulation ainsi que la pertinence des différents statuts juridiques ;
- d'analyser les modalités de la représentation française dans les instances européennes ;
- de déterminer l'existence d'une stratégie française globale concernant les TGIR ainsi que de méthodes prospectives destinées à assurer dans le futur les objectifs d'excellence qui président à la définition des TGIR.

Dans ce cadre, une attention particulière a été accordée à l'environnement international et à la gestion de ce type d'infrastructures par d'autres États. Par ailleurs, la Cour s'est efforcée d'identifier la nature des réflexions sur l'adaptation des TGIR aux exigences liées à l'excellence numérique française ainsi que les modes de gestion des données rassemblées et traitées par ces infrastructures.

Par lettres en date du 28 février 2018 et du 29 juin 2018, le lancement des travaux de la Cour a été notifié aux ministères chargés de l'enseignement supérieur et de la recherche (MESRI), de la défense, du budget, de l'Europe et des affaires étrangères, de l'outre-mer et de l'intérieur, ainsi qu'au secrétariat général pour l'investissement, et à six opérateurs (ANR, CEA, CNRS, Ifremer, IPEV, IRD). Des questionnaires ont été adressés à partir du 6 mars 2018. Une réunion d'étape avec le sénateur Jean-François Rapin a eu lieu le 12 septembre 2018.

Les rapporteurs ont conduit une quarantaine d'entretiens avec des représentants des directions d'administration centrale des ministères, des opérateurs concernés, de la représentation permanente à Bruxelles et de la DG recherche et innovation de la Commission européenne. Des visites des TGIR GANIL, GENCI, FOF, Huma-Num et ProGeDo ont par ailleurs été effectuées.

L'enquête a été réalisée par la troisième chambre de la Cour des comptes. Après avoir été délibéré le 10 janvier 2019, un relevé d'observations provisoires a été adressé le 11 février 2019 au secrétariat général pour l'investissement, au MESRI, au ministère de l'action et des comptes publics, au ministère de l'Europe et des affaires étrangères, au CEA, au CNRS, à l'Ifremer.

Les présidents-directeurs généraux de l'Ifremer et du CNRS, l'administrateur général du CEA, le représentant de la directrice du budget et le directeur général pour la recherche et l'innovation ont été auditionnés les 1^{er} et 4 avril 2019 en application de l'article L. 143-0-2 du code des juridictions financières.

Le présent rapport, qui constitue la synthèse définitive de l'enquête menée par la Cour a été délibéré le 11 avril 2019 par la troisième chambre présidée par Mme Moati, présidente de chambre, et composée de MM. Rousselot, Gautier, Guaino, Mousson, Miller, conseillers maîtres, ainsi que, en tant que rapporteurs, Mme Revel, conseillère maître en service extraordinaire, MM. Lapeyre et Ducluzeau, rapporteurs extérieurs, Mme Cornu, vérificatrice et, en tant que contre-rapporteur, M. Bouvard, conseiller maître.

Il a ensuite été examiné et approuvé le 14 mai 2019 par le comité du rapport public et des programmes, composé de M. Migaud, Premier président, M. Briet, Mme Moati, M. Morin, Mme Pappalardo, rapporteure générale du comité, Mme de Kersauson, MM. Andréani et Terrien, présidents de chambre et M. Johanet, procureur général entendu en ses avis.

Synthèse

L'enquête de la Cour sur les Très Grandes Infrastructures de Recherche (TGIR) rend compte des progrès qui ont été effectués dans leur pilotage et leur suivi et confirme, pour la recherche française, l'importance majeure de ces grands équipements qui commande des améliorations dont le présent rapport trace les pistes.

La nécessité d'une juste et complète appréhension des grands enjeux

L'importance scientifique de ces grands instruments fait l'objet d'un consensus universel. Observatoires astronomiques, supercalculateurs, détecteurs d'ondes gravitationnelles, accélérateurs de particules, faisceaux laser, bâtiments océanographiques ou réseaux de données : ces infrastructures couvrent la plupart des fronts pionniers de la recherche. Mises en œuvre par et pour les chercheurs, elles mobilisent des technologies parmi les plus avancées. Toutes les grandes nations structurent leurs besoins en infrastructures de recherche.

Entre 2012 et 2017, le montant cumulé des ressources des TGIR a atteint 4,2 Md€ selon l'estimation de la Cour, dont la moitié sur crédits budgétaires français. En 2017, la France a mobilisé 356 M€ au bénéfice de 22 TGIR, soit 41,8 % de leurs ressources sur cet exercice (851 M€). On observe en effet une tendance historique à la mutualisation de la prise en charge des coûts de ces infrastructures dans le monde et, en particulier en Europe.

La Commission européenne tend à organiser une compétition interne pour obtenir des installations de niveau mondial : la répartition du potentiel scientifique entre États rend indispensable la maîtrise des processus de décision et la conception par la France d'une véritable ingénierie d'influence.

L'implantation d'un grand instrument sur le territoire national a des conséquences durables en termes financiers et économiques : elle procède donc de considérations de sécurité ou de souveraineté qui excèdent les seuls enjeux scientifiques, afin d'éviter que la France ne se trouve en situation de dépendance dans des secteurs prioritaires tels que le numérique ou l'énergie. Il convient ainsi de disposer d'une capacité d'expertise complète et prospective de chaque dossier au bénéfice de la qualité des arbitrages gouvernementaux comme de l'information du Parlement.

Une dynamique positive enclenchée et poursuivie par le ministère en charge de la recherche

Des progrès ont été réalisés en ce sens depuis les derniers travaux de la Cour qui portaient, en 2009, sur le pilotage des TGIR. La direction générale de la recherche et de l'innovation (DGRI) du ministère chargée de la recherche s'est mobilisée et progressivement réorganisée.

La mise au point, dès 2008, d'une feuille de route régulièrement actualisée (en 2012, 2016 et 2018) permet de suivre l'état des infrastructures de recherches dépendant du ministère chargé de la recherche.

La création en 2012 du Haut comité pour les TGIR, organe consultatif de haut niveau, et du comité directeur des TGIR, présidé par le directeur général de la recherche et de l'innovation, a considérablement amélioré la capacité de pilotage des grands équipements. La première étude des coûts complets des infrastructures de recherche, lancée en 2016, illustre les changements positifs enregistrés. Ces derniers sont soutenus au meilleur niveau et de manière continue par les grands opérateurs de recherche, au premier rang desquels le CNRS et le CEA, responsables de la plupart des TGIR, tout comme l'Ifremer pour la flotte océanographique.

Trois axes de progression pour asseoir une stratégie nationale et un pilotage adapté

La Cour identifie cependant des marges de progrès de trois types.

Repenser la définition des infrastructures de recherche

Pourraient être prises en compte dans la feuille de route, qui deviendrait le support effectif d'une politique nationale, l'ensemble des infrastructures essentielles, pour tout ou partie de la recherche, sans faire intervenir les rattachements ministériels ou budgétaires.

La distinction entre infrastructures relevant de la catégorie des TGIR et infrastructures n'en relevant pas procède, pour l'essentiel, de conventions de portée administrative ou financière qui compromettent la lisibilité de la politique nationale, ainsi que la poursuite raisonnée d'une définition des priorités. Du reste, on constate l'absence dans la feuille de route d'équipements de premier ordre comme ITER ou le réacteur Jules Horowitz ou l'exclusion d'infrastructures de premier plan relevant d'autres ministères. Cette situation limite la compréhension des arbitrages à opérer en termes d'allocation de ressources qui se sont diversifiées (crédits budgétaires, PIA, crédits communautaires ou régionaux).

Renforcer le pilotage stratégique et opérationnel

Il s'agit de prolonger l'effort initié en 2012 pour renforcer la collégialité des décisions sur les TGIR et leur pilotage stratégique, même si les deux grands opérateurs en charge du pilotage opérationnel, le CNRS et le CEA, exercent une gouvernance de qualité. L'actuel comité directeur est trop restreint dans sa composition et devrait davantage s'ouvrir aux représentants d'autres ministères, notamment ceux chargés de la défense, de l'environnement, de l'énergie, sans compter la direction du budget ou le secrétariat général pour l'investissement, afin de préparer des choix interministériels de niveau national, européen et international. Une instance représentative des universités fait également défaut.

Si le pilotage de l'ensemble ainsi redéfini des infrastructures de recherche doit être davantage interministériel, encore faudrait-il qu'il soit mieux éclairé. Aujourd'hui, les évaluations scientifique ou administratives se font en ordre dispersé et par à-coup. Les évaluations socio-économiques préalables aux investissements, pourtant obligatoires aux termes de la réglementation en vigueur, sont lacunaires voire inexistantes.

Améliorer l'information financière pour permettre des choix éclairés

En dernier lieu, le soutien national aux infrastructures de recherche essentielles requiert une amélioration de la qualité de l'information financière et budgétaire : en ces domaines, le suivi entretient, en l'état des nomenclatures actuelles, des zones d'opacité. La multiplication des états chiffrés et la diversité des points d'entrée ne permettent pas d'élaborer une vue d'ensemble sur l'année en cours ni, *a fortiori*, sur les perspectives pluriannuelles.

Le plan Action publique 2022, adopté par le Comité interministériel de la transformation publique du 29 octobre 2018, préconise de « clarifier la gestion des très grandes infrastructures de recherche ». L'enquête de la Cour n'étant pas un contrôle organique, elle n'est pas entrée dans le détail de la gestion de chaque TGIR.

Disposer d'une vision exacte et globale est un impératif qui en appelle un autre : l'anticipation. La nature des charges certaines et nouvelles doit être désormais modélisée faute de quoi le financement des infrastructures de recherche oscillera entre fuite en avant et risques de rupture. Les remises à niveau, les jouvences, les différents types de maintenance, les surcoûts, les démantèlements et l'émergence de projets nouveaux dont les coûts peuvent être très élevés sont autant de données essentielles qui font aujourd'hui l'objet d'une attention défaillante.

Le moment est propice à la mise en œuvre de directions renouvelées et d'un pilotage renforcé, compte tenu notamment des décisions prochaines sur le futur programme Horizon Europe et de ses déclinaisons en matière d'infrastructures de recherche.

Récapitulatif des recommandations

Mieux organiser le pilotage stratégique

Réunir dans un périmètre homogène les grandes infrastructures identifiées comme essentielles ou stratégiques pour tout ou partie de la recherche nationale [MESRI] (recommandation n° 1).

Intégrer au sein de la politique nationale portée par la feuille de route de la DGRI les infrastructures de recherche des autres départements ministériels lorsqu'elles se prêtent à des mutualisations [MESRI, CNRS, CEA, Ifremer, IPEV] (recommandation n° 2).

Élargir la composition du CD-TGIR et l'ériger en instance interministérielle de préparation des décisions pour l'ensemble des infrastructures de recherche [MESRI, SGPI, MEAE] (recommandation n° 6).

Développer une stratégie et une ingénierie d'influence dans l'Union européenne

Élaborer une stratégie de présence nationale continue et durable dans les organes d'expertise et de décision de l'Union européenne [MESRI, MEAE, CEA, CNRS, Ifremer, IPEV] (recommandation n° 3).

Affermir et outiller le pilotage opérationnel

Doter la gouvernance de chaque grande infrastructure française d'une lettre de mission du MESRI à chaque président, d'un plan stratégique évolutif, d'une revue biennale des performances et de quelques indicateurs robustes et harmonisés [MESRI, tous opérateurs de TGIR] (recommandation n° 4).

Dans le cadre du Comité d'orientation du numérique (CODORNUM), étudier l'élargissement du périmètre d'intervention de GENCI en matière d'infrastructures de calcul de la recherche ; mieux articuler les niveaux national et régionaux de l'organisation numérique du calcul et du stockage en France [MESRI, CEA, CNRS, CPU] (recommandation n° 5).

Prendre en compte et organiser le financement des besoins prévisibles

Établir dès à présent une programmation pluriannuelle qui intègre l'ensemble des déterminants de la dépense [MESRI] (recommandation n° 7).

Accélérer et approfondir la réflexion sur de nouveaux modèles économiques intégrant des industriels en amont des projets en tenant compte des orientations européennes [MESRI, CEA, CNRS] (recommandation n° 8).

Clarifier et rationaliser la présentation des financements, améliorer la transparence et la lisibilité de l'information financière

Fiabiliser les données contenues dans les documents budgétaires, en veillant notamment, pour le RAP 2021, en lien avec les opérateurs, à communiquer des chiffres sincères et actualisés et à harmoniser la méthodologie de comptabilisation de consommation des crédits au sein des programmes de la MIREs [MESRI, MACP (DB)] (recommandation n° 9).

Engager, au plus tard dans le PAP 2021, la rationalisation de la présentation budgétaire du programme 172 pour regrouper sur une seule action (action 13) les crédits consacrés aux grandes infrastructures de recherche, en distinguant les dépenses du titre 3 de celles du titre 6. [MESRI, MACP (DB)] (recommandation n° 10).

Enrichir l'information du Parlement

Enrichir l'information du Parlement, en complétant le « jaune » budgétaire « Rapport sur les politiques nationales de recherche et de formations supérieures », en lui transmettant les avis du HC-TGIR et les contre-expertises du SGPI, et en lui remettant lors du dépôt du PLF 2021, puis au moins tous les cinq ans, un rapport proposant des scénarios chiffrés à long terme [MESRI, MACP (DB)] (recommandation n° 11).

Introduction

Les infrastructures de recherche sont des équipements mis en œuvre par et pour les chercheurs, au service des fronts pionniers de la recherche, dans des domaines aussi divers que la physique nucléaire et les hautes énergies, les sciences de la matière, l'astrophysique, le calcul intensif, l'observation de l'environnement, la biologie ou les sciences humaines et sociales. Tous ces domaines de la recherche et les infrastructures associées présentent un caractère interdisciplinaire de plus en plus marqué dont résulte, corollairement, une interdépendance croissante entre acteurs de la recherche au niveau national, européen et international.

Des enjeux de divers niveaux

Le rôle des très grandes infrastructures n'a cessé de croître au fil des ans dans la recherche. Ce mouvement continue à s'accroître tant les évolutions scientifiques et technologiques les rendent de plus en plus indispensables aux communautés de chercheurs. Leur impact est également économique et industriel et devient stratégique pour les pays.

Pour la France, comme pour tous les États qui en disposent, les défis posés par les très grandes infrastructures de recherche sont d'ordres très divers, scientifiques, organisationnels, financiers mais ressortissent *in fine* de la nécessité de conjuguer des objectifs d'excellence scientifique, de souveraineté et de soutenabilité financière. Les grandes infrastructures de recherche contribuent en effet à positionner un pays au sein des puissances scientifiques mondiales et à lui éviter de subir une situation de dépendance technologique s'agissant de besoins fondamentaux tels que l'énergie et le numérique. La France est particulièrement concernée par ces défis et doit se préparer à des choix réfléchis. Possédant un grand nombre d'infrastructures de niveau mondial, elle est chef de file de programmes de pointe (comme les nouveaux projets européens dans le numérique) et ses chercheurs sont à l'origine d'infrastructures nouvelles voire de rupture (comme dans le domaine des lasers).

De son côté, la Commission européenne dispose de programmes axés notamment sur l'harmonisation communautaire des grandes infrastructures de recherche, qu'il s'agisse de leur priorisation, de leur localisation ou de leur financement. L'échelon européen est appelé à s'impliquer de plus en plus dans la construction et la propriété des infrastructures continentales. La compétition, à la fois internationale et intra européenne, est en partie organisée par la Commission dont l'objectif est de parvenir à construire des infrastructures de niveau mondial.

Tous les domaines de la recherche sont concernés

La physique fondamentale et l'astrophysique sont les domaines scientifiques les plus anciennement concernés par les grands instruments de recherche. Les découvertes qui ont pu se passer des grandes infrastructures de recherche pour voir le jour sont quasi inexistantes. Certaines avancées sont si difficiles d'accès que la coopération internationale entre plusieurs grandes infrastructures est indispensable pour obtenir le résultat recherché comme ce fut le cas récemment pour la « photographie » d'un trou noir. L'interdisciplinarité entre physique fondamentale et astronomie a considérablement progressé dans les dernières décennies grâce

en particulier à de très grandes infrastructures situées au sol ou évoluant dans l'espace. Les rapprochements entre grands télescopes et radiotélescopes au sol et les observatoires spatiaux permettent l'accès à tout le spectre électromagnétique. L'accès au calcul à haute performance autorise de nouvelles simulations numériques. Les coûts de ces équipements ont entraîné une coopération internationale importante ainsi que la recherche de nouveaux modèles économiques incluant les industriels en amont.

Dans le domaine des sciences de la matière, étroitement associé à celui de la physique fondamentale, les accélérateurs de particules et les faisceaux de neutrons sont également des infrastructures de recherche utilisées dans des champs divers. De nombreux verrous technologiques sont à l'étude comme l'accélération par plasma. Par ailleurs, les détecteurs d'ondes gravitationnelles sont désormais un instrument essentiel en physique fondamentale. Les lasers de forte puissance pourraient être utilisés à terme pour la construction des futures générations d'accélérateurs de particules. Dans ces domaines, les grandes infrastructures performantes sont la condition *sine qua non* de l'avancement de la science. Elles sont également des lieux d'accueil où se rencontrent les chercheurs de tous horizons, dès lors en mesure de coécrire, parfois en très grand nombre, des articles de rupture.

Un autre domaine, celui de l'environnement et du système terre au sens large, couvre des champs d'expérimentations très vastes comme la terre interne, l'atmosphère, les océans et le littoral, les surfaces continentales, la biodiversité et les écosystèmes. L'acquisition des données nécessite des infrastructures « logistiques » qui permettent aux chercheurs de réaliser des observations, des prélèvements, des expériences *in situ*, pour comprendre et prédire le fonctionnement de la terre, la mesure en temps réel de la température et de la salinité des océans, du cycle du carbone, des flux et concentrations atmosphériques des eaux de surface océaniques en gaz à effet de serre. Dans le contexte actuel de dérèglement climatique et environnemental, l'enjeu sociétal et économique de cette recherche fondamentale est manifeste. Les infrastructures françaises du secteur, notamment océanographiques, sont parmi les premières au monde.

Les sciences humaines et sociales (SHS) sont le dernier domaine à être entré dans le circuit des très grandes infrastructures. Elles ont pris un essor européen et international notable avec le numérique distribué puis le web qui ont depuis les années 1990 profondément transformé les conditions de travail des chercheurs en leur donnant accès à une masse documentaire sans précédent et à des outils d'analyse renouvelés. Les défis sont nombreux, en termes de mutualisation, d'interopérabilité et de confrontation des sources, de reproductibilité des expériences, d'élargissement des objets étudiés, etc. Si les équipements logistiques sont beaucoup moins spectaculaires que dans les « sciences dures », ils contribuent à la connaissance de la complexité sociale et à l'aide à la décision.

À la confluence de tous ces enjeux scientifiques, la puissance de calcul et la gestion de la donnée jouent un rôle crucial. Toutes les disciplines aujourd'hui – demain encore plus – recourent au calcul intensif et ont besoin de stockage et de transport de données, avec quelques « gros consommateurs » comme les sciences de la terre (notamment la climatologie), la physique et l'astrophysique, la chimie, la médecine et les sciences humaines et sociales. Il est aujourd'hui admis que la simulation numérique est devenue le troisième pilier de la science, avec la théorie (modélisation) et l'observation/expérimentation.

Le cadre européen est structurant pour l'offre de calcul, établissant des hiérarchies de puissance de machines au niveaux européen, national et régional selon leurs catégories. Cette présence s'exerce *via* plusieurs directions et de nombreux programmes de la Commission. Le numérique est un domaine dans lequel la France possède des infrastructures de recherche reconnues comme de premier ordre.

Si les domaines précités, et en premier lieu les sciences de la matière et de la physique au sens large, se sont structurés depuis les lendemains de la deuxième guerre mondiale et ont contribué aux premières politiques publiques de recherche, il n'en a pas été de même d'autres domaines, aux communautés plus disséminées et dont le besoin en grandes infrastructures s'est accéléré plus tard. Tel est le cas du secteur de la biologie santé. Soumis à une dure concurrence internationale, il mobilise des infrastructures de recherche en génomique, protéomique, bioinformatique, imagerie cellulaire et du petit animal, exploration fonctionnelle, biologie structurale, recherche clinique. En France, cependant, même si certaines de ces infrastructures nationales sont les composantes françaises des infrastructures européennes et si plusieurs initiatives de structuration ont eu lieu depuis quinze ans, le secteur de la biologie santé n'a pas de très grande infrastructure de recherche pour des raisons historiques et culturelles.

Le présent rapport est assorti d'un cahier complémentaire par grand domaine de recherche, qui comprend également une brève présentation d'ITER.

Le périmètre de l'enquête

Aujourd'hui, la feuille de route 2018 de la direction générale de la recherche et de l'innovation (DGRI) du ministère de l'enseignement supérieur et de l'innovation (MESRI) dresse une liste de 99 infrastructures de recherche, réparties en trois catégories : 5 organisations internationales (OI, dont un « instrument » d'OI), 22 très grandes infrastructures de recherche (TGIR), 68 infrastructures de recherche (IR). Y figurent également quatre « projets ».

Le présent rapport, initialement axé sur les seules TGIR, a dû élargir le champ de ses analyses en tant que de besoin aux autres catégories. Compte tenu de leur taille, de leur coût, de leur histoire parfois, de leur pilotage national commun et des contextes européen et international dans lesquels toutes ces infrastructures évoluent, l'élargissement de la perspective était indispensable pour apprécier la qualité de leur conduite stratégique et financière eu égard aux enjeux qu'elles représentent.

L'enquête s'est déroulée en 2018, année où paraissait une nouvelle feuille de route d'ESFRI (*European Strategy Forum on Research Infrastructures*), l'organe de référence européen en matière d'infrastructures de recherche, où la DGRI présentait les conclusions de son étude sur les coûts complets des TGIR et où de nouveaux programmes européens étaient mis en place.

Les conséquences possibles du Brexit, qui pourraient remettre en cause les statuts ou la gouvernance d'un certain nombre d'infrastructures européennes, n'ont pas été instruites.

Le premier chapitre aborde les principes et objectifs qui conduisent à la qualification de TGIR, leur périmètre ainsi que les défis européens et internationaux auxquels les infrastructures de recherche sont confrontées.

Le deuxième chapitre analyse les systèmes de décision concernant les IR et TGIR, leur pilotage stratégique et opérationnel, leur gouvernance et leurs modes d'évaluation.

Dans un troisième chapitre, le rapport décompose l'effort budgétaire global, décrit l'organisation des circuits de la dépense publique et propose que soit mise en œuvre une méthode d'évaluation des coûts futurs.

Tableau n° 1 : les 22 TGIR et les 5 OI (dont l'instrument de l'ESO)

<i>Sigle</i>	Nom développé	Catégorie (TGIR/OI)	Localisation (siège ou site principal)	Domaine (feuille de route 2018 de la DGRI)	Type d'équipement
<i>ESO</i>	<i>European Southern Observatory</i> (observatoire européen austral)	OI	Chili	Astronomie et astrophysique	Observatoire astronomique
<i>Dont : ESO-ALMA</i>	<i>Atacama Large Millimeter Array</i> (grand réseau millimétrique de l'Atacama)	Instrument de l'ESO	Chili		Observatoire astronomique
<i>CTA</i>	<i>Cherenkov Telescope Array</i> (réseau de télescopes Tcherenkov)	TGIR	Chili et Espagne		Observatoire astronomique
<i>IRAM</i>	Institut de radioastronomie millimétrique	TGIR	Saint-Martin-d'Hères, France		Observatoire astronomique
<i>CFHT</i>	<i>Canada France-Hawaii Telescope</i> (Télescope Canada France-Hawaï)	TGIR	Hawaï		Observatoire astronomique
<i>EMBL</i>	<i>European Molecular Biology Laboratory</i> (Laboratoire européen de biologie moléculaire)	OI	Heidelberg, Allemagne	Biologie et santé	Notamment base de données de l'Institut européen de bio-informatique (<i>European Bioinformatics Institute, EBI</i>)
<i>GENCI</i>	Grand équipement national de calcul intensif	TGIR	Paris, France	e-infrastructures	Supercalculateurs
<i>RENATER</i>	Réseau national de télécommunications pour la technologie, l'enseignement et la recherche	TGIR	Paris, France		Réseau informatique
<i>CERN</i>	Centre européen pour la recherche nucléaire	OI	Meyrin, Suisse		
<i>Dont : LHC</i>	<i>Large Hadron Collider</i> (grand	TGIR	Genève, Suisse		Accélérateur de particules

<i>Sigle</i>	Nom développé	Catégorie (TGIR/OI)	Localisation (siège ou site principal)	Domaine (feuille de route 2018 de la DGRI)	Type d'équipement
	collisionneur de hadrons)			Physique nucléaire et des hautes énergies	
<i>FAIR</i>	<i>Facility for Antiproton and Ion Research</i> (Dispositif pour la recherche sur les ions et les antiprotons)	TGIR	Darmstadt, Allemagne		Accélérateur de particules
<i>GANIL</i>	Grand accélérateur national d'ions lourds	TGIR	Caen, France		Accélérateur de particules
<i>EGO VIRGO</i>	<i>European Gravitational Observatory – Virgo</i> (observatoire gravitationnel européen – Virgo)	TGIR	Cascina, Italie		Détecteur d'ondes gravitationnelles
<i>ESS</i>	<i>European Spallation Source</i> (source européenne par spallation)	TGIR	Lund, Suède	Sciences de la matière et ingénierie	Accélérateur de particules (faisceaux de neutrons)
<i>ILL</i>	Institut Laue-Langevin	TGIR	Grenoble, France		Réacteur nucléaire (faisceau de neutrons)
<i>LLB/Orphée</i>	Laboratoire Léon Brillouin/Orphée	TGIR	Gif-sur-Yvette, France		Réacteur nucléaire (faisceau de neutrons)
<i>E-XFEL</i>	<i>European X-Free Electron Laser</i> (laser européen à électrons libres et à rayons X)	TGIR	Schenefeld, Allemagne		Accélérateur de particules (faisceaux de photons)
<i>ESRF</i>	<i>European Synchrotron Radiation Facility</i> (source européenne de rayonnement synchrotron)	TGIR	Grenoble, France		Accélérateur de particules (faisceaux de photons)
<i>SOLEIL</i>	Source Optimisée de Lumière d'Énergie Intermédiaire du LURE	TGIR	Gif-sur-Yvette, France		Accélérateur de particules (faisceaux de photons)
<i>Huma-Num</i>	Humanités numériques	TGIR	Paris , France		Stockage et traitement de données
<i>ProGeDo</i>	Production et gestion de données	TGIR	Paris, France		Production et gestion de bases de données statistiques

<i>Sigle</i>	Nom développé	Catégorie (TGIR/OI)	Localisation (siège ou site principal)	Domaine (feuille de route 2018 de la DGRI)	Type d'équipement
<i>CEPMMT</i>	Centre européen de prévisions météorologique à moyen terme	OI	Reading, Royaume-Uni	Système Terre et environnement	Supercalculateurs
<i>Euro-Argo</i>	-	TGIR	Plouzané, France		Flotteurs (observation des océans)
<i>ICOS France</i>	<i>Integrated Carbon Observation System</i> (système intégré d'observation du carbone)	TGIR	Villeneuve d'Ornon, France		Divers centres et laboratoires
<i>Concordia</i>	-	TGIR	Antarctique		Base de recherche polaire
<i>ECORD</i>	<i>European Consortium for Ocean Research Drilling</i> (consortium européen pour le forage océanographique)	TGIR	Aix-en-Provence, France		Organisation d'expéditions de forage (pas de matériels propres)
<i>FOF</i>	Flotte océanographique française	TGIR	Toulon, Brest (France)		Navires océanographiques et engins embarqués

Source : Cour des comptes

Chapitre I

Mieux définir les infrastructures essentielles de recherche dans un contexte européen et international prégnant

Les très grandes infrastructures de recherche représentent un intérêt scientifique majeur pour les communautés nationales et internationales de chercheurs. Ces équipements sont construits en vue de faire reculer les frontières de la connaissance « *jusqu'à des extrêmes que seules des réalisations technologiques majeures permettent de confronter à la réalité expérimentale* »¹. Suivant le mouvement général de la recherche, ils sont conçus et utilisés dans un cadre de plus en plus international. Ils nécessitent souvent des investissements majeurs et des dépenses de fonctionnement qu'un État ne peut pas assumer seul. Ils se développent aujourd'hui dans un système national (I), largement inscrit dans un cadre européen (II) et dans un contexte international (III).

I - Un système national en structuration continue

La physique nucléaire, des hautes énergies, des sciences de la matière et de l'astrophysique ont longtemps été les seuls domaines concernés par les « très grands équipements de recherche » (TGE), sous la responsabilité du CNRS et du CEA². À partir de 2008, à la suite d'un rapport du Haut conseil de la science et de la technologie³, ces grands équipements s'étendent à tous les domaines de la recherche et sont regroupés en TGIR et IR sur une feuille de route nationale.

¹ Note GENCI pour la Cour des comptes du 14 septembre 2018.

² En dépit de la création en 1982 du Conseil supérieur de la recherche et de la technologie (CSRT), chargé d'élaborer une politique nationale de la recherche.

³ La même année, un haut conseil de la science et de la technologie (HCST) est mis en place en France. Cette instance consultative placée auprès du Président de la République émet dès 2007 un avis sur les TGIR, qui débouche un an plus tard sur la feuille de route.

Depuis 2008, trois feuilles de route nationales ont été élaborées, en 2012, 2016 et 2018. Elles résultent chaque fois d'une revue stratégique intégrant les diverses communautés scientifiques et sont calées sur le calendrier de l'*European Strategy Forum on Research Infrastructure* (ESFRI)⁴.

A - La feuille de route nationale des infrastructures de recherche : évolution des définitions, stabilité des exclusions

Les principes qui régissent les IR et TGIR apparaissent assez stables, avec des précisions progressives souvent liées au cadre européen. Un point essentiel a toutefois été établi dès 2008 et n'a pas été modifié : la liste du ministère de la recherche « *ne prend pas en compte les secteurs de l'espace et de la défense* ».

1 - La définition des infrastructures de recherche de la feuille de route

a) Les critères et objectifs du MESRI

Depuis 2008, le MESRI s'efforce de préciser les définitions des infrastructures et leurs critères d'appartenance aux catégories labellisées par la feuille de route. Ces critères sont trop nombreux et généraux pour constituer un tableau permettant d'aboutir à une définition stable. La plupart des critères retenus s'adaptent aux TGIR aussi bien qu'aux IR. Ils peuvent également convenir à d'autres grands équipements scientifiques qui ne sont pas sur la feuille de route du MESRI. De fait, cette batterie de critères n'est pas discriminante.

Les critères et objectifs définis par la DGRI dans les feuilles de route

En 2008, les critères de labélisation sont scientifiques (réponse aux besoins de la communauté scientifique ; qualité de la production scientifique attendue), pédagogiques (ouverture aux doctorants et post-doctorants) et de l'ordre du transfert de connaissances, notamment en direction du monde industriel. Les objectifs, de leur côté, sont d'abord fonctionnels, avec la distinction entre TGIR « de programmes » ou « de service ». Ils sont aussi géostratégiques, avec une logique de compétition internationale explicitement mentionnée. Sont ainsi distingués les projets globaux, le plus souvent construits et exploités par des OI (LHC [CERN], ALMA [ESO] ou ITER), des projets de dimension pan européenne pouvant « entrer dans une logique de compétition avec leurs équivalentes au Japon ou aux États-Unis » (ESRF, ILL ou CEPMMT) et celles « de dimension nationale avec néanmoins des collaborations internationales (SOLEIL) ». L'articulation européenne est revendiquée pour les 90 infrastructures de la feuille de route. Dès 2006, 35 d'entre elles figuraient déjà dans la feuille de l'instance européenne de référence, l'ESFRI.

⁴ Ou Forum Stratégique européen pour les infrastructures de recherche, dont la première édition date de 2006, voir détail au chapitre I, II, A,4.

Dans la feuille de route 2012, les critères demeurent inchangés et sont enrichis des précisions suivantes : les IR et TGIR doivent faire l'objet d'une gouvernance identifiée, d'un plan de financement et d'un budget consolidé, traduit au moyen d'actions budgétaires dans les programmes de la LOLF. Ces infrastructures doivent disposer de caractéristiques uniques et requises pour la conduite d'activités de recherche de haut niveau. Elles s'inscrivent dans la durée avec une priorisation budgétaire.

Des objectifs ambitieux sont fixés : être au premier rang dans la construction d'une Europe des infrastructures ; assurer la présence française dans les grands programmes internationaux ; servir l'ensemble des enjeux de société identifiés ; soutenir les besoins des communautés de chercheurs notamment la recherche fondamentale dans tous les secteurs de la connaissance ; renforcer les partenariats avec les secteurs économiques fournisseurs et utilisateurs ; contribuer à la dynamique européenne dans le domaine du numérique et des « e-infrastructures » de recherche de manière générale.

L'accent est mis sur la pluridisciplinarité et sur la complémentarité des IR et TGIR, « *navires amiraux* » dont le maillage est essentiel dans une période d'échanges accrus entre disciplines marquée par la rationalisation budgétaire, et qui contribuent à l'effort de formation, de culture et de communication scientifiques.

Les feuilles de route 2016 et 2018 confirment les critères et objectifs posés en 2008 et 2012⁵. La fonction économique des IR/TGIR est détaillée en 2016⁶. En 2018, l'obligation est faite aux infrastructures de disposer d'instances d'évaluation adéquates.

b) La différence entre TGIR et IR vue par les opérateurs

Les IR et TGIR constituent un élément clé de la stratégie des opérateurs (majoritairement CNRS et CEA). Elles viennent en support direct des travaux de leurs propres équipes de recherche (souvent en partenariat étroit avec d'autres organismes ou des universités) et permettent la valorisation de leurs compétences technologiques. La DGRI précise que l'inscription d'une infrastructure de recherche sur la feuille de route est aussi le résultat d'une stratégie d'établissement. Elle admet que d'autres équipements spécialisés créés à l'initiative d'organismes de recherche pourraient également satisfaire les critères de la feuille de route, parfois à une échelle plus modeste.

Le CEA et le CNRS gèrent ou cogèrent 19 des 22 TGIR existantes en 2018. Les autres opérateurs ainsi que les universités sont des participants, contributeurs et utilisateurs importants des TGIR, mais leur présence et leur rôle sont relativement peu visibles.

⁵ Qui sont conformes aux définitions posées par les Règlements européens sur les infrastructures de recherche de 2009 et 2013.

⁶ « 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 ».

Les opérateurs ont une vue plus ramassée et plus opérationnelle des critères que doit remplir une TGIR par rapport à une IR. Selon eux, les caractéristiques de la labélisation en TGIR sont au nombre de quatre : il s'agit d'infrastructures cruciales et structurantes pour la recherche indépendamment de leurs coûts ; elles représentent un investissement qui s'il n'est pas réalisé fait perdre des années de recherche ; elles sont pérennes et en quelques sorte « sanctuarisées » dans leur financement ; enfin, elle ont nécessairement un impact international.

Ces critères de bon sens sont marqués par l'intérêt bien compris des opérateurs. La catégorie des TGIR protège à leurs yeux la pérennité de champs de la recherche qui s'inscrivent par nature dans la longue durée selon une double garantie : la reconnaissance stratégique d'un domaine de la recherche et une affectation des ressources figée dans l'architecture budgétaire de la MIREs.

2 - Un périmètre limité qui exclut nombre d'infrastructures

Selon une estimation de la DGRI, une soixantaine d'importantes installations ne disposent pas du « label » IR ou TGIR. Les plus significatives sont citées ci-après.

a) Des infrastructures relevant du MESRI : ITER et le Réacteur Jules Horowitz

Le programme ITER⁷ et le Réacteur Jules Horowitz (RJH) figuraient sur la feuille de route de 2008 mais ont disparu des suivantes tout en restant financées par la MIREs (*mission interministérielle recherche et enseignement supérieur*)⁸ sur des programmes budgétaires différents. Cette exclusion s'explique, selon la DGRI, par le fait que « *les infrastructures très applicatives [...] ne rentrent pas dans le champ des infrastructures de recherche pour lesquelles une ouverture plus large sur les communautés scientifiques avec un soutien des projets sur la base de l'excellence scientifique est attendu* ». Ces deux infrastructures sont essentiellement gérées par le CEA pour la France.

ITER a une incontestable vocation scientifique, même si ce programme mondial, dans lequel la France est représentée par la Commission européenne, a une finalité applicative énergétique, la fusion nucléaire pouvant permettre, une fois maîtrisée, une énergie abondante et à faible impact environnemental.

Le choix d'exclure RJH de la liste des TGIR s'explique aussi probablement par son accès non ouvert et sa vocation industrielle. S'il ne figure plus sur la feuille de route DGRI, il est cependant toujours présent sur celle d'ESFRI, qui le qualifie d'infrastructure-clé pour la communauté internationale du nucléaire. Ce projet débuté en 2007, situé à Cadarache sur le site du CEA, et toujours en cours de construction, est destiné à fournir des données sur l'énergie nucléaire et le comportement des matériaux exposés à de hauts stress.

Tant sur un plan scientifique que financier, il serait logique d'intégrer ces deux projets dans une feuille de route élargie pilotée par un comité directeur des grandes infrastructures de recherche⁹ dans leur ensemble.

⁷ Voir présentation en cahier complémentaire.

⁸ Voir chapitre III.

⁹ Voir chapitre II.

b) Des infrastructures de recherche d'autres départements ministériels

Un postulat a été posé en 2008 : la liste des TGIR (soit, à l'époque, toutes les infrastructures sélectionnées sur la feuille de route) ne prend pas en compte les secteurs de l'espace et de la défense. Pourtant, les installations de ces secteurs, supposées non ouvertes, accueillent parfois des programmes de recherche internationaux ou bénéficient de financements européens de la recherche.

Du fait des impératifs budgétaires croissants et d'objectifs scientifiques proches, des coopérations se mettent en place entre ces infrastructures et celles relevant de la DGRI. Dans le domaine spatial, le Centre national d'études spatiales (CNES, qui relève du programme budgétaire 193 géré par la DGRI) dispose de ses propres équipements de recherche (salles blanches, salles de montage de satellites, centres d'essais de propulseurs, etc.) mais des coopérations significatives avec des IR et TGIR de la feuille de route DGRI sont déjà en place et devraient se développer, notamment entre le traitement des données issues de l'observation spatiale et celui des informations assemblées par les mesures *in situ* (océanographiques par exemple)¹⁰. L'intérêt de tels rapprochements est scientifique mais aussi financier, en particulier du point de vue de la capacité de calcul et de stockage nécessaire. L'intérêt de maintenir ces infrastructures d'usage commun hors du champ des IR/TGIR paraît de moins en moins justifié.

Dans le champ de l'aéronautique, de la défense et de l'environnement, les chambres anéchoïques et souffleries de l'ONERA, les bassins d'essais hydrauliques de la DGA, les centres d'essais des propulseurs d'avions, le laser Mégajoule (LMJ) du CEA sont des équipements de recherche dont le degré d'ouverture est variable. Certains ne sont toutefois pas totalement étanches par rapport aux IR/ TGIR de la DGRI. Ainsi l'IR Petal qui figure sur la liste DGRI est adossée à LMJ. Concernant le calcul, ce sont les mêmes équipes du CEA/DAM qui ont la charge d'exploitation du TGCC et du très grand centre de calcul TERA1000. Les deux supercalculateurs de forte puissance de Météo France, Prolix2 et Beaufix2, situés en novembre 2018 aux 89^e et 90^e places du Top 500 mondial ne sont pas classés TGIR. Météo France va en acquérir prochainement un troisième, destiné à mieux prévoir le climat et ses risques par la simulation numérique.

Au-delà de ce premier constat, il convient de noter que le domaine du calcul intensif, dont la montée en puissance correspond à des enjeux considérables, pourrait être le front pionnier de synergies nouvelles entre recherches civile et militaire. Selon un rapport d'information de mai 2018 de l'Assemblée nationale¹¹, la recherche civile (académique ou appliquée) peut être indirectement à l'origine de services et dispositifs duaux utiles à la défense nationale, par exemple dans la modélisation et la simulation numérique, le développement de briques matérielles et logicielles spécifiques, la robotique et les drones, l'aide à la décision, l'intelligence artificielle et la « fouille de données » (*data mining*). Ce constat peut conduire à encourager des synergies opérationnelles entre le monde civil et celui de la défense pour les TGIR et IR concernées, pouvant déboucher à terme sur la mutualisation d'infrastructures de recherche civiles et militaires dans le domaine du calcul.

¹⁰ Ces deux approches se révélant de plus en plus complémentaires pour une bonne compréhension du « système Terre ». Ainsi ont commencé un partage de données avec l'Ifremer, *via* le supercalculateur Datarmor de ce dernier et plus largement une coopération avec l'IR Pôle de données système Terre, ou bien avec l'INSU (Institut national des sciences de l'univers du CNRS), qui recueille des données d'observation de l'univers *via* des IR telles que Lter ou IAGOS. Les deux organismes travaillent sur une IR qui rassemblerait ces données.

¹¹ *Défense : enjeux de la numérisation des armées*, commission de la défense nationale et des forces armées, Assemblée nationale, 30 mai 2018.

Au titre des bonnes pratiques déjà existantes, la coopération de la Marine nationale avec les TGIR FOF, Concordia et Euro Argo peut être mentionnée.

La coopération avancée de la Marine nationale avec des TGIR civiles

Le premier exemple concerne la TGIR FOF. Le service hydrographique et océanographique de la Marine (SHOM) a besoin d'informations scientifiques permanentes et actualisées et coopère dans ce sens avec la TGIR et avec l'Ifremer. Certains achats de navires (le *Pourquoi pas ?* et le *Beautemps-Beaupré*) ont été réalisés en commun, chacun bénéficiant d'un droit d'utilisation au prorata de son investissement. Il existe aussi des « droits de tirage » sur des navires appartenant à FOF. Une réflexion est actuellement en cours sur l'élargissement de cette coopération à tous les bâtiments de FOF.

Il en va de même avec la TGIR Concordia où la Marine nationale et les TAAF (Terres australes et antarctiques françaises) se répartissent l'utilisation de l'Astrolabe, acheté essentiellement par les TAAF et armé par la Marine, qui a récupéré en 2018 sa compétence sur les glaces où elle exerce une police des pêches.

Enfin le SHOM utilise le programme océanographique Coriolis de la TGIR Euro Argo.

La qualité et l'approfondissement des coopérations entre infrastructures relevant ou non de la feuille de route laissent penser que le périmètre actuel des IR/TGIR de la feuille de route du MESRI n'est pas de nature à garantir une vision globale, scientifique et financière, des grandes infrastructures de recherche françaises.

B - Les éléments de structuration actuels

La liste des infrastructures de recherche établie par la DGRI en 2018 s'ordonne selon deux axes : l'assignation à une catégorie, la détermination du ou des domaines de recherche dont elles relèvent.

1 - Les évolutions des catégories

C'est en 2012 qu'apparaît la classification toujours actuelle en quatre catégories. La DGRI précise que le niveau d'excellence est le même pour toutes, sans hiérarchie de qualité :

- les **OI** (« **organisations internationales** ») sont liées à des accords passés par la France ; s'y ajoute en 2018 une catégorie nouvelle, « l'instrument apparenté OI¹² » ;
- les **TGIR** (« **très grandes infrastructures de recherche** »), qui relèvent d'une politique nationale ou d'une stratégie gouvernementale et sont identifiées au moyen de plusieurs actions de la LOLF. Le texte de 2018 précise que « les TGIR sont sous la responsabilité scientifique des opérateurs de recherche » ;
- les **IR** (« **infrastructures de recherche** »), mises en œuvre par les Alliances¹³ ou leurs membres ou par des établissements publics pour des missions particulières. La mention de

¹² Il s'agit pour la DGRI d'assurer un suivi distinct de cette infrastructure au sein de l'ESO.

¹³ Voir détail au chapitre II, I, C,2.

la labellisation « *par des programmes incitatifs de type Equipex* » présente en 2016 a disparu en 2018 ;

- les **projets**, caractérisés en 2018 : tout en répondant aux exigences des critères énoncés, ils n'ont pas encore acquis leur pleine maturité. Ils sont placés dans une phase transitoire et feront l'objet d'une nouvelle analyse pour la prochaine feuille de route.

Tableau n° 2 : répartition des infrastructures entre catégories dans les différentes feuilles de route de la DGRI

	2008	2012	2016	2018
<i>OI</i>	90 TGIR	3	5	5 (4+ 1 « instrument »)
<i>TGIR</i>		18	20	22
<i>IR</i>		43	61	68
<i>Projets</i>		7	9	4
<i>Total</i>		71	95	99

Source : feuilles de route de la DGRI

Les TGIR sont les infrastructures les plus stables, ce qui n'est pas le cas des IR. En effet, sur les 22 TGIR actuelles, 20 figurent déjà sur la feuille de route de 2008 (ont été ajoutées, en 2012, Huma-Num, pour les sciences humaines et sociales et en 2018, LHC, en physique nucléaire et des hautes énergies, présentée à part du CERN). Deux TGIR de 2012 ont évolué dans une autre direction : ESO ALMA (observatoire astronomique) est devenue en 2018 « instrument de l'ESO » (catégorie nouvelle) et EMBL, dans le domaine de la biologie santé, est devenue OI. À l'inverse, plus de la moitié des IR sont, par rapport à celles de 2008, nouvelles en 2018. Corrélativement, un grand nombre d'IR de 2008 ont été déclassées ou ont disparu.

Les IR et TGIR peuvent être monosites dans le cas de grands équipements physiques (26), distribuées sur plusieurs sites en France ou dans d'autres pays (64), virtuelles ou de réseaux (9).

2 - L'élargissement des secteurs des IR/TGIR au fil des ans

Les IR/TGIR ont été réparties en 2008 en sept secteurs de recherche puis en neuf en 2012. La feuille de route 2016 fixe les dénominations des neuf domaines¹⁴, auxquels s'ajoutent en 2018, les « e-infrastructures »¹⁵ qui comprennent les deux TGIR GENCI et RENATER. Cette nouvelle nomenclature permet de distinguer les outils/réseaux et la recherche en numérique. Sur les 99 infrastructures de la feuille de route 2018, 22 sont à double ou triple appartenance sectorielle, les infrastructures étant d'usage de plus en plus polyvalent.

¹⁴ SHS ; sciences du système Terre et environnement ; Énergie ; Sciences de la matière et ingénierie ; biologie et santé ; physique nucléaire et des hautes énergies ; sciences et technologies du numérique ; mathématiques ; Information scientifique et technique. Les secteurs mentionnés en 2012 sont maintenus, à l'exception notable des Sciences Agronomiques, écologiques et environnementales, disparues en 2016 (mais dont les projets seront récupérés pour la plupart en « sciences du système Terre et de l'environnement »).

¹⁵ Autrefois dénommées « Données, calcul, services ou sciences du numérique et mathématiques ».

Tableau n° 3 : nombre d'infrastructures par type et par secteur en 2018

<i>Domaines</i>	Total	OI	TGIR	IR	Projets	Double appartenance
<i>Sciences humaines et sociales</i>	6		2	4		1 TGIR et 4 IR
<i>Sciences du système Terre et environnement</i>	25	1	5	18	1	3 IR
<i>Énergie</i>	5			5		1 IR (triple appartenance)
<i>Biologie et santé</i>	24	1		22	1	3 IR
<i>Sciences de la matière et ingénierie</i>	16		6	10		1 IR
<i>Astronomie et astrophysique</i>	12	2 (1+1 instrument de recherche)	4	5	1	2 TGIR et 2 IR
<i>Physique nucléaire et hautes énergies</i>	12	1	5	6		2 TGIR et 2 IR
<i>Recherche en sciences du numérique ; mathématiques</i>	2			1	1	
<i>Information scientifique et technique</i>	6		1	5		1 TGIR et 3 IR
<i>e-infrastructures</i>	4		2	2		
<i>Total des mentions par secteur</i>	112	4 + 1 instrument	25	78	4	
<i>Total des infrastructures physiques</i>	99	5	22	68	4	

Source : Cour des comptes à partir de la feuille de route DGRI 2018

La répartition actuelle des TGIR, OI, IR et projets entre catégories et entre domaines apparaît comme le résultat de l'exercice stratégique national mené depuis dix ans par la DGRI. Elle s'explique également par des facteurs historiques et des différences de cultures entre disciplines.

Les domaines de la matière, de la physique nucléaire et de l'astrophysique, à l'origine de la politique publique en faveur de la recherche au lendemain de la 2^e Guerre Mondiale, depuis longtemps structurés autour de grands équipements, largement financés par l'État, sont défendus et promus par leurs communautés de recherche depuis plusieurs décennies¹⁶. Il en résulte qu'ils dominent la catégorie des TGIR.

¹⁶ Le rapport du conseil supérieur de la recherche et de la technologie de 2011 observe « un décalage entre la communauté des physiciens, dotés d'une solide expérience de près de 60 ans depuis la création du CERN, et les autres communautés dont la culture est très différente ». *Recommandations du CSRT sur les très grandes infrastructures de recherche*, adopté le 12 octobre 2011 en séance plénière à l'unanimité.

D'autres communautés, comme les SHS, ont su imposer récemment – y compris comme TGIR- leur présence sur la feuille de route, soutenues en cela par le même mouvement en Europe et dans le monde. Inversement, l'absence de TGIR dans le secteur de la biologie santé est à remarquer. Les communautés de ce secteur, qui disposent de 22 IR, sont moins concentrées et appartiennent à un environnement industriel et scientifique longtemps plus réticent à rechercher une structuration et une labélisation de leurs grandes infrastructures sous l'égide de l'État que d'autres domaines. Cependant, les coûts croissants, le développement de l'interconnexion des disciplines et les exigences du calcul intensif sur des données massives, leur imposent de trouver des regroupements et financements.

Un tableau retraçant l'évolution de chaque TGIR et OI depuis 2008, par domaine, figure en annexe n° 3.

II - Un cadre européen et international déterminant

A - Les infrastructures de recherche en UE : un paysage institutionnel complexe

Le cadre européen se présente aujourd'hui comme un paysage institutionnel complexe où la distribution des compétences n'est pas toujours très lisible et où les infrastructures font l'objet à la fois de partenariats de compétition.

1 - Un long chemin

Les infrastructures de recherche ont fait une entrée tardive dans la politique de recherche européenne, en 2008. Depuis 2010, la gouvernance de l'espace européen de la recherche (EER) repose sur l'ERAC (*European Research Area Committee*)¹⁷, comité consultatif d'orientation stratégique, composé de tous les États membres, de la Commission et coprésidé par cette dernière et un État. Ce comité comprend aujourd'hui six groupes thématiques dont un en charge des infrastructures de recherche (l'ESFRI, cf. *infra*). Leur financement relève en grande part du 8^e et actuel PCRD - appelé Horizon 2020 (H2020, 2014-2020). Le 9^e et prochain PCRD, qui couvre la période 2021-2027, s'intitule « Horizon Europe »¹⁸.

En juillet 2012, les infrastructures de recherche sont présentées comme une des six priorités de la recherche européenne. Il s'agit de « *renforcer la coopération et la concurrence transnationales, notamment en créant et en exploitant efficacement des infrastructures de recherche majeures* » dans le cadre d'un des trois « piliers » du programme européen H2020, celui de l'excellence scientifique¹⁹.

¹⁷ En français, CEER « Comité de l'Espace européen de la recherche et de l'innovation », acronyme peu utilisé.

¹⁸ Ce nouveau programme est actuellement en cours de définition. Il a été présenté par la Commission européenne le 2 mai 2018 devant le Parlement européen et a fait l'objet d'une proposition de règlement le 7 juin 2018.

¹⁹ Les deux autres étant « primauté industrielle » et « défis sociétaux ». Le volet spécifique aux IR se situe dans le premier pilier, aux côtés des financements destinés à l'ERC, des programmes Sklodowska Curie et des Technologies futures et émergentes (FET).

Le règlement (UE) n° 1291/2013 du Parlement européen et du Conseil du 11 décembre 2013 portant établissement du programme-cadre H2020 précise que les infrastructures de recherche sont les « *principaux équipements* », les « *ressources cognitives* », les « *infrastructures en ligne* » et « *toute autre infrastructure de nature unique, essentielle pour parvenir à l'excellence dans le domaine de la recherche et de l'innovation* ». Elles concernent les « communautés de chercheurs », ce qui exclut les équipements « fermés ».

Les objectifs affichés pour H2020 sont de développer de nouvelles infrastructures de classe mondiale, d'ouvrir les infrastructures de recherche existantes d'intérêt paneuropéen à de nouveaux utilisateurs académiques ou économiques, de développer et déployer des infrastructures en ligne pour le calcul, la mise en réseau et l'accès à des données mondiales dans les différentes disciplines (notamment environnement, santé, climat), de promouvoir le potentiel d'innovation et de valorisation des ressources humaines, de renforcer la politique européenne en matière d'infrastructures de recherche et ses coopérations internationales. Il s'agit aussi avec ESFRI de développer l'inclusion des infrastructures de recherche dans la chaîne d'innovation et de favoriser le transfert de technologies.

La montée en puissance des programmes de recherche européens est indéniable, mais la place des infrastructures en leur sein ne paraît pas augmenter dans les mêmes proportions, sauf dans le secteur du calcul intensif. Si l'UE permet une véritable coopération entre infrastructures de recherche, sa politique consiste également, comme pour tous ses programmes de recherche, à organiser une coopération/compétition (« coopétition ») entre États, dans le but de promouvoir *in fine* l'émergence d'infrastructures de classe internationale.

L'équilibre entre la volonté communautaire et les choix des États est une donnée majeure. Ainsi les États résistent à la volonté de la Commission de participer systématiquement à l'investissement dans les infrastructures européennes, encore récemment dans le projet de radiotélescope géant SKA (*Square Kilometer Array*). Elle atteindra probablement cet objectif dans le domaine du calcul intensif, qui nécessite des financements particulièrement importants et une orientation stratégique commune. De fait, la nécessité de financements et la compétition internationale devraient conduire à une intégration communautaire croissante.

2 - Les instruments juridiques créés par l'Union européenne pour les infrastructures de recherche

Pour faciliter l'émergence d'infrastructures européennes, la Commission a mis en place des instruments légaux et financiers gérés par de nombreux acteurs.

Le statut ERIC (*European Research Infrastructure Consortium*²⁰) créé par un règlement européen du 25 juin 2009 est reconnu dans toute l'Union. Attribué par la Commission, il permet un accès privilégié aux appels à projets financés par l'UE et bénéficie dans la plupart des pays membres d'une exemption de TVA. Son obtention repose sur un engagement de trois pays minimum, sur au moins trois à cinq ans, appuyé par un plan d'affaires et un budget prévisionnel valant engagement des États concernés.

²⁰ Consortium pour une infrastructure européenne de recherche.

Il existe actuellement 21 ERIC, dont les membres correspondants en France peuvent tout aussi bien être des TGIR (comme Euro-Argo, ICOS ou ESS) que des IR, comme EMBRC France, ECCSEL France, EMSO France ou dans le secteur Biologie, Celphedia, nœud français d'Intrafrontier, ou Frisbi dont une partie est le nœud français du réseau Instruct.

En octobre 2012, l'expression *Large Research Infrastructure* (LRI) est adoptée dans des principes (*guidelines*) de comptabilisation des coûts dans les financements demandés à la Commission pour ce type de projet. La définition d'une LRI figure seulement dans le modèle de convention de financement²¹ : il s'agit d'une infrastructure de recherche d'une valeur totale d'au moins 20 M€, calculée comme la somme des actifs historiques de chaque infrastructure individuelle de ce bénéficiaire. Leurs procédures de financement et leurs critères d'éligibilité sont des plus complexes, que le label soit accordé *ex ante* ou que la qualité de LRI soit déclarée (et potentiellement contrôlable). Sur 17 demandes de financement, 6 seulement ont obtenu une réponse positive sur la certification LRI *ex ante*, soit 25 M€, pour un coût total des infrastructures réalisées annoncé à 295 M€ (les chiffres cités ne concernent que les opérateurs ayant choisi le système *ex ante*, les systèmes d'information actuels de la Commission ne permettant pas d'identifier le nombre total de bénéficiaires des financements LRI).

3 - Les ressources et les coûts des infrastructures de recherche européennes

Les ressources des infrastructures de recherche européennes proviennent principalement des États.

La Commission européenne intervient essentiellement *via* le programme H2020, lui-même géré par deux directions générales différentes (DG recherche et innovation et DG Connect) et *via* les fonds structurels, en particulier le FEDER, lui-même décomposé en plusieurs branches.

Au titre du programme H2020 (2014-2020), les infrastructures de recherche sont dotées de 2,43 Md€ sur sept ans et représentent 3,2 % du budget H2020. Cette part du budget de la recherche a certes augmenté depuis le 5^e PCRD (1998-2002), où elle n'en représentait que 0,3 % mais elle n'a cessé de décroître depuis le 6^e (2002-2006), où elle comptait pour 4 %, passant à 3,4 % lors du 7^e PCRD, à 3,2 % aujourd'hui. Cette part passera en principe à 2,4 % dans le successeur d'H2020, Horizon Europe (du fait de l'augmentation globale de ses crédits). Deux tiers des crédits sont gérés par la DG Recherche, pour les infrastructures de recherche « physiques » et un tiers par la DG Connect, pour les e-infrastructures. Les fonds structurels disposent de 800 M€ pour les infrastructures de recherche françaises, qu'elles relèvent ou non de la feuille de route nationale²². Les financements du FEDER sont en général accordés sur des projets territoriaux figurant sur les CPER (contrats de plan État-Région), la sélection étant dans ce cadre « réalisée au fil de l'eau »²³. Ces importantes ressources en provenance de l'UE ne sont pas intégrées dans la stratégie nationale des TGIR.

²¹ *Model Grant Agreement*, note de bas de page afférente à l'article 6.2. D.4.

²² Dont près de la moitié étaient programmés au 30 juin 2017 et sur lesquels au 1^{er} janvier 2017, 257 M€ avaient été lancés, sur 211 opérations, en très grande majorité en subventions non remboursables. Source : FEDER OT1 (objectif thématique n°1) Interfonds Juin 2017.

²³ https://www.europe.bzh/jcms/preprod_233652/fr/developpement-des-infrastructures-de-recherche?portal=wcrb_233927

Tableau n° 4 : les ressources européennes des infrastructures de recherche (2014-2020)

<i>Horizon 2020</i>		<i>Hors Horizon 2020</i>	
<i>Montant total du programme (hors Euratom et ITER)</i>	77 Md€	Fonds structurels	États
<i>Dont part IR</i>	2,43 Md€		
<i>Dont Crédits DG Recherche (DGRI)</i>	1,6 Md€ Dont : - nouvelles infrastructures 960 M€ - soutien 640 M€ (dont ESFRI 425 M€)		
<i>Dont Crédits DG Connect</i>	830 M€	90 Md€ pour l'innovation et la recherche dont environ 11 Md€ pour les infrastructures de recherche ²⁴ (dont 800 M€ pour les infrastructures de recherche françaises)	42 à 48 Md€ (estimation DG Recherche)

Source : Cour des comptes à partir des documents de la DG Recherche et de ceux des fonds structurels

L'apport des États n'est pas connu de manière précise et se déduit de calculs en ordres de grandeur. En effet, selon le recensement des infrastructures de recherche européennes de 2008 (le dernier officiel à ce jour), l'actif cumulé de ces dernières est estimé entre 80 et 100 Md€, chiffre calculé selon les coûts de reconstruction. Il est admis que leur fonctionnement/maintenance annuel représente 10 % de ce coût, soit entre 8 et 10 Md€ (dont 1 Md€ pour des actualisations majeures et 2,5 Md€ pour acquérir des fournitures et services de haut niveau).

Ce chiffre est à mettre en rapport, en ordre de grandeur, avec le budget européen pour les infrastructures de recherche, de 2,4 Md€ dans le cadre d'H2020, soit 340 M€ par an et des fonds structurels, d'environ 1,6 Md€ par an.

En chiffres arrondis, et à défaut de données précises des instances européennes, l'apport global des fonds européens toutes sources confondues aux infrastructures civiles de recherche s'élèverait donc à environ 2 Md€ par an. Rapportés aux besoins estimés à 8 à 10 Md€, une charge de 6 à 8 Md€ annuels restent donc à la charge des États. On peut estimer que les ressources communautaires couvrent entre 20 % et 33 % des besoins annuels des infrastructures de recherche des pays européens.

L'allocation allouée aux infrastructures de recherche dans Horizon Europe sera *a priori* du même ordre que dans H2020, soit environ 2,4 Md€ (hors Euratom et ITER). Ces données laissent penser que la part qui revient aux États ne devrait pas baisser dans les prochaines années, bien au contraire, sauf à ce que les fonds structurels viennent abonder plus qu'ils ne le font aujourd'hui le montant total des fonds européens consacrés aux infrastructures de recherche et sauf programmes spécifiques comme celui prévu pour le calcul intensif, qui devrait bénéficier de 9 Md€ dans le prochain programme.

²⁴ Estimation Cour des comptes.

D'une manière générale, les ressources européennes destinées aux infrastructures s'apprécient globalement et sur des valeurs approchées. On note la même imprécision sur la connaissance même des infrastructures, pour lesquelles il n'existe ni recensement fiable, ni coût global connu. Ainsi, dans la base européenne MERIL (*Mapping of the European Research Infrastructure Landscape*) qui a pour objectif d'inventorier, dans l'ensemble des domaines scientifiques, les infrastructures européennes d'intérêt supranational, on observe que 600 des 900 structures identifiées ne sont pas renseignées en détail.

Enfin, les montants annoncés par l'organisme de référence lui-même, ESFRI (voir *infra*), sur les coûts de construction et d'exploitation de ces infrastructures sont également considérés comme sujets à caution.

4 - De nombreux acteurs

a) La DG Recherche et les organismes liés à la recherche

La recherche, désormais liée à l'innovation, fait l'objet d'un commissariat européen à part entière. Son programme H2020 et les appels à projets qui en découlent sont gérés par la DG Recherche et Innovation, ex- DG Recherche²⁵. Elle comprend en son sein un directorat « *Open innovation & Open Science* », dont dépend le département infrastructures de recherche.

ESFRI est donc l'instance-clé pour les infrastructures de recherche de référence au sein de l'UE. Il n'en finance ni la construction ni le fonctionnement, mais assure un rôle important d'harmonisation des feuilles de route nationales, de définition de critères de performance, de bonnes pratiques, en lien avec les communautés scientifiques européennes et avec les organisations internationales comme l'OCDE, dans le but final d'agir sur les politiques gouvernementales dans un cadre commun.

Instance intergouvernementale, créée en 2002 par le Conseil compétitivité de l'Union européenne²⁶, ESFRI comprend les vingt-huit membres de l'UE auxquels s'ajoutent la Serbie et la Commission européenne²⁷. Cette dernière est représentée par le département infrastructures de recherche de la Direction de la Recherche, qui assure également le secrétariat d'ESFRI ainsi que la gestion de ses appels à projets. ESFRI est pour les communautés scientifiques nationales un lieu d'échanges et d'influence pour faire émerger les projets. Il présente sa feuille de route pour validation au Conseil Compétitivité de l'UE et lui rend compte. ESFRI a jusqu'à présent présenté cinq feuilles de route en 2006, 2008, 2010, 2016 et 2018.

La présence sur la liste ESFRI permet le financement direct d'études de faisabilité et de soutien et ouvre une voie facilitée aux autres financements H2020. Pour être accepté par ESFRI, un projet doit faire l'objet d'un engagement financier d'un État et être porté par au moins deux autres. Il doit également figurer sur la feuille de route nationale. Le travail d'ESFRI s'organise autour de groupes de travail thématiques (*Strategic Working Groups*, SWG), qui fournissent une analyse sur les nouveaux projets. L'évaluation se fait par les pairs, avec comme critère

²⁵ Que, par convention, le présent rapport continue à appeler de la sorte pour ne pas la confondre avec la DGRI française du ministère de la recherche.

²⁶ Qui réunit les ministres de tous les États membres chargés du commerce, de l'économie, de l'industrie, de la recherche et de l'innovation, et de l'espace ainsi que les membres de la Commission européenne compétents.

²⁷ Ainsi que 12 membres associés.

principal son utilité pour la recherche et l'ouverture aux industriels. L'harmonisation est préparée conjointement par le groupe d'implémentation et par les groupes de travail stratégiques. L'arbitrage est assuré par le bureau exécutif sur la base des résultats de cette harmonisation. La décision finale est effectuée en session plénière par le forum ESFRI.

ESFRI joue un rôle important en matière d'homogénéisation des critères d'évaluation et a créé sur ce sujet un groupe de travail *ad hoc* dont la DGRI française est membre. À côté de cette instance de régulation douce, directement connectée à la Commission, il y a lieu de mentionner des organisations satellites d'influence.

Des organisations satellites

Le European Intergovernmental Research Organisation Forum (EIRO Forum) est composé des huit plus importantes infrastructures de recherche de l'UE : CERN, EMBL, EUROfusion, ESA, ESRF, E-XFEL et ILL. Créé en 2002, présidé à tour de rôle par le président de l'un des organismes, c'est un lieu d'échanges et de lobbying européen et international, qui a notamment le pouvoir de favoriser l'entrée d'une infrastructure de recherche sur la liste ESFRI²⁸. D'autres instances à caractère scientifique peuvent se prononcer sur les infrastructures de recherche. C'est le cas du JRC (*Joint Research Center*), centre de ressources interne de la Commission, créé en 1957, qui peut avoir à se prononcer sur les infrastructures de recherche dans sa fonction de conseil stratégique.

De nombreuses organisations non gouvernementales à Bruxelles jouent un rôle important d'information et de lobbying auprès des institutions européennes, notamment en élaborant des déclarations communes sur des aspects de la politique européenne de recherche. Ces organismes se retrouvent pour la plupart au sein de la plateforme des acteurs de l'ERA (*ERA Stakeholders platform*). On peut aussi citer la Fondation européenne de la science (ESF), associée au traitement de la base de données MERIL. Par l'intermédiaire de ces instances, la DG Recherche entend nouer un dialogue direct avec les utilisateurs sans passer par les États. Elle a ainsi le projet d'élaborer avec *ERA Stakeholders* une charte commune d'accès aux informations des organisations financées.

b) DG Connect et DG Regio

D'autres directions et programmes européens interviennent dans les infrastructures de recherche. Ainsi la DG Connect est-elle active dans le domaine des infrastructures numériques, pour tous les sujets concernant le calcul et les réseaux. ESFRI dispose aussi d'une commission e-infrastructures. La plupart des appels à projets se font en coordination entre les deux instances. En France, le correspondant habituel de la DG Connect est plus la DGE, direction générale des entreprises du ministère de l'économie, que la DGRI. La DGE participe d'ailleurs en observateur au conseil d'administration de la TGIR GENCI.

La direction générale de la politique régionale et urbaine (« DG Regio ») gère les fonds structurels FESI (Fonds européens structurels et d'investissement, parmi lesquels le FEDER) et finance à ce titre des infrastructures à impact régional.

Une des grandes questions en cours est la formalisation de la participation du FEDER à des infrastructures de recherche financées par dans le cadre d'Horizon 2020 (prochainement

²⁸ Parmi ses membres, cinq sont inscrits sur la feuille de route ESFRI : le HL-LHC du CERN ; le laser européen à rayons X et à électrons libres (European X-ray free-electron laser, E-XFEL) ; l'installation européenne de rayonnement synchrotron (European Synchrotron Radiation Facility, ESRF) et l'Institut Laue-Langevin (ILL).

dénommé Horizon Europe). Le commissaire à la recherche a annoncé en juillet 2018 lors du colloque ESOE (*European Open Science*) à Toulouse que la Commission européenne entendait faciliter la combinaison entre les deux différents types de fonds. Devrait ainsi être incluse entre les futurs programmes une règle de « confiance croisée » rendant inutile une nouvelle évaluation si un projet a été reçu par H2020. Il serait également possible aux États membres impliqués de participer au financement non plus nécessairement sur leurs fonds propres mais aussi en faisant appel à leurs fonds structurels européens sans que cet apport soit qualifié d'aide d'État. Ces dispositions bienvenues restent à préciser et à mettre en œuvre.

B - L'absence de spécificité des TGIR françaises dans les dispositifs européens

1 - Des catégorisations différentes

ESFRI comprend depuis 2016 des *Landmarks* (infrastructures de référence) et des *Projects*²⁹, pour un total de 55 en 2018 (37 *Landmarks*³⁰ et 18 *Projects*).

La France est présente dans de très nombreux projets européens selon des formes diverses, chef de file, acteur ou partenaire (cf. annexe 4). Les catégories françaises ne rejoignent pas exactement les européennes, ce qui est le cas de toutes les feuilles de route nationales des États européens (certains n'en ayant pas encore malgré les demandes de la Commission). Sur les 37 *Landmarks*, 16 incluent des IR et 16 des TGIR, 4 des laboratoires d'universités ou d'opérateurs et un le Réacteur Jules Horowitz (RJH), qui ne figure plus sur la feuille de route française. Sur les 18 *Projects*, 11 IR sont représentées ainsi que 5 autres correspondants français.

Sur 55 infrastructures ESFRI, l'Allemagne dispose de sept sièges (neuf si on compte les installations multisites) tandis que la France en compte neuf (douze si on intègre les multisites).

FOF, Concordia, SOLEIL, Orphée, le CFHT et le CEPMMT ne font pas partie de la liste ESFRI. De fait, une TGIR n'a pas nécessairement besoin d'y figurer. FOF n'est pas pris en compte car l'accès aux bateaux n'est pas ouvert aux programmes de recherche européens (sauf à utiliser le système *Eurofleets* d'échange de jour/bateau). Dans le cas de SOLEIL, le besoin est suffisamment large en Europe pour que des infrastructures purement nationales se justifient. Les TGIR françaises peuvent aussi être liées à des infrastructures internationales faisant intervenir des États hors UE, comme CFHT. D'autres rassemblent la France et des États européens hors ESFRI (Concordia, ECORD, IRAM, EGO-Virgo, Renater).

2 - Un retour financier décevant pour les IR et TGIR

Si l'on en juge par les indicateurs de réussite aux appels à projets, le résultat français toutes catégories confondues est décevant. Selon les données partielles H2020³¹, la France a

²⁹ Les projets sont des infrastructures qui doivent en dix ans avoir atteint leur pleine maturité et devenir alors *Landmarks*. Dans le cas inverse, ils disparaissent de la liste.

³⁰ Dont 18 sont établis en ERIC.

³¹ DG recherche, 2016-2017, en octobre 2017.

obtenu 18 M€ pour 60 M€ demandés (30 %). De son côté, l'Allemagne a obtenu 23 M€ sur 65 M€ demandés (38 %), le Royaume-Uni 18 M€ sur 48 M€ (37,5 %), l'Italie 15 M€ sur 38 M€ (40 %). D'autres pays ont des ratios encore meilleurs sur des montants certes faibles. Le cas du CERN, obtenant 100 % des appels auxquels il a postulé, est à part. Les fonds structurels, répartis sur les territoires, ne sont pas précisément tracés par projet.

Pour la même période, la France obtient de bons ratios sur les appels à projets de la DG Connect (numérique), avec 6 M€ demandés et 3,5 M€ obtenus, ce qui est un des meilleurs résultats européens, mais il reste non satisfaisant pour la communauté concernée car les montants sont plus faibles que pour l'Allemagne, qui obtient 10 M€ sur 22 M€ demandés.

La France est le troisième pays bénéficiaire de financements, derrière l'Allemagne et le Royaume-Uni (à quasi-égalité). Les autres États performants sont l'Italie, les Pays-Bas, la Suisse (membre associé), la Suède et l'Espagne.

La part des pays d'Europe centrale croît plus encore en intégrant les fonds structurels. Ces derniers ont permis de financer des projets emblématiques comme le centre de lasers ELI en Hongrie, Roumanie et République tchèque pour un coût de construction initial de 850 M€ (dont 85 % de fonds européens et 15 % de fonds nationaux)³².

En outre, les fonds européens ne financent que marginalement les TGIR françaises (cf. chapitre III). Ce sont les IR, et non les TGIR, qui tirent le meilleur profit des 6^e et 7^e PCRD.

3 - Des enjeux structurants : le cas des programmes de calcul

En juin 2018, la Commission européenne a proposé le lancement d'un ambitieux programme pour une Europe numérique, visant à investir de manière plus coordonnée 9,2 Md€ sur la période 2021-2027 (Horizon Europe) avec les axes suivants : supercalculateurs (2,7 Md€), intelligence artificielle (2,5 Md€), cybersécurité et confiance (2 Md€), compétences numériques (700 M€), diffusion dans l'économie et la société (1,3 Md€).

L'initiative EuroHPC a été adoptée par un règlement du Conseil des ministres du 28 septembre 2018 visant à « *mettre en place une infrastructure de supercalculateurs de classe mondiale à l'échelle européenne* ». Le projet sera financé par H2020 et par la *Connecting Europe facility* pour 486 M€, montant devant être doublé par les États membres et par des apports en nature des parties privées. EuroHPC contient des programmes phares, comme EPI (*European Processor Initiative*), consortium réunissant 23 membres de 10 pays européens, qui vise à concevoir et développer les premiers systèmes HPC de puces et accélérateurs, pour maîtriser le cœur technologique des supercalculateurs et assurer une machine « exascale »³³ fondée sur une technologie pleinement européenne. On peut également relever le projet EOSC, *European Open Science Cloud*, système fédéré autour d'un point central (déjà l'objet d'un appel à projets H2020), un portail et un catalogue, gratuit pour l'accès et le recueil d'informations et payant pour le service de traitement des données.

Dans tous ces programmes, la représentation française dans la gouvernance est généralement assurée par la DGRI (en lien avec la DGE sur EuroHPC). Les grands opérateurs de la recherche y participent, de même que GENCI dans PRACE et EuroHPC, le consortium

³² Projet porté par M. Gérard Mourou, chercheur français, Prix Nobel de physique 2018.

³³ Supercalculateur de prochaine génération (cf. *infra*).

GENCI/IN2P3 dans *European Grid Infrastructure*, des industriels comme ATOS, qui pilote le programme EPI, dans lequel sont également présents le CEA, GENCI et la société Kalray. GENCI est appelé à devenir « Entité Hôte » dans le cadre de la candidature de la France pour héberger l'une des deux machines « exascale ».

C - La présence de la France à Bruxelles

Le MESRI représente les intérêts scientifiques français à Bruxelles. L'articulation entre les instances françaises et européennes obéit, dans le domaine des IR/TGIR, aux structures retenues pour l'ensemble de la recherche.

La Représentation permanente (RP) auprès de l'Union européenne, qui dépend du MEAE, pourrait être mieux informée en amont des questions relatives aux infrastructures de recherche. De récents développements laissent cependant augurer une amélioration à venir de ces liens³⁴. La présence française au sein des instances bruxelloises pourrait être davantage coordonnée en amont, d'une part au sein du MESRI et du MEAE, d'autre part entre ces deux ministères. La durée de mandat des représentants français devrait être privilégiée, la connaissance et le réseau de partenaires étant un atout majeur dans ces instances. Le groupe de travail créé en 2012 entre le DGRI et ses homologues des différents États européens pour coordonner et renforcer la présence des États au sein des instances bruxelloises pourrait être réactivé.

Le dispositif de représentation

Le programme H2020 fonctionne selon la comitologie européenne. Son comité de programme comprend 14 configurations, dont une pour les infrastructures. Présidé par la Commission, y siègent représentants des États membres et associés. La représentation française est assurée par des représentants au Comité de programme (RCP) issus du MESRI et si besoin du ministère technique. L'importance des Comités de programme et donc des RCP en leur sein est à souligner, car ils participent à la rédaction des appels d'offres H2020 sur les IR, sur proposition de la DG Recherche. Le travail est préparé en France par des groupes thématiques nationaux (GTN), qui rassemblent des spécialistes de chaque discipline, issus des opérateurs, des agences de financement, des pôles de compétitivité, des universités, des industriels et des associations professionnelles pour définir des positions communes. Les membres du GTN Infrastructures de recherche représentent les communautés scientifiques et sont issus des Alliances scientifiques, de la CPU, ainsi que des organismes dont toutes les thématiques ne sont pas complètement couvertes par les Alliances (CNES, RENATER, GENCI, Observatoire de Paris, ONERA). Par ailleurs un des 22 points de contact nationaux (PCN), coordonnés par la DGRI, est consacré aux infrastructures. Le PCN Infrastructures de recherche comprend le coordonnateur du PCN au MESRI, un PCN membre du CNRS et un PCN membre du CEA, ainsi que le RCP. Ce PCN s'efforce également de promouvoir la présence française parmi les évaluateurs (15 000) auxquels fait appel la Commission. Un portail spécialisé³⁵ fournit des informations actualisées. Ces PCN s'efforcent de travailler avec les régions, qui elles-mêmes ont mis en place des outils pour aider leurs communautés à monter des projets européens et trouver des financements.

³⁴ La RP a accepté que les réunions de *l'implementation group* d'ESFRI, présidé depuis le 1^{er} janvier 2019 par un Français, se tiennent dans ses locaux, ce qui devrait contribuer à renforcer les liens du MESRI et de la RP.

³⁵ <http://www.horizon2020.gouv.fr/pid29759/infrastructures-de-recherche.html>.

Concernant spécifiquement les IR / TGIR, la France est représentée à ESFRI à la fois au bureau exécutif et dans le groupe d'implémentation, par des représentants de deux services différents de la DGRI, la direction des relations internationales semblant peu présente.

L'examen des projets récents soutenus par la DGRI au sein de la dernière feuille de route ESFRI montre qu'elle a défendu principalement des IR plus que des TGIR.

Les projets soutenus par la DGRI à ESFRI

Sur six nouveaux projets soutenus, trois³⁶ ont été placés en *projects* de la feuille de route 2018 et un, OPERA³⁷, en projet « soutenu » (hors feuille de route mais prioritaire pour les financements).

Ont été acceptés trois autres projets non soutenus par la France : Metrofood (*Promoting Metrology in Food and Nutrition*), IFMIF (*International Fusion materials Irradiation Facility*, soutenu par l'Espagne) et EHRI en sciences sociales (*European Holocaust RI*, réseau permettant de faciliter la mise en réseau de témoignages sur la Shoah) soutenu par l'Allemagne, les Pays-Bas et Israël, pays associé. Un autre projet, *Resilience*, projet de SHS portant sur les religions, a été placé en catégorie « soutenue » par ESFRI.

L'exemple du projet SILECS, IR française, plateforme de calcul nécessaire aux chercheurs pour tester leurs calculs et algorithmes, en particulier dans une optique de cybersécurité, est intéressant. Ce projet a été refusé par le jury mis en place par le groupe e-infrastructures d'ESFRI. Comme dans toutes les instances à jury international, il appartient de travailler très en amont pour faire comprendre l'intérêt du projet.

Les communautés scientifiques disposent de leur propre système de représentation. Le Club des Organismes de Recherche Associés (CLORA) regroupe 28 acteurs de la recherche publique française. Il les représente à Bruxelles auprès des institutions de l'Union Européenne. Parmi ces membres, 12 relèvent d'un « premier cercle », incluant les grands opérateurs français et la conférence des présidents d'universités (CPU). Ce club a notamment pour rôle le portage de projets auprès des instances bruxelloises.

Une *European Association of National Research Facilities with open international access* (ERF) a été créée en 2007, essentiellement entre les très grandes infrastructures européennes de la matière et du calcul. En France, SOLEIL et GANIL y appartiennent. On y trouve aussi le programme PRACE européen. Cette association est devenue AISBL (société de droit belge) en 2013 et elle est un interlocuteur important de la Commission.

Un plan d'action national pour renforcer la participation française à Horizon 2020, notamment les coordinations et l'accompagnement, a été annoncé fin 2018³⁸ et validé par une décision interministérielle. Parmi les 14 mesures annoncées, sont à relever la nécessité d'influencer de manière informelle la préparation des textes européens ainsi que la préparation des textes européens en comité de programme. Le sujet de la pertinence du dispositif CLORA est également mis à la réflexion.

³⁶ EU-Ibisba (*Industrial Biotechnology Innovation and Synthetic Biology Accelerator*) porté par l'INRA ; E-LTER (*Long Term Ecosystem*), projet à coordination allemande dont fait partie l'IR française E-LTER OZCAR, portée par CNRS, IRD, INRA, IRSTEA, BRGM et E-LTER RZA (CNRS et nombreux organismes) ; DISSCO, à coordination néerlandaise dont fait partie l'IR française RECOLNAT, portée par le MNHN.

³⁷ Porté par l'IR française Open Edition et coordonné par l'université Aix Marseille.

³⁸ Annonce de la ministre de l'enseignement supérieur et de la recherche le 22 octobre 2018, développée par une déclaration du DGRI du 5 décembre 2018.

L'enjeu d'EuroHPC et des infrastructures de calcul

Le projet EuroHPC visant à « *mettre en place une infrastructure de supercalculateurs de classe mondiale à l'échelle européenne* » est l'exemple type de la nouvelle politique d'intégration européenne en matière d'infrastructures. La France est présente au *Governing Board*, à l'*Industrial and Scientific Advisory Board* et à l'*Infrastructure Advisory Group*. Les acteurs français sont conscients de la nécessité d'une présence importante.

Une étape cruciale s'affiche clairement pour 2021 et les années suivantes. Pour la France, il y a nécessité d'anticiper les projets dans lesquels elle souhaite – et peut – s'inscrire. Elle paraît d'ores et déjà engagée dans la plupart des grands projets européens, dont les coûts pour les États sont loin d'être définis et parfois relèvent de l'inconnu (Exascale et IA par exemple).

Concernant la contribution française pour l'investissement et le fonctionnement d'un supercalculateur exascale, l'addition des crédits en provenance du budget de GENCI (80 M€) et des montants demandés au PIA dans la liste des projets prioritaires en Sciences et Technologies du Numérique et Mathématiques (80 M€), soit 160 M€, serait à doubler grâce au complément européen³⁹. Elle devra néanmoins sans doute faire l'objet de demandes supplémentaires quand le coût d'une machine exascale 2022 sera connu.

D - S'impliquer davantage dans la coopération multilatérale

Les infrastructures de recherche évoluent au niveau mondial dans un contexte de coopération / compétition entre organismes, entre États et dans des instances multilatérales.

L'effort français s'inscrit dans une course généralisée à la performance des infrastructures de recherche pour maîtriser les technologies du futur. Les États-Unis, la Chine, le Japon, la Russie, le Canada, l'Australie et d'autres États se sont dotés de plans concernant les infrastructures de recherche. Les modèles de gestion diffèrent. Ils sont parfois centralisés (cas de la Chine), parfois traités par des départements ministériels ou agences différents (États-Unis). Ils incluent toujours une forte proportion d'argent public. Les pays d'Union européenne ne sont pas les derniers dans cet effort mondial. L'Allemagne et le Royaume-Uni, par exemple, sont également très actifs au plan national et international et y consacrent des crédits publics importants. L'annexe n° 5 présente quelques-uns de ces programmes.

Cette concurrence n'empêche pas une coopération internationale croissante, tant au niveau des chercheurs que des États, ainsi qu'une activité intergouvernementale et multilatérale en développement.

Un groupe dit GSO (*Group of Senior Officials for Global Research Infrastructures*) adossé au G8 a ainsi été créé lors de sa première réunion en 2008 à Okinawa. Ce groupe se réunit tous les six à neuf mois. Lieu de réflexion et d'échanges sur des cas scientifiques, il devient plus opérationnel, notamment sur les critères de définition internationaux des infrastructures de recherche, du fait d'une activité américaine en croissance. La Russie y est active même si officiellement elle n'y participe plus. De même, des membres du G20 s'y joignent désormais, tels que la Chine, l'Inde, le Mexique, le Brésil, l'Australie, l'Afrique du Sud. Le représentant de la DGRI y est le même qu'à ESFRI, ce qui contribue à la cohérence des positions.

³⁹ Voir détail dans le cahier complémentaire.

Les trois types d'IR selon le GSO

Ce groupe informel, qui a pour but d'explorer les possibilités de coopération internationale, a notamment établi en 2017 un *Framework* qui distingue trois catégories d'infrastructures de recherche : les infrastructures de recherche à localisation unique et dont la gouvernance est fondamentalement internationale, comme ITER ou le CERN (le GSO invite à s'entendre pour que d'éventuelles nouvelles IR de ce type soient conçues sans redondance) ; les infrastructures de recherche distribuées, parties d'un réseau international (incluant également des flottes de recherche et des installations polaires) et dont la gouvernance est également internationale ; les infrastructures de recherche d'intérêt général disposant de capacités uniques qui attirent un large intérêt hors de la nation hôte. Une fois de plus les installations polaires sont mentionnées.

Selon le GSO, les États devraient ouvrir ces équipements tout en tenant compte de leurs intérêts nationaux. Le GSO milite aussi pour l'accroissement des échanges de données.

Ce type d'instance est un lieu d'expression d'intérêts nationaux où s'établissent peu à peu des bonnes pratiques et des règles de gouvernance internationales. La prochaine réunion du GSO aura lieu en France, en 2019. L'ordre du jour porte sur les critères de gouvernance et de prospective financière des infrastructures de recherche. La DGRI exposera ses orientations stratégiques sur ces infrastructures.

En matière multilatérale, l'OCDE mettait l'accent dès 2010⁴⁰ sur des principes à prendre en compte par les États en matière d'infrastructures de recherche et soulignait l'importance essentielle des infrastructures de données (« infrastructures de connaissance ») et de l'accès à ces dernières. Certaines de ces préconisations furent reprises dans le rapport du CSRT français précité, notamment la durabilité du cadre, la continuité des partenariats, la qualité du management.

Les orientations de l'OCDE

Les orientations en matière de soutenabilité de son rapport de 2017 sont similaires à celles exprimées par la Commission européenne dans les siens : des évaluations par des panels d'experts extérieurs doivent être menées régulièrement ; des calculs de coûts complets sont hautement recommandés⁴¹ ; des KPI (*Key Performance Indicators*) de maîtrise des coûts sont conseillés ; l'ouverture et la réutilisation des données doivent être garanties car les utilisateurs sont les vecteurs du progrès scientifique (l'exemple d'ESRF qui la pratique depuis 2015 est mis en exergue), ce qui conduit à demander des systèmes robustes de data management ; les infrastructures de recherche doivent contribuer au transfert de technologie et d'innovation, notamment par la formation fournie à leurs personnels, qui peut se transmettre à l'industrie si des passerelles sont facilitées ou par la création de spin off (start up issues des résultats de l'infrastructure) ; enfin, l'OCDE met l'accent sur l'intérêt pour des pays d'attirer des chercheurs de l'étranger pour accroître leurs compétences scientifiques, comme dans ELI.

⁴⁰ Rapport aux ministres sur la stratégie de l'OCDE pour l'innovation, mai 2010.

⁴¹ À ce sujet, l'OCDE mentionne l'exercice français mené en ce sens en 2016 comme exemple à suivre, tout en suggérant quelques améliorations méthodologiques.

L'OCDE a mené en 2018 une enquête qui devrait aboutir au cadre de référence générique pour l'évaluation de l'impact socio-économique des IR et qui devrait être disponible au printemps 2019. La DGRI y a participé.

L'influence à long terme des travaux de l'OCDE, l'importance qu'ils sont susceptibles de prendre sur les politiques des États et les stratégies des opérateurs en termes de bilans comparatifs, devraient conduire la DGRI, fortes de ses propres efforts méthodologiques en ce domaine (cf. *infra*), à intensifier encore sa participation aux travaux de cette organisation.

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

La définition des actuelles TGIR repose sur des critères qu'elles partagent avec les IR : excellence, ouverture, gouvernance identifiée et autonome, programmation budgétaire, accessibilité des données, auxquels s'ajoutent une importance particulière attribuée par la communauté scientifique, un fléchage budgétaire spécifique et une continuité dans le financement. Les différences entre TGIR et IR ne sont pas vraiment objectivées. Les critères sont trop nombreux pour jouer un rôle pertinent et aucun n'est déterminant.

Les régimes d'exclusion de la catégorie des TGIR qui portent à la fois sur ITER et sur RJH, tous deux inclus dans la MIREs, ne vont pas de soi. Ces grandes infrastructures pourraient utilement intégrer la stratégie portée par une feuille de route délimitant un pilotage stratégique national, tant elles ne peuvent rester sans influence sur les grands choix d'avenir, scientifiques, technologiques ou financiers. La même question se pose pour les grands instruments civils de la défense, du CNES, de Météo France, etc., dont l'absence de la feuille de route ne permet pas de construire un périmètre cohérent en termes de priorités nationales et de volumes budgétaires.

La logique de priorisation menée depuis 2008 et singulièrement depuis 2012 doit être poussée à son terme. La Cour préconise une définition substantielle des infrastructures de recherche à défaut desquelles la recherche ne pourrait être poursuivie sans perte de temps et de compétences. Cette définition pourrait notamment être liée à la plus-value apportée par des infrastructures à plusieurs disciplines ainsi qu'à la place de la recherche française dans la compétition internationale, dans un contexte d'interdépendance croissante entre secteurs et entre États. Certaines installations pourraient ainsi être considérées comme plus stratégiques que d'autres, tant pour leur impact décisif sur tout ou partie de la recherche que pour la place privilégiée qu'elles doivent tenir dans les programmes de financement à moyen et long termes. Concernant l'environnement européen, qui est devenu déterminant, et compte tenu de la multiplicité des acteurs et de la faible lisibilité des financements, l'organisation d'une véritable ingénierie d'influence est indispensable pour y participer efficacement. La DGRI et les opérateurs sont conscients des enjeux d'influence à Bruxelles mais ne sont pas encore pleinement organisés pour y faire face.

La Cour formule les recommandations suivantes :

- 1. réunir dans un périmètre homogène les grandes infrastructures identifiées comme essentielles ou stratégiques pour tout ou partie de la recherche nationale [MESRI] ;*
 - 2. intégrer au sein de la politique nationale portée par la feuille de route de la DGRI les infrastructures de recherche des autres départements ministériels lorsqu'elles se prêtent à des mutualisations [MESRI, CNRS, CEA, Ifremer, IPEV] ;*
 - 3. élaborer une stratégie de présence nationale continue et durable dans les organes d'expertise et de décision de l'Union européenne [MESRI, MEAE, CEA, CNRS, Ifremer, IPEV].*
-

Chapitre II

Structurer et renforcer la gouvernance et le pilotage des TGIR et de l'ensemble des infrastructures de recherche

Dans son rapport de 2009 sur le pilotage des TGIR, la Cour soulignait que le dispositif ministériel de suivi des TGIR demeurerait « *à bien des égards modeste, notamment face aux grands opérateurs* », en particulier le CNRS et le CEA. La capacité de la DGRI à devenir un acteur décisionnaire de première importance restait à démontrer et la feuille de route de 2008 tenait davantage d'une structuration encore à venir du pilotage stratégique des TGIR que d'un outil se suffisant à lui-même.

Cette situation a évolué positivement, même si les acteurs intervenant sur les infrastructures de recherche sont très nombreux et d'une capacité d'influence variable (I). Le pilotage est encore à structurer (II) et les systèmes d'évaluation restent à développer (III).

I - Des acteurs nombreux, un pilotage collégial à encore renforcer

A - Des capacités ministérielles à affermir

1 - Le renforcement en cours des capacités de la DGRI

C'est en 2012 qu'est créée, au sein de la DGRI, l'organisation matricielle actuelle de suivi des TGIR/IR/OI (sans différenciation par catégorie). L'effort de structuration alors engagé a été poursuivi depuis avec constance, autour de deux structures, le département des grandes infrastructures de recherche et le service « Stratégie, Recherche et Innovation ».

Le SPFCO-B4 et le SSRI

Le département des grandes infrastructures de recherche⁴² (SPFCO-B4) assure la déclinaison de la politique gouvernementale pour toutes les infrastructures de recherche et conseille le directeur général. Composé de huit personnes, il est l'interface entre le département de la gestion et du pilotage budgétaires des programmes de la DGRI, la direction des affaires financières (DAF) du ministère et les organismes de recherche. Il est en relation directe avec les responsables « infrastructures de recherche » du CNRS et du CEA.

À côté de ce département, le service « Stratégie, Recherche et Innovation » (SSRI), fort de 60 ETP, élabore la stratégie nationale en matière de recherche et d'innovation (SNRI) et en assure le suivi⁴³. Il anime, coordonne et expertise l'expression des besoins des différents acteurs de la recherche française, en vue d'assurer une cohérence nationale entre infrastructures de recherche et stratégie nationale (et dans le cadre européen et international). Chacun des cinq secteurs scientifiques du SSRI est positionné en miroir face à une alliance de recherche thématique et dispose d'un « correspondant infrastructures ». Chacun forme une cellule-projet avec son correspondant du département SPFCO-B4, dont le chef coordonne les positions avec les autres acteurs (*via* les alliances de recherche) dans la révision de la feuille de route nationale. Chaque cellule participe au groupe de travail ESFRI correspondant à son domaine. Depuis début 2018, des dispositions ont été prises pour fluidifier les relations et les échanges entre le département SPFCO-B4 et le SSRI. Ces deux départements se partagent la représentation du MESRI au sein des instances européennes et internationales (la DAF intervenant également dans les OI, voir *infra*).

Le département SPFCO-B4 a engagé plusieurs chantiers structurants, tels que l'archivage quasi-systématique, sur un site collaboratif, de documents⁴⁴ concernant les infrastructures de recherche et OI en vue de constituer une mémoire fiable du ministère, la fiabilisation de la procédure annuelle d'enquêtes pluriannuelles (à 10 ans) pour les TGIR inscrites sur l'action 13 ou relevant du titre 6, ou encore la synthèse des méthodes et bonnes pratiques⁴⁵. À la suite de l'exercice d'évaluation des coûts complets de 2016 (cf. chapitre III), la DGRI a lancé plusieurs chantiers toujours en cours : disposer d'une meilleure connaissance des infrastructures de recherche situées dans les universités et de leurs besoins en matière de calcul et obtenir de chaque TGIR de fiches d'anticipation, d'expertise et de suivi des grands projets, souvent internationaux.

⁴² Placé au sein du service de la performance, du financement et de la contractualisation des organismes de recherche (SPFCO).

⁴³ Arrêté du 17 février 2014 fixant l'organisation de l'administration centrale des ministères de l'éducation nationale et de l'enseignement supérieur et de la recherche (extrait de l'article 67).

⁴⁴ Statuts, autres documents officiels, courriers, notes, comptes rendus de réunion, budgets, enquêtes, etc.

⁴⁵ Par exemple, les critères de nomination dans les conseils des structures européennes ou internationales, un guide de référence sur les procédures de montage de structures juridiques nationales et européennes ainsi que les bonnes pratiques de gouvernance. Des méthodes de prise de décision française dans les instances européennes et internationales sont en préparation et devraient être publiées mi-2019.

La fiche d'information stratégique sur les grands projets

Cette fiche, qui concerne pour commencer les grands projets en physique des particules et en astrophysique, a pour but d'inciter les acteurs à informer le ministère, dès la genèse des réflexions, sur des grands projets qui sont susceptibles de conduire à une sollicitation (en général financière) du ministère parfois plusieurs années plus tard. Elle doit contenir des informations stratégiques telles que : l'intérêt scientifique, le calendrier prévisionnel, les acteurs concernés, le coût de construction et d'opération, la contribution française envisagée. Elle sera actualisée au fur et à mesure de l'avancement de la conception du projet. La philosophie est de permettre au ministère, en concertation avec les opérateurs, d'acquérir une vision globale des projets en émergence et de construire une vraie stratégie de priorisation et de réduire les risques de n'être qu'en réaction face aux sollicitations parfois dans l'urgence des communautés scientifiques ou encore des diplomates.

Enfin, un groupe de travail a été créé fin 2018 sur la tarification.

Au-delà de ces évolutions récentes, le directeur général indique à la Cour, en janvier 2019, vouloir engager sans tarder les chantiers suivants : analyse plus approfondie des tendances internationales d'évolution et des choix des autres grands pays ; amélioration de la lisibilité et de la clarté du dispositif budgétaire des infrastructures de recherche, au niveau de l'État comme à celui des principaux établissements concernés ; évaluation des infrastructures de recherche ; analyse rétrospective de leurs trajectoires financières et des principaux écarts observés entre prévisions et coûts réels ; analyse de la durée financière à long terme des infrastructures existantes incluant l'ensemble des étapes de leur vie (jouvence, renouvellement, démantèlement) ; analyse des améliorations de gestion possibles pour les infrastructures dont la gestion est partagée, y compris le cas échéant des modifications du partage actuel des responsabilités ; analyse visant à réinterroger les processus de décision de l'État sur la création ou des évolutions majeures d'infrastructures.

Ce programme de travail, s'il est mis en œuvre, comblera en grande part les attentes que l'enquête de la Cour a mises à jour.

2 - La DAF du MESRI : une présence à renforcer

La DAF (direction des affaires financières) du MESRI échange avec les responsables de programme tout au long du cycle budgétaire. En matière d'OI et de TGIR, elle a pour mission de s'assurer, en lien avec les services de la DGRI (SPFCO et SSRI) de la pertinence financière des projets et de leur capacité à s'installer dans la durée. Dans les négociations budgétaires avec la direction du budget, les TGIR constituent une brique de budgétisation qui est traitée de la même manière que les autres briques. La DGRI, chef de file pour la gestion et le pilotage des TGIR, y compris dans sa dimension de programmation pluriannuelle, communique à la DAF toutes les données issues de son dialogue de gestion avec les opérateurs. Sur la base de ces éléments, la DAF établit une programmation à moyen terme pour les TGIR qui constitue une sorte de trajectoire. Si la DAF mesure bien les écarts entre les besoins annuels et la trajectoire, elle ne dispose pas de la programmation annuelle à 10 ans de chaque TGIR, ce qui limite singulièrement l'exercice.

Entre janvier 2015 et juillet 2016, la fluidité de l'information entre la DGRI et la DAF a connu des progrès significatifs dans le suivi des OI et TGIR⁴⁶. L'organisation interne du MESRI, ainsi améliorée, permet un meilleur pilotage et une prise de décision plus éclairée. Mais l'insuffisance des outils de programmation pluriannuelle est un frein majeur à un pilotage optimal du ministère. La DAF ne dispose pas de tableau synthétique retraçant tous les coûts des TGIR.

Depuis lors, la DAF assure la représentation de la France au comité des finances (CF) d'ESO ainsi qu'à celui du CERN. Tous les points à l'ordre du jour des CF de ces OI font l'objet de discussions préalables entre la DGRI et la DAF afin de déterminer la position française. La DAF est également présente aux réunions préparatoires d'autres OI : EUMETSAT, CEPMMT, ITER, ESA, EMBL et EMBC.

La DAF n'entretient que peu de rapports avec les opérateurs sur le sujet des TGIR, alors même qu'elle siège au pré-CA des organismes qu'ils portent. Elle les sollicite en amont du RAP afin de communiquer un tableau retraçant le détail des dépenses exécutées par les opérateurs, par TGIR, et par nature.

Au total, si l'organisation actuelle du MESRI est parfois difficilement lisible, la coopération entre services pour les IR et TGIR s'est améliorée et devrait se renforcer. La DGRI ne conteste pas cette complexité mais explique qu'elle est due à un travail de construction encore en cours. Ainsi, en dépit des réels efforts déployés par le ministère depuis 2012 pour se doter d'une organisation et d'outils plus performants, le constat fait par la Cour en 2009 reste partiellement d'actualité.

3 - Le ministère de l'Europe et des affaires étrangères (MEAE)

Les questions relatives aux infrastructures de recherche internationales y sont du ressort de la direction générale de la mondialisation (DGM), au sein de la DCERR (direction de la culture, de l'enseignement, de la recherche et du réseau) et plus précisément de la sous-direction de l'enseignement supérieur et de la recherche.

Par ailleurs, le MEAE, *via* ses conseillers et attachés scientifiques, accompagne les négociations multilatérales ou bilatérales sur les très grands instruments, de même qu'il se veut « *aux avant-postes pour évaluer les intérêts de nos entreprises dans la construction des grandes infrastructures* »⁴⁷. Il intervient dans les échanges internationaux liés à la gouvernance de ces grands instruments, d'une part pour négocier des contreparties et d'autre part défendre les candidats français aux postes clés des instances de gouvernance des infrastructures internationales⁴⁸. Le MEAE a participé à la rédaction de bonnes pratiques de représentation auprès des OI et TGIR internationales adoptées par le CD-TGIR du 30 janvier 2017.

⁴⁶ Un poste a été créé en 2016 au département SPFCO-B4 afin d'assurer le suivi budgétaire et financier des TGIR en relation avec la DAF.

⁴⁷ Réponse du MEAE au questionnaire de la Cour des comptes : « *L'expérience des diplomates est très utile dans les négociations pour l'élargissement ou l'adhésion de nouveaux membres dans ces structures multilatérales et leur appui s'est montré déterminant pour l'adhésion du Brésil à l'ESO* ».

⁴⁸ Réponse du MEAE au questionnaire de la Cour des comptes.

Des relations plus régulières entre d'une part le MEAE et la DGRI, d'autre part la DGM et la RP de Bruxelles, sont à encourager pour une articulation renforcée avec les échelons européen et international (cf. chapitre I). Le MEAE annonce en mars 2019 la tenue d'un point mensuel entre le service de la science et de la technologie de la RP et la DGM.

B - Les instances collégiales

En 2009, la Cour constatait l'inexistence d'un processus de décision formel et efficace⁴⁹. Elle concluait à la nécessité pour le ministère de définir dans les meilleurs délais « *les étapes et les critères du processus stratégique de décision* » et recommandait « *d'élaborer des procédures standardisées de préparation et de décision transparente des opérations conduisant à la réalisation de très grandes infrastructures de recherche* ».

En 2012, le ministère a mis en place un nouveau schéma de gouvernance et de pilotage des infrastructures de recherche reposant sur un Haut-Comité des TGIR et un Comité-Directeur des TGIR⁵⁰. Le Haut-comité et le comité directeur ont été créés par simples lettres du DGRI⁵¹ informant les acteurs concernés. Il aurait été préférable qu'ils le fussent par une décision officielle signée par le ministre ou le DGRI, publiée au Bulletin Officiel du ministère, de même que la nomination des membres du Haut-Conseil.

Enfin, en termes d'organisation collective de la décision, l'exemple du numérique peut être cité : constatant la convergence des problématiques du numérique (calcul, réseau, organisation régionale), un comité de coordination du numérique appelé CODORNUM a été créé en 2014 en tant qu'instance de décision pour mieux organiser le calcul en France. Il est doté de cinq comités, dont l'un, InfraNum, est consacré aux infrastructures. Il est co-présidé par la DGRI et la DGEISIP. Il conviendrait cependant que ce comité⁵² soit pleinement en mesure d'exercer ses attributions en lien étroit avec le CD TGIR.

⁴⁹ Plus précisément : « *la mécanique qui préside à la réalisation des TGIR ne procède d'aucune construction formelle, mais participe d'un système au coup par coup mettant en œuvre un ensemble variable d'acteurs dont les interactions constituent le moteur grâce auquel les projets cheminent à un rythme et selon des modes échappant à toute détermination* ».

⁵⁰ C'est à la réunion du 3 avril 2012 du comité à l'énergie atomique que le DGRI a présenté ce nouveau dispositif, fondé sur trois raisons principales : « *sur le plan stratégique, les infrastructures deviennent des outils essentiels de la compétitivité scientifique et technologique pour la plupart des sciences et sur le plan du pilotage, il s'agit d'enjeux financiers importants avec des dynamiques de long terme. De plus, dans la plupart des domaines, la coordination européenne voire mondiale est une nécessité* ».

⁵¹ Lettre du 24 avril 2012 aux membres du comité-directeur des TGIR et lettres du 11 décembre 2012 à la présidente et aux membres du HC-TGIR.

⁵² Voir détail en cahier complémentaire.

1 - Le Haut comité pour les TGIR (HC-TGIR)

Le HC-TGIR, instance consultative, est compétent pour l'ensemble des infrastructures de recherche (et non pour les seules TGIR). Il est composé d'une quinzaine⁵³ de personnalités scientifiques de haut niveau disposant d'un mandat de six ans maximum. Ses président et vice-président, en fonction depuis le 1^{er} janvier 2013, sont désignés par le DGRI. Le HC-TGIR constitue un ensemble représentatif des disciplines scientifiques. Le secrétariat du HC-TGIR est assuré par le département SPFCO-B4 de la DGRI⁵⁴.

La mission première du HC-TGIR est d'instruire, à la demande du DGRI après accord du Comité directeur, des dossiers sur des sujets précis de façon à faciliter la prise de décision du ministre en charge de la recherche. Le HC-TGIR rend un avis consultatif qui prend la forme d'un rapport circonstancié où la pertinence scientifique et stratégique est analysée et commentée. Cet avis doit être en phase avec les priorités de la stratégie nationale en matière d'infrastructures de recherche et avec les possibilités financières⁵⁵. Il est présenté devant le Comité directeur pour discussion.

Le HC-TGIR est également sollicité à l'occasion de chaque révision de la feuille de route des infrastructures de recherche⁵⁶. Pour mener à bien ses missions, le Haut Conseil peut s'appuyer sur les groupes de travail « infrastructures » des Alliances et les comités inter-organismes *ad hoc* compétents. Il peut auditionner des experts susceptibles d'apporter un éclairage dans des sujets techniques.

Le HC-TGIR a également la possibilité de s'autosaisir de questions de prospective scientifique. Il l'a fait sur les SHS sans que cela donne lieu à un avis. Il a souhaité rendre un avis sur les sciences de la vie mais a dû y renoncer devant l'opposition de l'INSERM. La liste des avis, non publics, émis par le HC-TGIR est détaillée dans le tableau suivant.

⁵³ La liste des membres du HC-TGIR figure en annexe de chacun de ses avis. Le nombre de membres a été de 14 de juin 2013 à janvier 2015, 13 en novembre 2015, 15 depuis mai 2016. La liste de membres comprend parfois un ou plusieurs « invités *ad hoc* ».

⁵⁴ Dans la mesure du possible, les membres du Haut conseil ne doivent plus occuper des fonctions opérationnelles dans les organismes de recherche. Les conflits d'intérêt doivent être clairement déclarés et connus de l'ensemble des membres. Ils doivent être prévenus dans la conduite et l'élaboration de chaque avis. À l'issue de la période de lancement de quatre ans du HC-TGIR (début 2017), il est procédé au renouvellement du Haut Conseil par tiers environ tous les deux ans.

⁵⁵ En pratique le HC-TGIR n'examine les questions financières que pour chaque TGIR lors de sa première inscription sur la feuille de route sans jamais regarder la soutenabilité globale du dispositif.

⁵⁶ La cheffe de service SSRI de la DGRI a été invitée au HC-TGIR dans le cadre du renouvellement de la feuille de route nationale des infrastructures de recherche.

Tableau n° 5 : liste des avis du HC-TGIR

<i>Intitulé du rapport</i>	<i>Date</i>
<i>Une stratégie pour les neutrons</i>	11 juin 2013
<i>Le calcul intensif</i>	6 janvier 2014
<i>La phase 2 de jouvence de l'ESRF</i>	6 janvier 2014
<i>La Flotte Océanographique Française</i>	6 janvier 2014
<i>Projets avec porteurs ou soutien français proposés pour la mise à jour de la feuille de route ESFRI 2016</i>	5 janvier 2015
<i>Mise à jour pour 2016 de la feuille de route nationale des grandes infrastructures de recherche</i>	4 novembre 2015
<i>Les lasers de haute densité d'énergie et les lasers d'ultra-haute intensité. Panorama, forces et faiblesses, priorités d'action</i>	25 mai 2016
<i>Le programme Haute Luminosité du Large Hadron Collider (LHC) au CERN</i>	30 novembre 2016
<i>Les grandes infrastructures de recherche en astrophysique et en astroparticules</i>	30 novembre 2016
<i>Avis sur les projets candidats à l'inscription sur la feuille de route de l'European Strategy Forum Research Infrastructures (ESFRI)</i>	31 mai 2017
<i>Avis sur la mise à jour de la feuille de route nationale des grandes infrastructures de recherche</i>	15 février 2018

Source : Cour des comptes

2 - Le comité directeur des TGIR (CD-TGIR)

Présidé par le DGRI, le CD-TGIR rassemble le président directeur général du CNRS, l'administrateur général du CEA (assistés par leurs responsables TGIR), les présidents des Alliances (ALLENVI, ALLISTENE, AVIESAN, ANCRE et ATHENA), ainsi que le MEAE. La présidente du Haut-Comité des TGIR participe également aux travaux du CD-TGIR, où elle présente les résultats des évaluations ou rapports de saisine. Les dirigeants des autres établissements concernés par les OI et les TGIR sont invités au CD-TGIR si les sujets les concernent. Le département SPFCO-B4 de la DGRI en assure le secrétariat. La représentation du MEAE, prévue par les textes, montre une rotation rapide des personnes qui ne facilite pas le suivi des dossiers.

Le CD-TGIR propose des décisions structurantes de haut niveau, telles que la participation de la France à des grands projets internationaux ou européens, les jouvences conséquentes et l'arrêt des installations obsolètes, la politique d'investissement sur le long terme, les mises à jour de son périmètre de compétences et la programmation pluriannuelle des TGIR. Il valide des modèles de coûts et de valorisation et suit la mise en œuvre des politiques nationales relatives aux TGIR.

Le CD-TGIR se réunit sur convocation du ministre chargé de la recherche deux fois par an et de façon exceptionnelle en tant que de besoin. La DGRI peut proposer la constitution de groupes *ad hoc* pour traiter un certain nombre de sujets (par exemple sur la tarification).

Devant l'importance croissante du nombre de demandes d'engagement dans de nouvelles structures internationales, le CD-TGIR a décidé de se doter, dès le début 2014, d'un comité de structures légales (CSL) dont le rôle est de mener une instruction détaillée de toute demande d'engagement de la France dans une nouvelle structure juridique internationale et/ou européenne.

La création du CD-TGIR était une impérieuse nécessité. Ses premières réalisations sont encourageantes, mais son périmètre et sa composition pourraient utilement évoluer (voir *infra*). Tout comme le Haut-Conseil, il pilote l'ensemble de la feuille de route et non les seules TGIR.

C - Les opérateurs

1 - Le CEA et le CNRS, opérateurs dominants des TGIR

Deux grands opérateurs de recherche détiennent l'essentiel des parts françaises et des droits de vote afférents dans les sociétés civiles ou structures juridiques équivalentes des TGIR qui disposent de la personnalité morale. Le CNRS, avec son rôle de coordination interdisciplinaire et national, est en France le principal opérateur des TGIR, le CEA étant le deuxième, à hauteur d'environ 50 % de celui du CNRS. Le CNRS participe ainsi à 19 des 22 TGIR. Le CEA quant à lui coopère sur une dizaine de TGIR avec le CNRS⁵⁷.

Pilotage et co-pilotage au sein du CNRS et du CEA

Au CNRS, la mise en œuvre du pilotage des TGIR est rattachée à la fois à la Direction générale déléguée à la science, *via* le Comité TGIR et à la Direction générale déléguée aux ressources. Le comité TGIR, placé auprès du directeur général du CNRS, créé le 1^{er} juillet 2004⁵⁸, a pour mission de « mener avec l'ensemble des départements scientifiques les réflexions nécessaires pour élaborer la politique pluriannuelle du CNRS concernant tous les grands équipements et infrastructures collectives de recherche, et la programmation associée ». Ce comité se réunit tous les deux mois environ pour présenter les scénarios budgétaires des IR et TGIR aux côtés des priorités scientifiques des instituts.

Au CEA, il n'existe pas de service spécialisé TGIR. Cependant, hormis RENATER, la totalité des TGIR où le CEA est impliqué est suivie par la Direction de la Recherche Fondamentale (DRF). La Directrice des TGIR présente au sein de la DRF et le responsable des TGIR au sein de la direction des programmes et des partenariats publics (DRF/D3P), qui est également responsable du segment 26 « TGIR », travaillent en étroite collaboration. Pour l'exercice de leur mandat, ils s'appuient sur la Direction des Finances de la DRF et/ou sur la Direction Financière et des Programmes du CEA. L'ensemble des TGIR fait l'objet de fiches annuelles présentées annuellement au conseil d'administration (liste des structures à personnalités morales où le CEA est impliqué).

⁵⁷ Voir en annexe 3 le détail de la présence des opérateurs dans les TGIR.

⁵⁸ Décision n° 040050DAJ.

Le CEA et le CNRS ont créé entre eux deux « comités de coordination thématique » (CCT) en décembre 2009, le CCT PNHE (physique nucléaire et hautes énergies, regroupant également les infrastructures des astroparticules) et le CCT TGIR, qui traite de l'ensemble des infrastructures de recherche. Les membres en sont les directeurs d'instituts du CNRS concernés par les TGIR, le président du comité TGIR du CNRS, et la direction de la recherche fondamentale du CEA, ainsi que les directions financières des deux organismes. Ces deux CCT passent en revue et préparent les demandes communes de moyens dans le domaine des IR et TGIR, ainsi que les actions structurantes (par exemple les candidatures de projets ESFRI, les demandes d'équipements structurants pour la recherche, les actions européennes) en amont du CD-TGIR.

En raison de l'importance grandissante du numérique et des données dans les infrastructures de recherche, un CCT numérique a été créé en 2018.

Ces trois comités ont pour mission d'étudier les synergies et les complémentarités possibles entre les deux organismes, ainsi que d'éventuels désaccords dans le domaine des TGIR⁵⁹.

À l'Ifremer, après l'unification⁶⁰ de FOF réalisée au 1^{er} janvier 2018 au sein de cet opérateur, une direction de la flotte océanographique (DFO) a été créée. Elle définit et met en œuvre la programmation de FOF au service des diverses communautés utilisatrices. Elle rassemble l'ensemble des moyens techniques directement consacrés à la TGIR et rapporte à un comité directeur mis en place, présidé par un représentant du MESRI et composé d'un représentant du CNRS, de l'IRD, de l'Ifremer ainsi que des universités utilisatrices (réseau des universités marines).

Le GIP Institut polaire français Paul-Émile Victor (IPEV) assure la gestion de la TGIR Concordia ainsi que la conduite des programmes de recherche menés sur cette base franco-italienne de l'Antarctique.

2 - La coordination des opérateurs au sein des cinq Alliances

Les opérateurs de la recherche publique sont regroupés dans cinq alliances thématiques⁶¹ qui assurent une très large couverture des champs disciplinaires⁶².

Structures informelles de concertation, de coordination et d'influence, ces alliances ont notamment pour mission d'impulser, en lien avec la DGRI, la stratégie des infrastructures de recherche avec une double mission :

⁵⁹ Les profils différents des deux organismes, le CEA étant très souvent plus un constructeur qu'un utilisateur des TGIR, alors que le CNRS est généralement en premier lieu un utilisateur et un exploitant ou administrateur de TGIR, peuvent en effet parfois conduire à des différences d'appréciation et de stratégie.

⁶⁰ L'adossement de la flotte à l'Ifremer s'est effectué sur la base des principes suivants : l'unification budgétaire, la définition d'un cahier des charges pour l'emploi de la flotte, et l'unification de la programmation ; la mise en place d'une structure dédiée au sein de l'Ifremer et d'une gouvernance dédiée.

⁶¹ Ces structures n'ont pas la personnalité morale et leur budget de fonctionnement repose sur la contribution des membres.

⁶² L'Alliance nationale pour les sciences de la vie et de la santé (AVIESAN), l'Alliance nationale de coordination de la recherche pour l'énergie (ANCRE), l'Alliance pour les sciences et technologies de l'information (ALLISTENE), l'Alliance pour l'environnement (AllEnvi) et l'Alliance nationale des Humanités, sciences humaines et sciences sociales (Athena).

- participer à la préparation et au suivi de la feuille de route nationale des TGIR en tant que membres de droit (présidents des Alliances), participer aux travaux du CD-TGIR et notamment au comité des structures légales ;
- élaborer une réflexion prospective sur les plateformes scientifiques de recherche qui, par mutualisation nationale, doivent alors être ouvertes à l'ensemble de la communauté scientifique nationale concernée.

Leur rôle est de développer une vision globale des infrastructures dans le champ scientifique concerné, pour promouvoir la plus grande cohérence dans le déploiement des infrastructures en réponse aux demandes des diverses communautés scientifiques. Depuis 2012, la DGRI a veillé scrupuleusement à faire respecter l'équilibre entre les Alliances et les deux grands opérateurs, plus enclins à défendre « leurs » infrastructures.

3 - Les universités

Les universités sont partenaires de la plupart des IR ainsi que des TGIR et OI suivantes : dans le domaine de l'astronomie et astrophysique, CFHT et, CTA ; dans le « système terre et environnement », EURO-ARGO, FOF, ICOS ; en sciences de la matière, EGO Virgo et LHC ; ProGeDo dans les SHS, GENCI dans le numérique et EMBL en biologie santé. La conférence des présidents d'universités (CPU) relève que les universités mettent à la disposition des infrastructures un grand nombre de locaux et de personnels sans lesquels celles-ci ne sauraient fonctionner, de même que nombre de doctorants et chercheurs qui participent à leurs travaux. Les universités ont également leurs propres infrastructures, comme le supercalculateur ROMEO de l'université de Reims, souvent en collaboration avec le CNRS.

La conférence des présidents d'universités (CPU) est membre des Alliances mais pas du CD-TGIR. Elle est membre du conseil d'administration du CNRS et de celui de GENCI. La recommandation de 2011 du CSRT encourageant « *les universités devenues autonomes à intégrer dans leur stratégie une implication croissante dans les programmes des TGIR en profitant du fait que nombre d'infrastructures sont distribuées ou dématérialisées* » semble avoir été en partie entendue et doit se poursuivre.

Malgré la cartographie établie avec l'enquête DGRI sur les coûts complets des IR/TGIR en 2016, les données agrégées ne donnent qu'une vision partielle sur l'implication des universités en matière d'infrastructures de recherche (y compris plateformes universitaires et autres infrastructures non labellisées). Dans son objectif de rationalisation, la DGRI a demandé en 2017 à la CPU d'examiner celles des infrastructures qu'il convenait de maintenir ou de développer, en lien avec les projets existants. Par ailleurs, la CPU pourrait utilement être appelée par la DGRI à contribuer à la fiabilisation de l'enquête sur les coûts complets, notamment en matière d'hébergement des infrastructures.

Pour répondre à tous ces impératifs, la nécessité d'une structuration des universités en tant qu'interlocutrices de l'État devient de plus en plus manifeste. La Cour observe que la CPU n'est pas aujourd'hui considérée comme suffisamment représentative, ce qu'elle-même reconnaît. Compte tenu de l'impact de la recherche universitaire en matière d'infrastructures de recherche, il convient d'assurer une meilleure représentation des établissements d'enseignement supérieur et des pôles de recherche universitaire au sein des instances de pilotage et de gouvernance des IR et TGIR.

D - Les infrastructures elles-mêmes

Les infrastructures ont des statuts juridiques variés et des types de gouvernance souvent similaires, synthétisés dans l'annexe n° 6.

1 - Les différents statuts juridiques

a) *Les organisations scientifiques internationales*

Les organisations internationales de type scientifique sont des personnes morales régies par le droit conventionnel. Il en existe quatre au sens strict sur la feuille de route de la DGRI : le CERN, EMBL, le CEPMMT et l'ESO. Elles ne sont en principe pas soumises au droit des marchés publics. Ce statut implique certaines lourdeurs. En particulier, leurs relations avec le pays hôte (notamment sur le plan fiscal et en ce qui concerne les privilèges et immunités de leur personnel) doivent être régies par un ou plusieurs accords⁶³. Par ailleurs, en France, selon l'article 53 de la Constitution⁶⁴, ces traités et accords sont ratifiés après autorisation par le Parlement⁶⁵.

Le statut particulier de l'ECORD, consortium créé par un MoU juridiquement non contraignant dans le domaine géologique

ECORD est un consortium, constitué par un MoU (*memorandum of understanding*, mémorandum d'entente ou déclaration d'intention), explicitement dénué de force juridique⁶⁶ et il n'est pas propriétaire des équipements utilisés pour les forages. Toutefois, comme une organisation internationale, il dispose d'un conseil représentant les États membres et d'une administration chargée de mettre en œuvre ses décisions. L'un de ses organes, l'ESO⁶⁷ (un consortium coordonné par le *British Geological Survey*) est chargé de la location et de la mise en œuvre des plates-formes de forage. Son budget est géré par un autre organe, l'*ECORD Managing Agency*, et administré par l'Institut national des sciences de l'univers (CNRS-INSU). L'EMA, entité juridique représentant l'ECORD, est notamment chargée de conclure des MoU avec les homologues américain et japonais de l'ECORD.

⁶³ Ainsi, dans le cas du CERN, la France a conclu des accords portant sur le statut juridique du CERN sur le territoire français, le régime des entreprises intervenant sur le domaine du CERN, l'exonération de droits d'enregistrement des acquisitions immobilières destinées à être utilisées par le CERN en tant que locaux officiels.

⁶⁴ Selon l'article 53 de la Constitution, « (...) les traités ou accords relatifs à l'organisation internationale, ceux qui engagent les finances de l'État, (...) ne peuvent être ratifiés ou approuvés qu'en vertu d'une loi ».

⁶⁵ Toutefois cette procédure ne semble pas avoir été respectée dans le cas d'ILL.

⁶⁶ « The ECORD MoU is not legally binding and will have no effect as a legal or political precedent ».

⁶⁷ L'ECORD Science Operator.

c) Les ERIC : un statut européen en développement

Les consortiums pour une infrastructure de recherche européenne (*European Research Infrastructure Consortium*, ERIC) combinent les principaux avantages de l'organisation internationale (exemptions fiscales, souplesse pour les marchés) et de la société civile (absence de convention avec l'État hôte, évolutions facilitées).

Cinq TGIR françaises sont impliquées dans huit ERIC figurant sur la liste ESFRI 2018⁶⁸. Comme les OI, les ERIC peuvent bénéficier d'une exemption de TVA et de droits d'accise, et ne sont, avec les mêmes réserves d'application, pas soumis au droit des marchés publics⁶⁹. Les États membres de l'UE doivent y disposer de la majorité des droits de vote.

Le premier ERIC a été créé en 2011⁷⁰ et la première infrastructure qualifiée TGIR en France à relever d'un tel statut a été Euro-Argo en 2014. Depuis, les nouvelles TGIR impliquant plusieurs États européens adoptent systématiquement ce statut, ou prévoient de l'adopter à court terme. CTA, créée en 2014, est une société de droit allemand, appelée à devenir un ERIC. Les deux autres TGIR impliquant plusieurs États européens créées en 2015, ICOS et ESS, sont des ERIC. Le rôle intégrateur des ERIC doit toutefois être relativisé dans le cas des infrastructures dites « distribuées », c'est-à-dire réparties entre plusieurs sites.

Il est à noter que l'éventuelle sortie du Royaume-Uni de l'Union européenne, à défaut de disposition spécifique⁷¹, impliquerait sa sortie simultanée de tous les ERIC et pourrait poser à ces derniers des problèmes de gouvernance. D'ores et déjà des dispositions ont été prises : en raison du risque d'un Brexit « *no deal* », les ERIC dont le siège est au Royaume-Uni doivent désigner en urgence un siège provisoire. C'est le cas d'ESSurvey qui a désigné la Norvège. C'est aussi le cas d'Instruct pour lequel la France a soutenu la candidature de l'Université de Strasbourg à l'accueil de ce siège.

Les ERIC « distribués » (Euro-Argo et ICOS)

Les statuts de l'ERIC Euro-Argo prévoient explicitement qu'ils ne s'appliquent qu'à l'« infrastructure centrale » (« *ERIC office* », à Plouzané, près de Brest), qui joue un rôle de coordination et qui conclut des accords avec les structures nationales⁷². De même, l'ERIC ICOS *stricto sensu* ne comprend que le siège (Finlande) et le « portail carbone » diffusant les données (Suède), et il conclut des accords avec les organismes gérant les structures nationales, soit les « installations centrales » (qu'il finance à la marge) et les réseaux nationaux.

⁶⁸ Il s'agit d'infrastructures distribuées, comme Euro-Argo et ICOS et monosite, comme ESS, située en Suède. Les deux TGIR des SHS, ProGeDo (infrastructure virtuelle) et Huma-Num (distribuée) font partie des ERIC CESSDA, CLARIN, DARIAH, ESS (European Social Survey) et SHARE. Un ERIC ne peut être une installation nucléaire, soumise au traité Euratom. Le CEA indiquait qu'en 2009 il a été envisagé de transformer GANIL en ERIC, mais que la Commission a refusé le recours au statut d'ERIC, le traité s'appliquant étant le traité Euratom (et non le TFUE).

⁶⁹ Le règlement n° 723/2009 précité prévoit seulement que les marchés doivent « *respecter les principes de transparence, de non-discrimination et de concurrence* ».

⁷⁰ SHARE (*Survey of Health, Aging and Retirement in Europe*).

⁷¹ Comme par exemple l'adhésion du Royaume-Uni à l'ERIC en tant que pays tiers.

⁷² « 1. Euro-Argo se compose d'une infrastructure centrale (ci-après dénommée l'« infrastructure centrale ») qui est détenue et contrôlée par l'ERIC Euro-Argo. L'infrastructure centrale coordonne les activités d'Euro-Argo en vertu d'arrangements conclus avec des entités juridiques et installations nationales indépendantes décentralisées. 2. Les statuts s'appliquent à la seule infrastructure centrale » (article 2 des statuts de l'ERIC Euro-Argo).

Ainsi, à l'exception de l'« infrastructure centrale » d'Euro-Argo, les éléments français de ces deux ERIC n'ont pas de personnalité juridique. Dans le cas d'Euro-Argo, la structure inter-organismes Coriolis⁷³, qui pilote la contribution française, et le centre mondial de traitement des données géré par la France, n'ont pas la personnalité juridique. La situation est la même pour ICOS, le centre thématique sur l'atmosphère (l'une des « installations centrales »), géré par le Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement du CNRS (UMR 8212). Par ailleurs, les structures nationales ne bénéficient pas de la souplesse des ERIC pour les marchés publics.

d) Les sociétés de droit privé

Parmi les 22 TGIR, 10 sont des sociétés de droit privé. Dans le cas des TGIR situées en France, le régime privilégié est celui de la société civile, qui présente en particulier l'intérêt de pouvoir associer plus facilement des partenaires étrangers.

Les sociétés de droit privé impliquant plusieurs États, soit huit TGIR, sont régies par le droit du pays hôte, ce qui présente le double avantage d'éviter la nécessité de conclure un accord avec celui-ci et de faciliter les évolutions. Par exemple, ESRF, ILL et l'IRAM sont des sociétés civiles de droit français et E-XFEL, FAIR et CTA des sociétés à responsabilité limitée de droit allemand. La simplicité de cette solution doit toutefois être relativisée. En effet, pour la moitié de ces sociétés, leur existence ainsi que certains éléments de leur statut sont prévus par un accord international préalable, donc à ratifier par le Parlement, tout comme celles créant une organisation internationale.

Sur les quatre TGIR purement françaises dotées de la personnalité juridique (SOLEIL, GENCI, GANIL et Renater), les trois premières ont un statut de droit privé : SOLEIL et GENCI sont des sociétés civiles de droit français⁷⁴ (créées en 2001 et en 2007), et GANIL est un groupement d'intérêt économique (GIE)⁷⁵ créé en 1976. Renater est quant à lui un groupement d'intérêt public (GIP).

Le choix du régime du GIE pour GANIL en 1976 peut apparaître rétrospectivement comme une anomalie. En particulier, il fait obstacle à l'adhésion de nouveaux membres, notamment étrangers (du fait de la responsabilité solidaire et illimitée des membres pour les dettes).

e) Les TGIR sans personnalité juridique

Outre les « antennes » d'ERIC distribués (cf. *supra*, Euro-Argo et ICOS), cinq TGIR n'ont pas de personnalité juridique : Concordia (ce qui est permis par le fait que seuls deux États, la France et l'Italie, sont concernés)⁷⁶, Huma-Num, ProGeDo (unités mixtes de service du CNRS), LLB (unité mixte de recherche du CNRS) et FOF (direction de l'Ifremer). L'absence de personnalité juridique n'est pas adaptée quand il s'agit d'employer du personnel ou de réaliser des achats importants (en particulier pour construire ou maintenir une infrastructure

⁷³ CNES, CNRS/INSU, Ifremer, IPEV, IRD, Météo France, SHOM.

⁷⁴ Articles 1845 et suivants du code civil.

⁷⁵ Articles L. 251-1 à L. 251-23 du code de commerce.

⁷⁶ Ni l'« accord de coopération scientifique en Antarctique » entre la France et l'Italie (23 mars 2017) ni l'« accord de coopération » entre l'IPEV et son homologue italien, le Programme national de recherche en Antarctique (PNRA) ne créent d'entité ayant la personnalité juridique.

coûteuse). Elle ne permet pas, par construction, la consolidation des produits et des charges de l'infrastructure.

2 - La gouvernance

a) Des règles de représentation formalisées dans les OI et les TGIR internationales

Parmi les OI, le CERN bénéficie d'un niveau de représentation spécifique avec la présence au sein du Conseil du CERN de l'ambassadeur représentant permanent auprès de l'office des Nations unies à Genève, ainsi que d'un représentant scientifique, nommé par le MESRI. En outre, un conseiller diplomatique est mis à disposition par le MEAE au CERN en qualité de conseiller diplomatique auprès de la Direction générale, depuis septembre 2016.

S'agissant du mode de représentation française auprès des OI et TGIR internationales, le CD-TGIR du 30 janvier 2017 a adopté des recommandations à mettre en œuvre par le MESRI et les organismes de recherche, lorsqu'ils doivent désigner des personnalités scientifiques et/ou administratives chargées de siéger aux instances de gouvernance de ces organismes. La DGRI et le MEAE indiquent que ces conditions sont respectées.

Le MESRI a mené en 2015-2016 une réflexion pour sécuriser la position française dans les organisations scientifiques internationales, afin de mieux anticiper la dépense et de garantir qu'aucune décision relative à celle-ci ne soit engagée dans les TGIR internationales et les OI sans que le ministère ait pu faire entendre sa voix de manière traçable.

Le renforcement de cette représentation est d'autant plus important que l'enquête de la Cour n'a pu évaluer l'existence d'outils de mesure, de qualité de l'exploitation et de *reporting* au sein de ces organisations.

b) Les modalités de prise de décision au sein des infrastructures

La quasi-totalité des TGIR et OI ont des organes de gouvernance équivalents : un organe délibérant (habituellement dénommé « conseil »), qui a autorité sur un directeur, le cas échéant par l'intermédiaire d'un comité de direction (ILL, GANIL...).

La principale différence concerne les modalités de vote⁷⁷. Quand l'infrastructure réunit un grand nombre de participants, les décisions doivent être prises à la majorité (simple ou qualifiée). Dans le cas des OI ou des TGIR réunissant de nombreux États, des décisions importantes peuvent donc en principe être prises contre la volonté de la France (bien que la pratique soit de rechercher le consensus). Inversement l'ILL, qui réunit seulement trois États (la France, l'Allemagne et le Royaume-Uni), prend ses décisions à l'unanimité, sans que cela n'ait, semble-t-il, suscité de blocage.

⁷⁷ Voir détail par TGIR en annexe n° 6.

Une des normes les plus communes est le recours à des comités consultatifs. Comme le souligne la DGRI, « *le schéma classique de gouvernance d'une TGIR prévoit : un organe décisionnel (conseil d'administration, comité de direction...), un organe consultatif pour la stratégie scientifique et un organe consultatif pour les questions administratives et financières, comme un comité administratif et financier (CAF). Les organes consultatifs permettent de sécuriser et de fluidifier le processus de décision au sein de la TGIR* ».

Les comités d'appui à la gouvernance

Les cinq OI et les trois ERIC disposent chacun d'un comité scientifique et d'un comité financier, consultatifs. ICOS est en outre doté d'un conseil consultatif éthique et ESS d'un comité technique consultatif distinct du comité financier.

ESRF est doté, outre d'un « comité administratif et financier » et d'un « comité consultatif scientifique », d'un « comité consultatif machine » et d'un « comité d'audit » (qui examine les comptes).

ILL dispose d'un comité administratif et financier, d'un conseil scientifique et d'une commission d'audit.

Les organes consultatifs de GENCI comprennent, outre un comité technique et un comité consultatif administratif et financier, un comité stratégique pour l'investissement (COSI).

Huma-Num dispose d'un conseil scientifique.

La direction de la flotte, à l'IFREMER, dispose d'un Comité scientifique tandis que les structures d'évaluation (CNFH et CNFC) perdurent pour les demandes de campagnes.

Trois comités administratifs et financiers ont été récemment créés, pour la TGIR RENATER en 2017 et pour les TGIR internationales IRAM et EGO-VIRGO en 2016 et 2017. Dans ces deux derniers cas, c'est l'associé français (le CNRS en l'occurrence) qui a pris l'initiative et a convaincu ses partenaires internationaux et les équipes de direction de la pertinence de cette évolution.

Au total, les statuts et la gouvernance des TGIR paraissent globalement adaptés à leurs missions.

E - Les entreprises

Les entreprises sont concernées à plusieurs titres par les infrastructures de la feuille de route. Elles peuvent être constructeurs ou fournisseurs de composants ou encore utilisatrices de ces grands équipements.

La construction de ces très grandes infrastructures représente un défi pour les industriels qui se voient mis en compétition par les chercheurs académiques dans l'élaboration scientifique et technique et mis en concurrence avec des industriels internationaux. Il peut s'agir de construction de machines (comme en 2018 le supercalculateur Joliot-Curie de la TGIR GENCI par la société ATOS/BULL) ou d'infrastructure immobilière, où des compétences très spécifiques sont requises.

Dans les OI et certaines TGIR internationales, des agents de liaison industrielle, ou ILO (*Industrial Liaison Officers*)⁷⁸ ont été mis en place pour accompagner les industriels qui soumissionnent aux contrats de fournitures et d'équipements ou qui répondent aux appels à projets. Ainsi existe-t-il au CERN, à ITER, à ESS et à l'ESO des ILO français qui sont, en l'espèce, des personnels mis à disposition à temps partiel par le CEA, le CNRS ou des ministères. Une structuration du recours à ces agents est en cours en vue de formaliser des pratiques communes. D'autres pays européens (Pays-Bas et le Danemark) se sont dotés d'ILO très actifs. L'Espagne a, quant à elle, fait le choix d'avoir un ILO au CERN⁷⁹.

Les industriels « constructeurs » de TGIR se sont regroupés en 2010 dans l'association PIGES (Partenaires Industriels pour les Grands Équipements Scientifiques) pour collaborer avec le CEA et le CNRS afin d'apporter une meilleure connaissance de leurs besoins, de leurs outils et des compétences de chacun.

Les industriels pourraient être mieux associés en amont d'un projet de TGIR comme le soulignait dès 2011 le Conseil Supérieur de la recherche et de la technologie (CSRT). C'est un axe de progression important pour les TGIR. Partout des modèles économiques nouveaux sont recherchés, afin d'une part de réduire la participation financière des États, d'autre part d'enrichir les collaborations. Si des partenariats publics-privés existaient déjà, comme pour le très grand centre de calcul Cobalt du CEA, la pratique prend de l'ampleur. C'est ainsi que les partenaires de SKA et, en France, la DGRI et le CNRS, réfléchissent à un consortium SKA France dans lequel les industriels pourraient participer significativement dès la phase d'investissement. Les associations d'entreprises en amont se développent aussi au plan européen, où par exemple les entreprises du calcul sont étroitement associées au programme EuroHPC au sein d'un consortium. À Bruxelles, la DG Recherche travaille sur la notion « d'infrastructure industrielle » dès l'amont de projets d'infrastructure de recherche.

L'utilisation des TGIR par les industriels peut s'effectuer selon des modalités différentes mais relevant de deux catégories : la prestation de services (en principe tarifée⁸⁰) et le partenariat académique. La distinction est parfois ténue, or elle donne lieu à des régimes différents, en matière fiscale (recours au crédit impôt recherche quand la prestation est sous-traitée à un laboratoire de recherche publique) et de règles de publication, puisque dans le cas de partenariats scientifiques par nature ouverts, les coopérations doivent donner lieu à publication scientifique dans un délai d'un an maximum.

La Cour a examiné à titre principal les relations avec les TGIR : il y a lieu de présumer que, *mutatis mutandis*, le même type de collaboration puisse s'établir ou se développer avec les IR de la feuille de route.

⁷⁸ Terme uniformément utilisé pour désigner les officiers de liaison.

⁷⁹ La DGRI conjointement avec le CEA et le CNRS a décidé de mener une réflexion pour qu'une équipe d'ILO ayant la taille critique suffisante et pleinement engagée soit constituée pour suivre l'ensemble des OI et TGIR internationales.

⁸⁰ La question de la tarification est détaillée en annexe n° 13.

II - Renforcer le pilotage au service d'une stratégie nationale

Le pilotage des TGIR et des IR est d'abord exercé par les opérateurs, en nombre restreint et eux-mêmes soumis à la tutelle du MESRI. Les deux principaux, CEA et CNRS, ont entamé une démarche d'amélioration de la coordination des TGIR de leur ressort. Si leur position dominante a parfois été qualifiée de « tutelle inversée » par rapport au MESRI, dont l'information et la qualité de décision ont longtemps dépendu d'eux, il apparaît que la situation de l'échelon central s'est peu à peu consolidée. Cependant l'efficacité de la gouvernance des infrastructures, nécessaire au pilotage, est à développer tandis que la collégialité et l'interministérialité des arbitrages du comité directeur actuel (le CD-TGIR) pourraient aujourd'hui être élargies et largement renforcées.

A - Renforcer l'efficacité de la gouvernance des infrastructures de recherche

Sans porter préjudice au travail de fond effectué par les opérateurs, spécialement le CEA et le CNRS, il convient de mettre en place des outils de gestion communs dans chaque infrastructure. Ainsi devraient être systématisées des lettres de mission du MESRI pour chaque président d'infrastructure française, établies avec leurs opérateurs et assorties d'objectifs et d'indicateurs précis qui, pour la plupart, restent à harmoniser par la DGRI. Un plan stratégique de chaque infrastructure essentielle et/ou stratégique pourrait être mis en place et réexaminé tous les deux ans (clause de revue). Ces éléments constitueraient une première base objective pour contribuer à éviter la pérennisation d'infrastructures « de routine » (risque souligné par le CSRT en 2011).

En collaboration avec la DGRI et les opérateurs, le pilotage de ces infrastructures devrait aborder la question des ressources humaines dont elles disposent en matière de gestion, de finances, de diplomatie scientifique et d'interface de dialogue avec les chercheurs. Il devrait aussi reposer sur des indicateurs d'évaluations et d'autoévaluations harmonisés.

La gouvernance des infrastructures, en lien avec les opérateurs et la tutelle, doit enfin pouvoir produire les informations nécessaires pour garantir une perspective à long terme aux pouvoirs publics, avec une anticipation à au moins dix ans, articulée sur les partenariats européens et internationaux et alimentée par de meilleurs outils de connaissance des coûts et d'évaluation.

B - Des processus de décision collégiale à mieux structurer

L'exercice stratégique de la feuille de route depuis 2008 puis la création d'instances collégiales en 2012 ont permis de structurer la prise de décision entre communautés scientifiques et au niveau national. Le MESRI n'a plus à devoir financer des infrastructures sur lesquelles il n'avait pas pu porter d'appréciation préalable. Le long travail de réflexion avec les Alliances, qui présélectionnent les projets candidats ainsi qu'avec les organismes de recherche, puis les processus d'évaluation par le HC-TGIR et la validation par le CD-TGIR, le tout de manière régulière, impriment un mouvement d'autant plus nécessaire et vertueux que les

contraintes budgétaires sont fortes. Dans ce cadre, les limites du périmètre de ce comité et de ses critères de choix nécessitent aujourd'hui l'évolution du dispositif.

La garantie d'excellence scientifique des projets, assurée par le HC-TGIR constitue le premier stade du processus, *via* une évaluation *a priori* des projets de création ou de modernisation d'une TGIR. Cette étape mériterait en tout état de cause d'être renforcée par des prévisions financières à long terme plus robustes. Ce premier stade est suivi par l'examen de la faisabilité opérationnelle par le CD-TGIR.

Les décisions structurantes relèvent de plusieurs facteurs.

L'entrée dans une TGIR internationale, par exemple, est souvent le fait de négociations politiques qui dépassent le champ de la discipline, voire le champ scientifique. L'accueil sur le sol français du projet ITER (OI hors feuille de route DGRI) a été décidé au plus haut niveau politique et moyennant des contreparties, comme l'engagement de la France dans plusieurs TGIR internationales, E-XFEL et FAIR en Allemagne et ESS en Suède. Ces trois projets présentent également un grand intérêt pour le CEA et le CNRS, qui ont participé à la construction de ces machines en apportant en nature une partie de la contribution française. Ce type de participation permet aux opérateurs et industriels d'entretenir voire de développer leurs compétences technologiques.

Le projet ESS est significatif. L'entrée de la France dans le projet a été décidée en 2009 par un accord entre les ministres français et suédois de la recherche, sur un montant de 11 % maximum de l'investissement et a été lancée sans visibilité budgétaire sur son financement. Le ministère a fait ensuite réduire cette participation à 8 %. Aujourd'hui, ce projet est touché par de nombreux retards entraînant des surcoûts, les deux pays porteurs, Suède, pays hôte, et Danemark voulant cependant réduire leur participation au pourcentage prévu pour la phase de production, inférieur à celui de la phase de construction. La DGRI, le CEA et le CNRS, grâce à des réunions préparatoires systématiques, ont refusé les négociations bilatérales que voulaient lancer les deux pays porteurs, ont stimulé des échanges multilatéraux entre pays non hôtes, et ont été forces de proposition pour un scénario de prise en compte des surcoûts bien plus avantageux, scénario qui, selon la DGRI, semble devoir s'imposer.

Un autre élément-clé dans le processus de décision sur les TGIR est la capacité d'influence directe des opérateurs. Si cette situation a évolué avec les réformes de 2012, il reste clair que le CEA et le CNRS disposent d'un poids particulier auprès du ministère, avec leur accès direct aux décisionnaires politiques et la présence de nombreux personnels issus de leurs rangs au sein de l'administration elle-même, face à la faiblesse quantitative des moyens budgétaires et humains en charge des infrastructures à la DGRI. Ces opérateurs tout comme les chercheurs eux-mêmes peuvent aussi avoir accès directement aux ambassades voire à des pays étrangers.

Pour rationaliser la prise de décision, la DGRI avait demandé en 2012 que chaque décision d'investissement soit validée par une réunion interministérielle avec compte rendu écrit. Ce n'est toujours pas le cas, si l'on en juge par l'absence de décisions écrites (« bleus »).

Cette nécessité a été tout particulièrement pointée pour les décisions des OI et TGIR internationales engageant la France par un diagnostic de la DAF⁸¹. Selon ce document, il apparaît que sur les quatre dimensions nécessaires pour forger la position française (pertinence scientifique des orientations proposées par l'OI/TGIR, cohérence programmatique, capacités et pertinence financières), « les compétences critiques » sont « mobilisées à des degrés variables selon les OI ». Le diagnostic suggère une clarification des rôles respectifs des départements du MESRI, une homogénéisation de leurs pratiques, une meilleure circulation de l'information entre eux et les représentants opérateurs, une phase de préparation formalisée et une participation plus fréquente de la DAF aux instances dirigeantes des OI les plus coûteuses. Ces recommandations ont été suivies d'un début d'effet.

Elles ont d'autant plus d'importance en matière d'OI que le CERN pilote de fait la stratégie de l'Union européenne en matière de physique des hautes énergies et dispose d'une influence reconnue. Il a aussi la faculté de s'adresser directement au MEAE, qui participe à très haut niveau à son conseil. Cette puissance peut conduire à des demandes financières par des canaux directs.

Afin éviter des actions non coordonnées, le choix des projets à inscrire sur la feuille de route ESFRI que le représentant français devra soutenir est exercé par le CD-TGIR parmi les IR de la feuille de route nationale. Les opérateurs participent à la préparation du dossier mais ne sont pas représentés au sein des groupes de travail stratégiques d'ESFRI. Le membre français de chaque groupe est choisi avec un souci de prévention des conflits d'intérêt.

Un des objectifs de la DGRI en 2012 avait été d'obtenir pour chaque négociation un mandat précis, de manière à parler d'une seule voix auprès des instances bruxelloises et à parvenir à des décisions communes et préparées. Par ailleurs, le ministère a établi des règles de bonnes pratiques pour l'entrée d'infrastructures de recherche dans une infrastructure paneuropéenne comme par exemple un MOU entre les partenaires français, définissant les règles de répartition des contributions financières et la méthode d'élaboration d'une position française au sein des instances de gouvernance de l'infrastructure.

La suppression d'une TGIR pose les mêmes problèmes d'arbitrage. L'observation montre que de telles décisions ont été possibles récemment, sans doute plus que par le passé. Ainsi sera-t-il mis fin à la TGIR Orphée en 2019. La TGIR GANIL paraît de son côté progressivement affaiblie par des moyens en baisse. Les IR Hadron et Biobanques, financées par le PIA, ont également disparu de la feuille de route 2018, du fait notamment de leurs évaluations de suivi par l'ANR.

Dans tous les cas, les décisions engageant l'État dans des projets actuels ou futurs de grandes infrastructures de recherche, nationales, européennes et internationales, doivent relever d'arbitrages interministériels dûment formalisés, reposant sur des évaluations solides.

Cela est particulièrement nécessaire dans le domaine numérique (notamment calcul et stockage), qui aujourd'hui détermine les progrès de tous les domaines de la recherche⁸². Ce secteur, particulièrement compétitif sur un plan mondial, porteur d'enjeux nationaux et européens majeurs, où la France -comme dans d'autres secteurs de la recherche- bénéficie

⁸¹ « La sécurisation de la position française dans les organisations scientifiques internationales », cf. *supra*.

⁸² Voir cahier complémentaire.

d'atouts scientifiques et industriels considérables, doit faire l'objet d'une attention particulière en termes d'organisation nationale.

La compétition scientifique et technologique impose d'anticiper les évolutions à venir (puissance et dissémination de l'intelligence artificielle, étape de l'Exascale⁸³, calcul quantique, capacité de traitement et stockage de données massives, nouveaux standards et protocoles, certification des algorithmes). Elle implique à la fois une recherche propre, aujourd'hui largement nationale et des programmes applicatifs de niveau européen (EuroHPC, EPI, EOSC...), dans lesquels tant la DGRI que les grands opérateurs et la TGIR GENCI, à gouvernance nationale, sont des acteurs importants. La DGRI a décidé de renforcer les capacités techniques⁸⁴ de cette dernière et, en utilisant si besoin son expertise, de rationaliser l'organisation régionale des centres de calcul et de stockage. Elle a demandé à toutes les IR et TGIR un état des lieux et une projection à cinq ans de leurs besoins en stockage, fournis dans la feuille de route 2018, et il a été décidé en CD-TGIR qu'un volet stockage serait intégré en tant que plan d'action dans chaque IR et TGIR. Ces directions paraissent devoir être encouragées pour une cohérence maximale de la gouvernance numérique française face aux défis de ce secteur.

Les dimensions de sécurité et de souveraineté occupent une place centrale dans les enjeux des infrastructures de recherche, qu'il s'agisse d'éviter une dépendance à des technologies ou composants clés, de permettre à tous les secteurs l'accès à la donnée, nouvelle richesse immatérielle, d'assurer l'excellence, de garantir la sécurité et la cybersécurité, de choisir des collaborations internationales pertinentes, de veiller enfin au recrutement et à la formation de spécialistes dans les secteurs prioritaires. Il n'appartient pas à la Cour, dans le cadre de cette enquête, se prononcer sur le fond de ces questions. Cependant, le pilotage stratégique doit impérativement les intégrer dans son champ de décision.

III - Un système d'évaluation à parfaire et développer

L'évaluation des TGIR est régulière, mais éparpillée entre différentes instances. Les obligations réglementaires en matière d'évaluation socio-économique des investissements sont insuffisamment respectées. Par ailleurs, l'évaluation socio-économique gagnerait à être homogénéisée, dans ses visées comme dans ses indicateurs.

A - Des évaluations sans ligne directrice

L'évaluation scientifique en amont par le HC-TGIR est systématique lors de l'inscription sur une feuille de route. Ainsi, il a donné un avis favorable à l'inscription sur la « feuille de route » 2018 des projets HL-LHC (TGIR), CTA (TGIR), SKA (projet) et DUNE (IR). Par ailleurs, certains avis du HC-TGIR peuvent constituer une évaluation *a priori* d'un projet de TGIR ou de modernisation d'une TGIR, comme dans le cas de la phase 2 de jouvence d'ESRF (6 janvier 2014), du HL-LHC (30 novembre 2016) et des différents projets en astrophysique et

⁸³ Le terme exascale fait référence à un niveau de calcul du niveau de l'exaflop, soit 10^{18} soit 1 milliard de milliards d'opérations par seconde, par différence avec le petaflop de 10^{15} , soit un million de milliards d'opérations par seconde.

⁸⁴ Cela va d'ores et déjà être le cas avec la nouvelle machine d'IDRIS mise en service début 2019, qui doublera la capacité en puissance petaflops de GENCI.

en astroparticules (30 novembre 2016). Le HC-TGIR peut également présenter une vision globale d'un domaine, comme dans ses avis sur les faisceaux de neutrons (6 janvier 2014), la FOF (6 janvier 2014), les lasers (25 mai 2016) ou l'astrophysique (30 novembre 2016).

Des évaluations d'infrastructures – et non plus seulement de projets – peuvent être confiées aux corps d'inspection de l'administration. Dans le cadre de son programme annuel 2017-2018, l'inspection générale de l'administration de l'éducation nationale et de la recherche (IGAENR) a conduit une mission portant sur « RENATER et les réseaux d'accès », dont le rapport a été remis en octobre 2018.

Le Haut Conseil de l'évaluation de la recherche et de l'enseignement supérieur (Hcéres) est compétent pour évaluer les infrastructures de recherche sur le plan scientifique⁸⁵. Ainsi, les évaluations sont menées par des comités d'experts, souvent internationaux. Bien que l'usage pour le Hcéres soit d'évaluer des unités de recherche, il est compétent pour évaluer toute infrastructure de recherche de droit privé financée par des fonds publics⁸⁶. Pourtant, il a évalué seulement deux TGIR : LLB (2014), qui est une UMR, et GANIL (2017), qui réunit une unité de recherche du CEA et une unité de recherche du CNRS. En novembre 2016, Huma-Num a remis au Hcéres un dossier d'auto-évaluation faisant un bilan de la période 2013-2018 et présentant ses projets pour 2019-2023. L'AERES avait quant à elle évalué uniquement SOLEIL (2011), qui est une société civile. La fréquence des évaluations des TGIR par le Hcéres pourrait être plus régulière.

À ces évaluations portées par des instances extérieures, s'ajoutent celles du CEA et du CNRS. Le CNRS effectue des évaluations selon un processus dit « tourniquet »⁸⁷. Ainsi, en 2017 GANIL a fait l'objet d'une évaluation de la première section « Interactions, particules, noyaux, du laboratoire au cosmos » du CNRS. Cette dernière évaluation a été limitée à l'unité propre du CNRS située à GANIL. L'évaluation des TGIR par les opérateurs s'appuie en particulier sur la lecture des rapports fournis par les comités internes aux infrastructures et par les *visiting committees*⁸⁸, ainsi que sur les données bibliométriques. Dans le cas du CEA, le conseil scientifique 2018 et le *visiting committee* 2019 se pencheront sur les grands instruments de recherche pour leur prochaine évaluation. Un tel comité doit évaluer GANIL en 2019.

Au total, les évaluations externes des TGIR de la feuille de route sont variées mais ne correspondent à aucune programmation d'évaluation et de suivi des recommandations.

⁸⁵ L'article L. 114-3-1 du code de la recherche prévoit l'évaluation des unités et organismes de recherche par le Haut Conseil de l'évaluation de la recherche et de l'enseignement supérieur (Hcéres), créé par la loi n° 2013-660 du 22 juillet 2013, en remplacement de l'Agence d'évaluation de la recherche et de l'enseignement supérieur (Aéres).

⁸⁶ L'article L. 114-3-1 du code de la recherche prévoit que le Hcéres est compétent pour « évaluer a posteriori les programmes d'investissement ainsi que les structures de droit privé recevant des fonds publics destinés à la recherche ou à l'enseignement supérieur ».

⁸⁷ En 1967, le CNRS a mis en place le dispositif dit « tourniquet », consistant en un examen périodique de ses unités de recherche. L'examen est assuré par les sections, qui sont consultées sur leur création, leur renouvellement et leur suppression (article 23 du décret n° 82-993 du 24 novembre 1982 portant organisation et fonctionnement du CNRS). L'évaluation a lieu au moins tous les 5 ans (DEC920520SOSI).

⁸⁸ Les infrastructures peuvent faire appel à des comités de visite (*visiting committees*), constitués d'experts reconnus internationalement.

Les TGIR disposent habituellement d'un ou plusieurs comités consultatifs dans le domaine scientifique ou technique (comités scientifiques, comités techniques, comités scientifiques et techniques, etc.). Ces comités ont fréquemment pour membres des scientifiques extérieurs à l'installation.

Les principales TGIR publient des données bibliographiques ou bibliométriques (cf. annexe 7). En particulier ESRF a également travaillé pour marquer les articles et citations issus de son utilisation, en poussant les chercheurs à utiliser les référencements américains attribués par le système ORCHID⁸⁹. Ce standard n'a pas d'équivalent français ou européen.

Depuis juin 2017, le rapport de situation approuvé chaque année par le conseil du CERN comprend 50 indicateurs de performance, couvrant non seulement la bibliométrie, mais aussi les caractéristiques et la disponibilité des faisceaux, le nombre d'étudiants en doctorat, l'informatique, la politique de communication.

GENCI a publié pour ses dix ans (2017) une auto-évaluation d'impact bibliométrique et économique. Ce modèle d'autoévaluation sera diffusé par la DGRI vers toutes les TGIR. Il conviendra cependant d'en affiner et fortifier la méthodologie concernant l'impact socioéconomique.

L'auto évaluation de GENCI

Cette TGIR a pris l'initiative, à l'occasion de l'anniversaire des dix ans de l'infrastructure en 2017, de chercher à qualifier son impact sur la production scientifique en analysant la métrique (impact, taux de citation) des publications ayant bénéficié de l'attribution d'heures de calcul sur les grands calculateurs nationaux. L'intérêt de cette étude est d'être interdisciplinaire et « longitudinale » (elle permet le suivi d'un thème tel que par exemple la transition énergétique).

Les domaines de recherche des publications concernent d'abord la chimie, la physique, les sciences de la terre. Parmi les 4 324 articles mentionnant GENCI, 71 concernent la catégorie des « 1 % d'articles les plus cités » dans le monde (référéncés par *Web of science*, service international d'information universitaire en ligne géré par la société *Clarivate Analytics*). Ce nombre d'articles représente 1,6 % des articles mentionnant GENCI, ce qui est bien supérieur à la moyenne mondiale des articles le plus cités par rapport à l'ensemble des articles (1 %).

La comparaison internationale est intéressante : les publications mentionnant GENCI sont de 50 % supérieures à celles mentionnant les supercalculateurs allemands, de 60 % pour les italiens, de plus de 100 % pour l'espagnol et presque quatre fois plus nombreuses que les Britanniques.

Quant à l'impact socio-économique, l'étude estime qu'une dépense d'1 euro de GENCI a généré 1,93 € de production et 0,87 € de valeur ajoutée. Ces chiffres sont à peu près équivalents pour l'investissement.

Au total, le morcellement et l'hétérogénéité des approches d'évaluation ou d'auto évaluation interdisent toute tentative de synthèse. Elles relèvent parfois autant du processus de contrôle que de la politique de communication. Les évaluations scientifiques et bibliométriques seraient-elles validées par une autorité externe, qu'il resterait encore à améliorer les évaluations

⁸⁹ ORCHID attribue un numéro à partir d'une démarche volontaire dans laquelle le chercheur doit s'identifier et livrer un certain nombre de données pour être référencé. Ce système permet le référencement dans toutes les bibliothèques y compris les plus prestigieuses comme celle du Congrès.

économiques ou socio-économiques des TGIR. Il conviendrait enfin de systématiquement s'assurer que les membres internationaux des panels ou comités d'évaluation ne sont pas liés à des organismes potentiellement concurrents de la TGIR examinée.

B - Une évaluation socio-économique encore en chantier

1 - Dans le cas des investissements, un dispositif prévu par décret et non appliqué

L'article 17 de la loi de programmation des finances publiques du 31 décembre 2012⁹⁰ a créé une obligation de déclaration et d'évaluation socioéconomique préalable de certains projets d'investissement⁹¹. Le décret d'application du 23 décembre 2013, qui fixe des seuils de déclaration pour les projets d'investissement d'au moins 20 M€ HT, n'est quasiment jamais respecté dans le cas des TGIR. Font exception les projets déclarés par le CNES, qui n'a pas de TGIR au sens de la « feuille de route »⁹², et les quatre projets de plus de 20 M€ déclarés par le CEA à l'été 2018.

Surtout, l'obligation, à partir du seuil de 100 M€, de transmettre une expertise au SGPI (celui-ci faisant réaliser une contre-expertise indépendante), n'est quasiment pas respectée. En effet, la seule TGIR ayant fait l'objet d'une contre-expertise (en 2014) est la source européenne de spallation (ESS). Selon la DGRI, une évaluation socio-économique devrait être prochainement réalisée dans le cas du projet de modernisation de l'anneau de SOLEIL. Le CEA indique de son côté qu'une évaluation similaire devra être réalisée par GENCI pour l'achat des calculateurs.

2 - Dans le cas de l'évaluation socio-économique *ex post*, des travaux en cours de la DGRI et des infrastructures de recherche

Dans le cas de l'évaluation socio-économique *ex post*, des travaux et réflexions ont été lancés entre DGRI, opérateurs et infrastructures de recherche en 2017, date à laquelle un groupe de travail « Impact » piloté par la DGRI, réunissant 44 infrastructures de recherche, dont ESRF et SOLEIL, a été mis en place. Après avoir recensé les pratiques des infrastructures, il s'est tourné vers les questions méthodologiques. La DGRI indique qu'à ce jour, sur les 99 infrastructures que comporte la feuille de route 2018, 36 % ne réalisent aucune évaluation socio-économique, 22 % en ont déjà réalisé au moins une et 42 % en envisagent une à terme⁹³. Le groupe de travail reprendra ses travaux quand l'OCDE aura publié ses recommandations méthodologiques pour l'évaluation des infrastructures de recherche, ce qui devrait être le cas au printemps 2019.

⁹⁰ Loi n° 2012-1558 du 31 décembre 2012 de programmation des finances publiques pour les années 2012 à 2017.

⁹¹ Voir annexe n° 8.

⁹² Le CEA a toutefois déclaré à l'été 2018 quatre projets d'investissement de plus de 20 M€.

⁹³ La DGRI a organisé en juin 2018 la présentation des travaux de l'OCDE aux représentants des IR de la feuille de route, des organismes tutelles, des départements scientifiques de la DGRI et a également participé en février 2018 à l'enquête OCDE qui devrait aboutir au cadre de référence générique pour l'évaluation de l'impact socio-économique des IR qui devrait être disponible au printemps 2019.

3 - Adapter la méthodologie des évaluations économiques et socio-économiques

Le décret de 2013 précité précise que l'évaluation socio-économique a « *pour objectif de déterminer les coûts et bénéfices attendus du projet d'investissement envisagé* ». La référence aux « coûts et bénéfices attendus » est une invitation à calculer une valeur actualisée nette socio-économique (VAN-SE). La définition de la VAN-SE pose des problèmes méthodologiques dans le cas d'une infrastructure de recherche (du fait notamment de l'impossibilité de prendre correctement en compte les publications, cf. annexe n° 8). Toutefois une évaluation socio-économique ne se résume pas au calcul de la VAN-SE. Ainsi, la seule évaluation socio-économique de TGIR existant à ce jour, celle d'ESS, ne comprend pas de tel calcul.

L'évaluation socio-économique est non seulement peu ou pas développée, mais elle reste encore à encadrer méthodologiquement. ESFRI, qui recommande ce type d'évaluation dans sa « feuille de route » 2018 et a lancé un groupe de travail *ad hoc*, reconnaît qu'il « *reste délicat d'élaborer un modèle et une métrologie robustes pour estimer quantitativement* » l'impact socio-économique d'une infrastructure de recherche. Le SGPI a indiqué à la Cour son intention de se rapprocher du MESRI afin de préciser les éléments de doctrine sur l'évaluation socio-économique des TGIR.

Les grandes infrastructures situées (partiellement, dans le cas du CERN) sur le territoire français et essentiellement financées par les contributions d'autres États ont un impact financier net positif pour la France. Ainsi, il ressort des données transmises par le CNRS que la France ne contribue que pour 15 % au financement du CERN, qui dépense en France près de la moitié de son budget (de 1,2 Md€), d'où un gain net annuel d'environ 0,5 Md€. Dans le cas d'ESRF et d'ILL, sur des dépenses totales d'environ 100 M€ dans chaque cas, environ les trois quarts reviendraient à la France. Celle-ci n'assurant qu'environ un quart du financement, le gain net annuel serait d'environ 50 M€ pour chacune des deux infrastructures. Dans le cas d'ITER, le solde financier net est estimé par le ministère à plus de 3 Md€. On peut toutefois s'interroger sur les conséquences pratiques de ces soldes positifs : si de l'argent est bien injecté dans l'économie française (sous forme d'achats par l'infrastructure, de salaires...), selon la théorie économique usuelle cela ne mesure pas en tant que tel, l'impact sur le PIB structurel. La portée de ces études semble donc devoir être relativisée.

Il serait utile de déterminer dans quelle mesure la participation à la construction de TGIR contribue au développement des principales entreprises concernées⁹⁴ (comme l'OCDE s'est efforcée de le faire dans le cas des électro-aimants du LHC⁹⁵). Une autre piste consisterait à évaluer économétriquement l'impact des infrastructures (vraisemblablement considérées de manière agrégée) sur le PIB structurel de la France, en prenant en compte notamment l'acquisition de savoir-faire par les entreprises qui participent à leur construction ou qui les

⁹⁴ Air Liquide (cryogénie), Alstom (électro-aimants), Thales (cavités radiofréquence, lasers), Atos-Bull (supercalculateurs), Safran-Reosc (optique)...

⁹⁵ OCDE, *The Impacts of Large Research Infrastructures on Economic Innovation and on Society: Case Studies at CERN*, 2014. L'OCDE souligne en particulier que les compétences acquises par Alstom dans le domaine de la supraconductivité ont jusqu'à présent été peu utilisées, du fait de l'absence à ce stade de développement des secteurs industriels potentiellement concernés (transports, fusion nucléaire civile...).

utilisent. La notion de transfert de technologies mesurée par la création de *spin off* pourrait aussi en faire partie.

Une étude portant sur l'intérêt pour la France de faire en sorte que les nouvelles infrastructures se construisent sur son territoire plutôt que dans d'autres États européens serait particulièrement utile. En effet, les principales infrastructures européennes (ESS, FAIR, E-XFEL...) se créent actuellement hors de France. Certes, les chercheurs et entreprises français peuvent utiliser d'autres infrastructures européennes et les marchés technologiques sont accessibles aux entreprises françaises dans tous les États membres⁹⁶. Les grandes infrastructures peuvent également susciter autour d'elles des « écosystèmes » de chercheurs et d'entreprises.

Au-delà de l'évaluation scientifique, dont les instruments sont déjà en partie en place, et de l'évaluation socio-économique qui reste en chantier, un large champ d'étude n'est pas abordé à ce jour : l'évaluation des externalités positives qualitatives liées au développement de la connaissance permis par une TGIR. L'impact en termes d'intérêt général des travaux que permettent les TGIR devrait pourtant être pris en considération, en termes notamment d'aide à la décision voire d'orientation de politiques publiques et *in fine* de réduction des risques (naturels, médicaux, par exemple) et d'amélioration des conditions de vie.

4 - Des indicateurs qui restent à élaborer

Les TGIR disposent d'indicateurs leur permettant de suivre leur activité mais ils ne sont pas harmonisés et les données qui en sont issues sont à usage interne.

Bien que les indicateurs doivent être maniés avec prudence, en particulier dans le cas d'infrastructures très novatrices⁹⁷, leur utilisation est une nécessité reconnue au niveau européen. La décision du Conseil (2013/743/UE) sur la mise en œuvre du programme H2020⁹⁸ prévoit que dans le cas des infrastructures de recherche, l'indicateur clé est le « nombre de chercheurs qui ont accès aux infrastructures de recherche grâce au soutien de l'Union ». En 2013, un groupe de travail d'ESFRI (*Expert Group on indicators for the evaluation of the pan-European relevance of research infrastructures*) a élaboré quatre indicateurs (d'appartenance européenne, d'usage, de réseau, d'excellence) afin de déterminer si une infrastructure doit être inscrite sur sa feuille de route. Dans ses conclusions sur l'accélération de la circulation des connaissances dans l'UE, adoptées le 29 mai 2018, le Conseil de l'UE « *INVITE les États membres et la Commission, dans le cadre d'ESFRI, à mettre au point une approche commune du suivi de leurs performances et INVITE les infrastructures de recherche paneuropéennes, sur une base volontaire, à intégrer celle-ci à leur gouvernance et à examiner les possibilités d'appuyer le processus en recourant à des indicateurs clés de performance* ».

⁹⁶ Dans le cas d'ELI, en cours de construction dans trois pays d'Europe centrale, deux des trois lasers 10 PW doivent être fournis par Thales.

⁹⁷ Comme le souligne le CNRS, certains types d'infrastructures n'ont donné lieu qu'à peu de publications ou de brevets jusqu'à ce que leur perfectionnement permette une découverte majeure (comme dans le cas des interféromètres laser, qui ont conduit à la découverte des ondes gravitationnelles).

⁹⁸ 2013/743/UE.

Les indicateurs les plus disponibles, mais non harmonisés entre TGIR, sont ceux relatifs à la bibliométrie (cf. annexe 7). Les données bibliographiques et bibliométriques compilées par la Cour suggèrent que le CERN réalise environ 40 % des publications de la totalité des TGIR et OI. Toutefois, à la connaissance de la Cour, il n'existe pas de document synthétisant, ou *a fortiori* analysant, cet état de fait.

La disponibilité des principaux équipements est quant à elle généralement supérieure à 90 % hors arrêts pour maintenance, ceux-ci étant de l'ordre de 50 % pour la plupart des infrastructures (physique nucléaire et des hautes énergies, sciences de la matière...) et négligeables dans le cas de GENCI (qui exploite des équipements informatiques). Mesurée sur la totalité d'une année, la disponibilité de GANIL est plus critique : il ne fonctionne que quatre mois par an. Cette anomalie découlerait du manque de personnel qui, attaché à exploiter et maintenir les équipements actuels, a du mal à mener à bien le projet SPIRAL2.

Les principaux indicateurs envisageables

Les indicateurs bibliométriques sont les plus fondamentaux, si l'on considère qu'une fonction importante d'une infrastructure est de permettre des publications et de diffuser la connaissance. Il serait utile de les étendre aux autres grandes infrastructures de recherche européennes et mondiales, afin de mieux appréhender la place des TGIR dans le monde⁹⁹.

La disponibilité des équipements est l'un des principaux indicateurs techniques. La valeur de l'indicateur peut fortement varier selon que les phases de maintenance sont ou non incluses dans la période concernée.

Il existe déjà des objectifs et indicateurs de performance – assortis de sous-indicateurs – du programme 172 figurant aux PAP et RAP de ce programme¹⁰⁰.

On pourrait également mettre en place des indicateurs fondés sur tout ou partie des critères proposés par la DRGI dans la « feuille de route » de 2008 pour définir les infrastructures de recherche. Cette « feuille de route » retenait les critères suivants :

- critères scientifiques : réponse aux besoins de la communauté scientifique ; qualité de la production scientifique attendue ;
- critères pédagogiques : ouverture aux doctorants et post-doctorants ; ouverture à l'enseignement supérieur ;

⁹⁹ Selon la base de données INSPIRE-HEP, les publications de GANIL seraient au nombre d'environ 150 par an, contre un millier pour GSI allemand (ainsi que pour MSU aux États-Unis et RIKEN au Japon). ESRF et DESY (Allemagne) indiquent quant à elles respectivement 2 000 et 3 000 publications par an environ. On pourrait préciser ces données, en particulier pour raisonner sur des périmètres constants. En 2006 GANIL a réalisé une étude suggérant que dans le cas de la physique nucléaire *stricto sensu*, il publiait davantage que MSU.

¹⁰⁰ 1. Produire des connaissances scientifiques au meilleur niveau international (Production scientifique des opérateurs du programme) ; 2. Promouvoir le transfert et l'innovation (2.1 Part des redevances sur titre de propriété intellectuelle dans les ressources des opérateurs, 2.2 Part des contrats de recherche passés avec des entreprises dans les ressources des opérateurs, 2.3 Mesures de l'impact du crédit d'impôt recherche ; 3. Participer activement à la construction de l'Europe de la recherche (3.1 Taux de présence des opérateurs du programme dans les projets financés par le PCRD de l'Union européenne, 3.2 Part du PCRD attribuée à des équipes françaises, 3.3 Part des articles co-publiés avec un pays membre de l'Union européenne (UE 28) dans les articles des opérateurs du programme ; 4. Développer le rayonnement international de la recherche française.

- critères de transfert de connaissances : importance des partenariats industriels attendus ; importance des dépôts de brevets attendus ;
- critères économiques : importance des créations d'emplois et d'entreprises attendues ; importance des retombées sur les entreprises locales.

La DGRI indique à la Cour que, « à ce stade, des objectifs ou indicateurs permettant de mesurer et d'objectiver la performance des TGIR n'ont pas été mis en place de manière formalisée. (...) Cela étant, la formalisation d'indicateurs de performance est une perspective qui pourrait être soumise à la réflexion d'un prochain CD-TGIR ». Par ailleurs, dans le cas de la bibliométrie, la DGRI a prévu « d'extrapoler l'exercice réalisé pour GENCI à 20 TGIR de la feuille de route (à l'exception de GENCI et RENATER) et quatre OI : CEPMMT, CERN, EMBL et ESO », les résultats de cette étude¹⁰¹ étant attendus pour juin 2019.

Il manque aujourd'hui une liste d'indicateurs, harmonisés entre TGIR, robustes, explicites et en nombre raisonnable. Une fois mise en place et exploitée, cette liste devrait être, au moins pour les principaux indicateurs, rendue publique.

À cet égard, compte tenu des sommes en jeu et de la nature en grande partie politique de la décision de création d'une grande infrastructure de recherche, l'amélioration de l'information du Parlement constitue un enjeu de premier plan. La publication annuelle des indicateurs, par exemple dans le « rapport annuel sur les politiques nationales de recherche et de formations supérieures », permettrait au Parlement, et plus généralement aux citoyens, de disposer des données de base sur la performance des TGIR et OI.

Par ailleurs, certains documents pourraient être systématiquement transmis aux commissions des finances et aux commissions en charge de la recherche, ainsi qu'à l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques (OPECST). Cela pourrait concerner, notamment, les avis du HC-TGIR ainsi que les évaluations socio-économiques et contre-expertises réalisées dans le cadre de l'obligation d'évaluation socio-économique préalable des projets d'investissements civils financés par l'État et ses établissements publics.

La Cour prend acte des engagements du ministère en matière de développement de l'évaluation socio-économique, tout en constatant que ceux-ci restent pour l'essentiel à concrétiser.

¹⁰¹ Qui doit être réalisée par Daniel Egret, astronome émérite, chargé de mission référencement et évaluation pour Paris Sciences et Lettres, et Renaud Fabre, professeur des Universités en Sciences économiques à l'Université de Paris VIII, déjà auteurs ensemble de l'étude d'impact de GENCI de 2016.

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

La Cour observe que le MESRI a fait de nombreux efforts pour améliorer le suivi et le pilotage stratégique des IR/TGIR. Les marges de progrès sont encore nombreuses, qu'il s'agisse de l'organisation interne du ministère, de la participation du MEAE ou des instruments de gouvernance interne aux grandes infrastructures. Les évaluations ne manquent pas mais sont marquées par l'hétérogénéité de leurs objectifs et leur niveau. Le défaut de standard évaluatif, qui laisse libre court à des auto-évaluations aux critères non homogènes est aggravée par la quasi-absence à ce jour de toute évaluation socio-économique.

Les instances collégiales créées afin de réunir autour de la même table l'ensemble des acteurs ont été des initiatives bienvenues. Elles doivent aujourd'hui s'élargir dans leur composition et dans leur périmètre de mission, pour garantir une cohérence et une visibilité des stratégies et moyens mis en œuvre pour l'ensemble des grandes infrastructures de recherche.

Sur la base d'une nouvelle définition substantielle des infrastructures de recherche telle que recommandée au chapitre I, et compte tenu du fait que les différentes instances de pilotage ou d'évaluation traitent également des TGIR et des IR, il conviendrait d'élargir la composition du CD-TGIR au SGPI, au ministère en charge de la défense, de la direction du budget et, en tant que de besoin, du SGAE, du ministère de l'Économie (DGE), du MTES et de l'ANR. Cette recomposition interministérielle permettrait de renforcer des synergies parfois déjà existantes entre les infrastructures de ces secteurs et, à terme, de les intégrer dans une feuille de route unifiée. Une représentation structurée des pôles de recherche universitaire devrait être activement recherchée.

La Cour formule les recommandations suivantes :

- 4. doter la gouvernance de chaque grande infrastructure française d'une lettre de mission du MESRI à chaque président, d'un plan stratégique évolutif, d'une revue biennale des performances, de quelques indicateurs robustes et harmonisés [MESRI, tous opérateurs de TGIR] ;*
 - 5. dans le cadre du Comité d'orientation du numérique (CODORNUM), étudier l'élargissement du périmètre d'intervention de GENCI en matière d'infrastructures de calcul de la recherche ; mieux articuler les niveaux national et régionaux de l'organisation numérique du calcul et du stockage en France [MESRI, CEA, CNRS, CPU] ;*
 - 6. élargir la composition du CD-TGIR et l'ériger en instance interministérielle de préparation des décisions pour l'ensemble des infrastructures de recherche [MESRI, SGPI, MEAE].*
-

Chapitre III

Des contraintes financières à mieux appréhender

Contrairement aux recommandations que la Cour avait formulées dans son rapport de 2009 sur *Le pilotage des très grandes infrastructures de recherche*¹⁰², le ministère n'est pas en mesure de produire une carte financière précise des TGIR, alors même qu'elle en priorise le financement dans sa nomenclature des catégories d'IR. L'enquête ministérielle de 2016 sur les coûts complets, en dépit de ses apports indéniables, ne saurait en tenir lieu¹⁰³. La réforme de la gouvernance des TGIR lancée en 2012 comportait un important volet d'organisation budgétaire et financière qui n'a pas encore produit tous ses fruits. Une certaine dispersion des présentations budgétaires est toujours constatée, ce qui nuit à la lisibilité et au pilotage. Les importantes difficultés méthodologiques existantes sont présentées en annexe n° 11.

Ce chapitre a pour objet d'identifier les financements des TGIR par type de ressources et de quantifier le volume de crédits alloué à ce dispositif (I). L'analyse de l'approche en coûts complets en montrera les acquis et les limites (II). Enfin la capacité du dispositif à s'installer dans le moyen terme sera examinée (III). Les crédits budgétaires sont présentés en crédits de paiement (CP) et en euros courants. Ils couvrent la période 2012-2017, étant entendu que le changement de système d'information au sein des opérateurs ainsi que l'absence de système d'information unifié entre eux permettant une remontée d'informations fiables au ministère constituent une limite importante à l'effort d'agrégation des données.

I - Des ressources allouées aux TGIR provenant pour l'essentiel des États

Le total des ressources allouées aux TGIR¹⁰⁴ sur la période 2012-2017 est de 4,2 Md€, en augmentation de 36,2 % en six ans (+ 226,3 M sur un périmètre qui est passé de 18 à 22 TGIR sur la période). En 2017, ce total est de 851,4 M€. Parmi les différents types de ressources, deux

¹⁰² La Cour recommandait d'une part « d'assortir la feuille de route d'une cartographie budgétaire précise et d'une programmation budgétaire pluriannuelle de type « plan à moyen terme » et d'autre part de « déterminer précisément le périmètre financier des TGIR ».

¹⁰³ L'étude sur les coûts complets porte sur l'ensemble des infrastructures inscrites sur la feuille de route et a été communiquée à la Cour. Sur la base des éléments transmis la Cour a tenté d'isoler les chiffres concernant les seules TGIR. Toutefois, elle n'est pas parvenue aux mêmes résultats que ceux issus des travaux de la DGRI, en raison des retraitements ultérieurs opérés par les services du MESRI et non communiqués à la Cour.

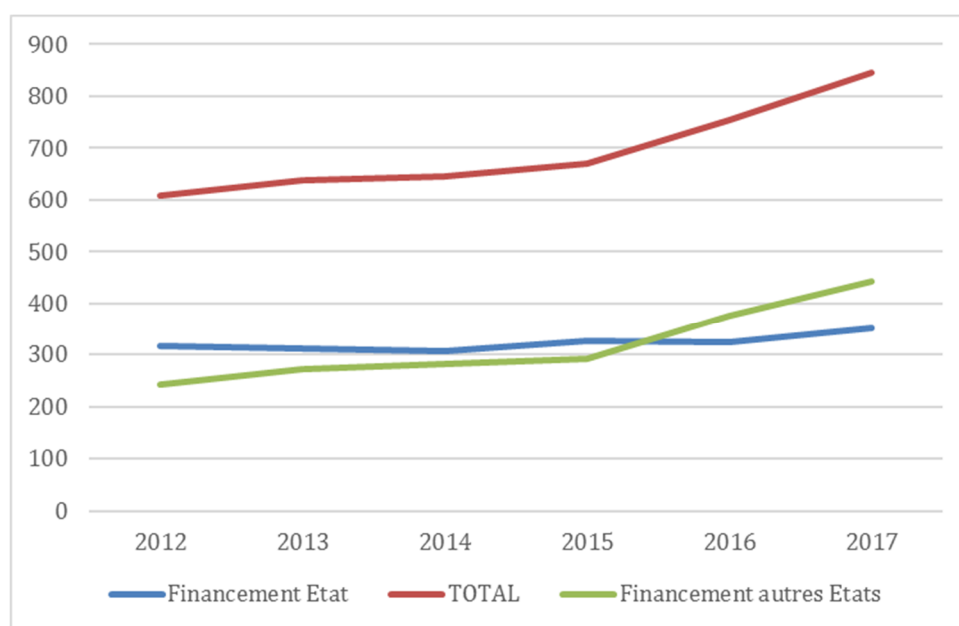
¹⁰⁴ Compte tenu de l'impossibilité de réconcilier les données fournies par le ministère avec celles communiquées par les opérateurs ou par les TGIR ayant la personnalité morale, le choix a été fait d'utiliser l'ensemble des données en spécifiant à chaque fois la source de celles-ci.

seulement sont significatives : les crédits budgétaires de l'État français et ceux des autres États européens ou étrangers. Ils représentent près de 94 % des ressources.

La part de l'État en crédits budgétaires est, sur la même période de 1,98 Md€, soit 47 % du total, mais son augmentation suit une pente plus faible (7,58 %, soit + 25 M€). En 2017, la part prise par le budget de l'État dans le financement des TGIR est de 41,8 %, contre 53 % en 2012.

Le différentiel entre la croissance des ressources et l'augmentation plus mesurée de la contribution de l'État français s'explique par la forte hausse de la contribution des États étrangers, de plus de 80 % sur la période du fait de l'élargissement du périmètre des TGIR. Elle représente, en 2017, 52 % des ressources contre 38,8 % en 2012. Le MESRI estime que pour les TGIR où la France est engagée depuis longtemps, les autres pays sont restés sur la même trajectoire que la France. En revanche, la participation à de nouvelles TGIR internationales s'est traduite par une contribution française très minoritaire (ex. : 3,14% dans XFEL) par rapport à l'ensemble des autres contributeurs. Cette hausse s'expliquerait également par l'entrée de nouveaux pays dans une TGIR (comme la Russie qui a intégré ESRF).

Graphique n° 1 : évolution des crédits des TGIR 2012-2017 (en M€)



Source : réponses des opérateurs au questionnaire de la Cour, retraitées par la Cour des comptes.

Le tableau suivant présente les ressources reçues par les TGIR de 2012 à 2017 et leur évolution. Il convient de noter que, sur la période concernée, le périmètre des TGIR s'est élargi, passant de 18 à 22, avec l'entrée de la France dans de nouvelles TGIR, principalement internationales. Pour ces dernières, la contribution de la France se fait par un apport en nature pendant la phase de construction.

Tableau n° 6 : les ressources reçues par les TGIR de 2012 à 2017

<i>en M€</i>	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Total 2012-2017
<i>Financement État</i>	331,438	317,324	312,74	331,353	329,184	356,555	1 978,594
<i>Fonds européens</i>	3,889	5,902	7,624	6,228	11,707	13,455	48,805
<i>Financement collectivités locales</i>	11,736	17,987	14,588	9,915	4,837	6,145	65,208
<i>Financement autres États</i>	242,456	271,472	282,649	293	375,715	443,393	1 908,685
<i>Ressources propres</i>	29,62	31,353	33,712	33,633	31,951	31,734	192,075
<i>Autres ressources</i>	5,908	0,076	0,09	2,026	6,676	0,149	14,925
TOTAL GENERAL	625,047	644,114	651,403	676,155	760,07	851,431	4 208,292

Source : réponses des opérateurs au questionnaire de la Cour, retraitées par la Cour des comptes. Financement État = crédits budgétaires et PIA.

Le volume de crédits sera successivement présenté par contributeur et par type de structure. Les fiches détaillées par TGIR figurent dans le cahier complémentaire.

A - Les ressources publiques françaises

Les ressources publiques françaises allouées aux TGIR sont essentiellement constituées des crédits budgétaires, auxquelles s'ajoutent les apports du PIA et les financements des collectivités territoriales.

Les crédits issus du budget général représentent 94,9 % des financements par l'État des TGIR en 2017 contre 90,1 % en 2012. Leur montant est de 338,637 M€ soit 39,7 % des ressources totales. Il est impossible de rapprocher les données établies par la présente enquête de celles présentées dans l'enquête sur les coûts complets de la DGRI qui fait apparaître, pour l'année 2016, un montant de 1,338 Md€ de dépenses mais sur un périmètre différent.

Ces crédits sont en augmentation de 13,3 % sur la période 2012-2017. Ce volume représente, en 2017, 1,2 % des crédits de la mission interministérielle *Recherche et enseignement supérieur* (MIREs) (1,97 % avec les OI), proportion assez stable sur la période sous revue.

Le tableau ci-après détaille les crédits apportés par l'État sur la période 2012-2017¹⁰⁵.

Tableau n° 7 : les crédits apportés par l'État sur la période 2012-2017

<i>en M€</i>	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Total 2012-2017
<i>Financement Budget général</i>	298,718	312,448	308,172	313,775	322,752	338,637	1894,502
<i>dont P 172</i>	235,251	247,293	243,626	292,456	298,728	313,774	1631,128
<i>dont P 187</i>	42,541	43,257	43,717	0	0	0	129,515
<i>dont P 150</i>	12,641	10,886	10,834	11,022	11,034	11,657	68,074
<i>dont P 214</i>	0,712	0,711	0,691	1,085	2,734	3,593	9,526
<i>dont P 231</i>	0	0	0	0,143	0	0	0,143
<i>dont P 190</i>	2,27	1,95	2,375	2,043	1,954	1,913	12,505
<i>dont P 212</i>	3,76	4,41	3,84	4,8	3,817	3,75	24,377
<i>dont P 129</i>	0,45	3,268	1,874	2,072	1,857	1,918	11,439
<i>dont CPER</i>	1,093	0,673	1,215	0,154	2,628	2,032	7,795

Source : réponses des opérateurs au questionnaire de la Cour, retraitées par la Cour des comptes

Le programme 172 – *Recherches scientifiques et technologiques pluridisciplinaires* de la MIREs est le principal programme du budget général à porter les crédits consacrés aux TGIR. Au sein de ce programme, l'action 13 « Grandes infrastructures de recherche », créée par la LFI 2008, est en théorie destinée à accueillir l'ensemble de ces dotations (cf. annexe n° 9). Or entre 2008 et 2017 le périmètre de l'action 13 a connu une double variation ; d'une part la sortie à partir de 2013 des crédits IR et projets qui jusqu'à cette date n'étaient pas différenciés dans la nomenclature de la feuille de route 2008, d'autre part l'intégration des crédits TGIR versés à l'Ifremer pour FOF et Euro-Argo inscrits jusqu'en 2014 sur l'action 7 du programme 187 – *Recherche dans le domaine de la gestion des milieux et ressources* de la MIREs (aujourd'hui supprimé).

En 2017, l'action 13 du programme 172 (313,7 M€), représente 92,6 % des financement des TGIR sur le budget général et 88 % des financement de l'État aux TGIR.

En augmentation de 12,95 % par rapport à 2012 à périmètre constant¹⁰⁶, elle progresse cependant moins vite que les ressources totales des TGIR. Les crédits qu'elle consacre aux TGIR représentent 5,08 % (8,40 % si on prend également en compte les OI) de ceux du programme 172, en légère augmentation depuis 2012.

¹⁰⁵ Les documents budgétaires nécessitent, en effet, un long travail de reconstruction compte tenu des données actuellement présentées de façon éclatée et disparate. Ces documents ne présentent d'ailleurs que les crédits issus du budget général de l'État hors crédits issus des programmes d'investissement d'avenir. Les méthodes de comptabilisation des données budgétaires sont également différentes selon les programmes.

¹⁰⁶ Pour faciliter les comparaisons, le programme 187 est agrégé au programme 172 pour les exercices 2012 à 2014 dans la mesure où les crédits imputés sur ce programme et versés à l'Ifremer pour les TGIR FOF et Euro-Argo ont été basculés au PLF 2015 sur le programme 172.

Circuit de versement des crédits

Les crédits afférents sont versés aux opérateurs nationaux porteurs de TGIR par le biais d'une subvention pour charge de service public (SCSP) en titre 3. Il est à noter que les dépenses supportées par les opérateurs au titre des TGIR peuvent être supérieures à la part de leur SCSP imputée sur l'action 13 du programme 172. Les opérateurs peuvent, en effet, y consacrer une part de leurs ressources propres (CEA). Dans d'autres cas (CNRS), des compléments peuvent être apportés par un institut sous sa propre enveloppe budgétaire pour contribuer, au-delà de l'action 13, au financement d'une TGIR jugée particulièrement stratégique. De surcroît, les données mentionnées dans les RAP concernant, s'agissant de l'action 13 du programme 172, les dépenses exécutées par les opérateurs qui peuvent ainsi être supérieures aux montants reçus ou intégrer les montants en provenance d'autres programmes de la MIRE (150 ou 190). À l'inverse, les montants effectivement versés peuvent être inférieurs à ceux prévus en PLF du fait de la non levée de la réserve de précaution.

D'après la présentation en RAP des crédits de l'action 13, la répartition par nature de dépense est la suivante¹⁰⁷.

Tableau n° 8 : répartition des crédits par nature de dépenses

<i>en %</i>	2017	2016	2015	2014	2013	2012
<i>Dépenses de personnel</i>	18,45 %	19,20 %	19,68 %	15,60 %	14,19 %	25,12 %
<i>Dépenses de fonctionnement</i>	64,62 %	61,99 %	61,47 %	64,36 %	54,66 %	48,80 %
<i>Dépenses d'investissement</i>	16,93 %	18,82 %	19,72 %	20,04 %	31,14 %	26,08 %

Source : Cour des comptes d'après les RAP

Le programme 150 est le second contributeur de la MIRE au financement des TGIR, avec plus de 10 M€ par an. Cette ressource correspond à l'effort des universités en direction des TGIR. Les crédits sont versés soit directement par le MESRI (70,11 % en 2017), soit par les établissements d'enseignement supérieur (29,89 % en 2017). Les montants versés par les universités sont stables depuis 2013 variant entre 3,27 M€ et 3,8 M€ par an.

Les autres programmes (214, 231 et 129) contribuent exclusivement à la TGIR RENATER. Il est à noter que le programme 190 supporte une infime partie des crédits versés par le CEA à la TGIR ILL. Il s'agit du financement des taxes additionnelles à la taxe sur les installations nucléaires de base de l'ILL. Il n'en est fait mention ni aux PAP ni aux RAP.

Des TGIR dites « internationales » (ESRF, ILL, ESS, CTA et IRAM), dont les enjeux financiers sont importants, ont été sorties depuis 2015 du périmètre de l'action 13 du programme 172 pour rejoindre les actions 17 et 18 du même programme. On peut s'interroger sur les raisons qui ont conduit à ne pas intégrer dans cette catégorie, notamment, E-XFEL, EGO Virgo, Concordia, FAIR.

Les deux tableaux suivants récapitulent les ressources des TGIRI et des TGIR nationales.

¹⁰⁷ Les données contenues dans le RAP correspondent aux remontées effectuées par les organismes à la DAF ministérielle. La consolidation de l'exécuté pour les TGIR n'est connue bien souvent qu'au moment des CA des organismes du mois de mai-juin.

Tableau n° 9 : les ressources des TGIRI

en M€	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Total 2012-2017
Financement État	67,051	63,374	62,158	72,93	80,903	94,67	441,086
dont P 172	31,867	31,541	32,811	39,033	45,654	61,297	242,203
dont P 190	2,27	1,95	2,375	2,043	1,954	1,913	12,505
dont CPER	0	0	0	0	1,54	1,118	2,658
dont PIA	6,5	1,684	0	1	0	0	9,184
Fonds européens	0,687	1,052	0,7			0,304	2,743
Financement collectivités locales	3,883	6,43	0,88		2,216	2,838	16,247
Financement autres États	137,903	135,98	139,91	151,238	150,534	156,867	872,432
Ressources propres	12,088	15,023	12,077	13,456	11,439	12,608	76,691
Autres ressources	5,405	0	0	0	0	0	5,405
TOTAL GENERAL	227,017	221,859	215,725	237,624	245,092	267,287	1 414,604

Source : réponses des opérateurs au questionnaire de la Cour, retraitées par la Cour des comptes

Les contributions de l'État continuent à être versées, sous forme de crédits fléchés, aux organismes de recherche (CNRS et CEA) porteurs des TGIR internationales par le biais d'une subvention en titre 6. Les appels à contributions ayant un caractère obligatoire, le ministère a estimé préférable que le montant des crédits disponibles couvre les contributions exigibles. Ainsi, a-t-il été décidé de sanctuariser les crédits dédiés aux TGIR internationales (titre 6) et de ne pas leur faire supporter de mise en réserve. Néanmoins une partie correspondant au coût d'accès des opérateurs à certains instruments des TGIR ESRF et ILL (*collaborating research groups*, CRG ILL et ESRF) a été maintenue sur l'action 13. Le ministère a indiqué à la Cour que la répartition sur plusieurs actions permet d'obtenir un meilleur pilotage des crédits puisque ce procédé permet notamment de distinguer les dépenses internationales (titre 6) de la SCSP des opérateurs (titre 3) et donc d'amortir les effets d'éventuelles régulations budgétaires.

Cet éclatement sur plusieurs actions pour certaines TGIR internationales pose un réel problème de lisibilité et de cohérence, d'autant qu'il est tout à fait possible de distinguer, dès lors que cela est prévu au PAP, au sein d'une même action les crédits versés en titre 3 (SCSP) de ceux versés en titre 6 (dépenses d'intervention) et d'appliquer des taux différents de mise en réserve. De surcroît, pour les TGIR internationales, comme pour les OI, les obligations juridiques de la France relèvent de l'application des conventions et accords constitutifs, complétés par les protocoles ou règlements financiers approuvés par les États parties prenantes.

Tableau n° 10 : les ressources des TGIR hors TGIRI

<i>en M€</i>	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Total 2012-2017
<i>Financement État</i>	264,387	253,95	250,582	258,423	248,281	261,885	1 537,508
<i>dont P 172</i>	203,384	215,752	210,815	253,423	253,074	252,477	1 388,925
<i>dont P 150</i>	12,641	10,886	10,834	11,022	11,034	11,657	68,074
<i>dont P 187</i>	42,541	43,257	43,717	0	0	0	129,515
<i>dont P 214</i>	0,712	0,711	0,691	1,085	2,734	3,593	9,526
<i>dont P 231</i>	0	0	0	0,143	0	0	0,143
<i>dont P 129</i>	0,45	3,268	1,874	2,072	1,857	1,918	11,439
<i>dont P 212</i>	3,76	4,41	3,84	4,8	3,817	3,75	24,377
<i>dont CPER</i>	1,093	0,673	1,215	0,154	1,088	0,914	5,137
<i>dont PIA</i>	1,62	3,193	4,522	16,476	5,932	17,818	49,561
<i>Fonds européens</i>	3,202	4,85	6,924	6,228	11,707	13,151	46,062
<i>Financement collectivités locales</i>	7,853	11,557	13,708	9,915	2,621	3,307	48,961
<i>Financement autres États</i>	104,553	135,492	142,739	141,762	225,181	286,526	1 036,253
<i>Ressources propres</i>	17,532	16,33	21,635	20,177	20,512	19,126	115,384
<i>Autres ressources</i>	0,503	0,076	0,09	2,026	6,676	0,149	9,520
TOTAL GENERAL	398,03	422,255	435,678	438,531	514,978	584,144	2 793,688

Source : réponses des opérateurs au questionnaire de la Cour, retraitées par la Cour des comptes

Les TGIR internationales, au sens de la nomenclature budgétaire, consomment 31,3 % des ressources en 2017, les TGIR nationales 68,7 %. Sur la période 2012-2017, la progression des ressources globales des TGIRI (+ 17,7 %) est nettement inférieure à celles des TGIR nationales (+ 46,76 %). Cette situation s'explique, selon le MESRI, par un double effet : l'entrée de la France dans de nouvelles TGIR internationales reste contenue durant les phases de construction, et les TGIR existantes voient leur budget augmenter. Les tableaux font également ressortir la forte dispersion des lignes de ressources et la grande difficulté de consolidation qui en résulte.

En ce qui concerne les organisations internationales la France est membre de neuf d'entre elles, seules sept relèvent du programme 172, et quatre seulement sont inscrites sur la feuille de route des infrastructures de recherche. L'Agence spatiale européenne (ESA) et l'Organisation européenne pour l'exploitation de satellites météorologiques (EUMETSAT) relèvent quant à elles du programme 193.

Les contributions de la France depuis 2012 aux OI inscrites sur la feuille de route de la DGRI sont retracées dans le tableau ci-après.

Tableau n° 11 : les contributions de la France aux OI de la feuille de route (P 172)

<i>En M€ AE = CP</i>	RAP 2017	PAP 2017	RAP 2016	PAP 2016	RAP 2015	PAP 2015	RAP 2014	PAP 2014	RAP 2013	PAP 2013	RAP 2012	PAP 2012
<i>CERN</i>	149,544	96,324	148,148	96,323	161,03	96,323	138,4	118,324	136,406	118,324	139,065	118,323
<i>EMBL</i>	16,379	15,738	17,561	15,738	16,965	15,738	16,566	15,738	15,727	15,738	15,326	15,738
<i>CEPMMT</i>	7,619	7,312	8,185	7,311	8,79	7,311	7,789	7,312	7,652	7,312	7,427	7,312
<i>ESO</i>	31,733	19,484	29,332	19,484	28,67	19,484	25,673	22,484	22,484	22,484	22,45	22,484
TOTAL	205,275	138,858	203,226	138,856	215,455	138,856	188,428	163,858	182,269	163,858	184,268	163,857

Source : Cour des comptes d'après les PAP et RAP

Le domaine de la physique nucléaire et des hautes énergies, avec le CERN, concentre plus des deux tiers des crédits versés au titre des contributions de la France au OI (74,84 % en 2013 et 72,85 % en 2017). Viennent ensuite le domaine de l'astronomie et de l'astrophysique avec ESO (15,46 % en 2017), celui de la biologie-santé avec EMBL (7,98 % en 2017) et celui du système Terre et de l'environnement avec CEPMMT (3,71 % en 2017). Sur la période 2013-2017, on constate une relative stabilité de la part du CERN, une augmentation des subventions versées à l'ESO et une baisse en proportion (mais une légère augmentation en volume) des crédits alloués à EMBL et à CEPMMT.

En droit budgétaire ces contributions s'analysent comme des dépenses inéluctables au sens de l'article 95 du décret sur la gestion budgétaire et comptable publique (GBCP). Elles ont été régulièrement sous-budgétées. Cette situation a conduit le contrôleur budgétaire et comptable ministériel (CBCM) à émettre un avis défavorable sur le document prévisionnel de gestion du programme 172 en 2017 et à refuser de viser, en 2015 et 2016, les arrêtés attributifs de subvention des OI. La Cour avait, en 2018, recommandé qu'il soit mis « fin aux impasses récurrentes constatées pour les dépenses de contributions aux organisations scientifiques internationales ». Les progrès enregistrés, initiés au PLF 2018 et confirmés au PLF 2019, ont permis de lever cette réserve puisque l'exécution 2018 s'est révélée inférieure à la budgétisation.

Il faut également noter que le suivi des flux de dotations entre actions budgétaires se heurte parfois à des difficultés de lecture.

Pour mémoire, si le périmètre des TGIR comprenait non seulement les OI mais également les projets majeurs exclus de la feuille de route (ITER, JRH, ASTRID), le montant des ressources budgétaires serait de plus de 1,5 Md€ par an.

Tableau n° 12 : les crédits budgétaires alloués aux OI, TGIR et assimilés

Programme Budgétaire	Type de structure	2016	2017
172	OI feuille de route	203,226	205,275
	TGIR feuille de route	298,728	313,774
	Autres OI (CIRC et HFSPO)	2,994	3,077
	ITER	89,870	105,120
	Total programme 172	594,818	627,246
190	TGIR feuille de route (ILL)	1,954	1,913
	Programme ASTRID	25,300	26,200
	RJH	93,200	67,600
	Total programme 190	120,454	95,713
193	OI (ESA, EUMETSAT)	817,280	912,110
Autres programmes MIRES (150, 214, 231)	TGIR feuille de route	13,768	15,250
Autres programmes du budget général (129, 212)	TGIR feuille de route	5,674	5,668
TOTAL GENERAL		1 551,994	1 655,987

Source: RAP et réponses des opérateurs au questionnaire de la Cour, retraitées par la Cour des comptes

Lors de la contradiction, le CEA a contesté les chiffres, issus des RAP, pour le RJH et le programme Astrid.

Pour le programme ASTRID, le CEA a expliqué que les données présentées correspondent au segment relatif à la « 4^{ème} Génération »¹⁰⁸, soit 25,3 M€ et 26,2 M€ pour 2016 et 2017 et que les données d'exécution budgétaire du programme 190 sont présentées en coûts complets dans le RAP, et incluent donc des coûts de support financés *via* la subvention du P190¹⁰⁹. Le CEA retient les chiffres de 26,2 M€ pour 2016 et 25,8 M€ pour 2017, qui sont ceux régulièrement présentés au comité de suivi du programme.

Pour le RJH, le CEA précise que les données mentionnées dans les RAP correspondent au programme d'accompagnement au démarrage du RJH et non à la seule construction du réacteur, et qu'elles sont en coûts complets. Les données présentées régulièrement au comité de suivi du RJH, soit 40,0 M€ pour 2016 et 36,8 M€ pour 2017 sont celles retenues par le CEA pour le projet de construction du RJH

La Cour fait donc le constat d'une nécessaire fiabilisation des données contenues dans les documents budgétaires destinés à la représentation nationale.

Les crédits versés au titre du PIA¹¹⁰ représentent 5 % des ressources des TGIR en provenance de l'État. Sur la période 2012-2017, le pourcentage a varié, selon les années et les rythmes de décaissement, comme le montre le tableau ci-après.

¹⁰⁸ ASTRID est un programme de recherche transversal à plusieurs segments d'activité, qui inclut comme segment principal la « 4^{ème} Génération ».

¹⁰⁹ Ainsi, ces données ne sont pas comparables à celles du programme 172 qui ne sont pas présentées en coûts complets, ce dernier disposant d'une action spécifique à ce titre.

¹¹⁰ Ne sont pas pris en compte les crédits versés au titre du secteur biologie-santé qui ne concernent que des IR.

Tableau n° 13 : part du financement PIA dans le financement des TGIR

<i>Part du financement PIA dans le financement des TGIR</i>	2012	2013	2014	2015	2016	2017
	2,45 %	1,54 %	1,45 %	5,27 %	1,79 %	5 %

Source : Cour des comptes

En volume, les montants restent modestes, allant de 4,5 M€ seuil bas (2014) à 17,818 M€ seuil haut (2017). La Cour a pu établir que, entre 2011 et 2017, 7 TGIR ont été coordonnateurs ou partenaires de 18 projets PIA (15 Equipex et 3 Labex) dont le volume financier global était de 40,5 M€. Il est à noter que le financement d'autres projets par le PIA est avéré sans qu'il soit possible de tracer avec précision les flux financiers¹¹¹. D'autre part, des relations fructueuses entre TGIR et projets du PIA peuvent donner lieu à des échanges de service sans flux financier. Les flux financiers du PIA au profit des IR de la feuille de route sont beaucoup plus significatifs que ceux qui ont été consacrés aux TGIR (cf. annexe n° 10 et annexe sectorielle biologie santé).

Les collectivités territoriales représentaient 1,93 % du financement des TGIR en 2012. Cette source de financement a diminué en volume et en proportion sur la période 2012-2017, pour atteindre 0,73 % en 2017. Cette faible contribution est inégalement répartie et peut représenter un apport important pour certains projets. C'est le cas de SOLEIL, au début des années 2000, pour laquelle 11 régions ont manifesté leur intérêt pour l'accueillir¹¹² et ont contribué au financement de l'investissement initial à hauteur de 76 %. De même, l'apport au projet SPIRAL2 représente 35 % de son financement.

B - Les ressources publiques étrangères et européennes

1 - Les ressources en provenance des États

La part du financement des autres États dans les ressources globales des TGIR est particulièrement importante, en augmentation continue de 2012 (38,8 %) à 2017 (52%). En volume, cette contribution s'est accrue de 200 M€ soit plus 82,88 %. Elle explique la croissance des ressources globales perçues par les TGIR. Ce financement est quasi-exclusivement le fait d'États européens, membres partenaires des TGIR¹¹³.

¹¹¹ Le SGPI, le MESRI et l'ANR ont été interrogés pour connaître les montants reçus par les TGIR au titre des PIA 1 et 2. Il s'est révélé difficile d'identifier dans les systèmes d'information les sommes versées au titre des PIA, pour deux raisons principales : absence de personnalité morale propre de certaines TGIR et traçabilité des seuls conventionnements entre l'ANR et l'établissement coordinateur.

¹¹² L'Alsace, l'Aquitaine, la Basse-Normandie, la Champagne-Ardenne, le Centre, l'Île-de-France, le Limousin, la Lorraine, le Midi-Pyrénées, le Nord-Pas-de-Calais, et PACA.

¹¹³ Seules deux TGIR bénéficient de financement extra-européens : la TGIR CFHT bénéficie ainsi de financement d'États extra-européens (Canada, États-Unis), qui sont actionnaires de la société portant la TGIR et la TGIR E-XFEL bénéficie d'un financement de la Russie, actionnaire à 6 %.

L'augmentation constatée en 2016 et 2017 résulte de l'entrée de la TGIR E-XFEL (sciences de la matière) dans la feuille de route¹¹⁴. De ce fait, la part des sciences de la matière dans l'apport des États étrangers est passée de 54,19 % en 2012 à 64,09 % en 2017. La part du domaine astronomie et astrophysique est en très légère augmentation passant de 3,93 % en 2012 à 4,42 % en 2017. Les domaines de la physique nucléaire et du système Terre ont vu, dans le même temps, leur part diminuer (passant de 2,4 % en 2012 à 1,03 % pour le premier et de 39,48 % en 2012 à 30,46 % pour le second).

Le tableau ci-après détaille par domaine et TGIR les apports des États étrangers sur la période 2012-2017.

Tableau n° 14 : les apports des autres États

<i>en M€</i>	TGIR bénéficiant d'apports d'États étrangers							
Domaine	TGIR	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Total 2012-2017
<i>Sciences de la matière</i>	ESRF	67,418	67,616	70,097	75,71	74,439	79,046	434,326
	ILL	63,971	61	58,876	59,312	60,687	61,605	365,451
	E-XFEL	0	0	0	0	82,837	143,498	226,335
<i>Astronomie et astrophysique</i>	IRAM	6,514	7,364	11,137	16,216	15,408	16,216	72,855
	CFHT	3,018	3,107	3,08	3,631	3,631	3,4	19,867
<i>Physique nucléaire</i>	EGO-VIRGO	5,3	4,6	4,765	4,57	4,57	4,57	28,375
	GANIL	0,525	0	0	0	0	0,015	0,540
<i>Système Terre</i>	IODP/ECOR D	95,71	127,785	134,894	133,561	134,143	135,043	761,136
Total		242,456	271,472	282,849	293,00	375,715	443,393	1 908,885

Source : réponses des opérateurs au questionnaire de la Cour, retraitées par la Cour des comptes

Remarque importante : Ce tableau ne prend pas en compte les contributions des différents États aux deux TGIR en construction (ESS et FAIR), et E-XFEL jusqu'en 2015¹¹⁵.

2 - Les ressources sur financements européens

Les financements européens représentent une part infime des ressources des TGIR, passant de 0,62 % en 2012 à 1,58 % en 2017. Au sein de ceux-ci des mouvements inverses se sont produits : alors qu'en 2012 les contrats sur appel à projets représentaient 93,7 % des financements européens, ils ne représentent plus en 2017 que 46,05 %. À l'inverse, le FEDER, qui en début de période ne finançait pas les TGIR en représente 37,51 % en 2017. La part du PCRD est aujourd'hui de 9,02 %. Elle a connu en 2014 et 2015 un pic (respectivement 21,85 % et 31,09 %) corrélé avec la diminution de la part financée par les contrats européens (71,5 % et 51,64 %). Comme énoncé au chapitre I, ce sont surtout les IR qui tirent bénéfice des fonds de l'UE.

¹¹⁴ Il convient de nuancer en soulignant que l'augmentation liée à la fin de la construction d'E-XFEL et à sa mise en exploitation conduit à un changement dans la présentation budgétaire. Pendant la phase de construction, chaque État apporte des contributions en nature qui ne sont pas comptabilisées dans les budgets de la TGIR. Les dépenses correspondantes sont réalisées par les organismes partenaires et enregistrées dans leur propre comptabilité.

¹¹⁵ Dans la mesure où ces contributions (apports en nature ou en numéraire de manière ponctuelle) ne sont pas identifiables dans le budget des infrastructures (ils ne transitent pas pour la plupart dans leurs comptes). Les chiffres fournis tant par le ministère que par les opérateurs indiquent un montant de 1 599,19 M€ de contribution des États membres pour ESS et 1 323,2 M€ pour FAIR. Il ne tient pas compte non plus des contributions des autres États au LHC.

C - Les ressources propres

Les ressources propres passent de 4,74 % en 2012 à 3,73 % des ressources totales en 2017 après un pic à 5,18 % en 2014. Elles ont cependant augmenté de 8,75 % en volume, passant de 29,62 M€ à 31,73 M€.

Ces ressources propres recouvrent des réalités différentes : facturation de services, ressources tirées de la valorisation, produits financiers, contrats de partenariat, etc. La facturation a augmenté tant en volume (passant de 12,977 M€ en 2012 à 20,709 M€ en 2017) qu'en proportion (43,81 % en 2012 et 65,26 % en 2017)¹¹⁶. Dans la même période les produits financiers ont diminué passant de 3,64 % des ressources propres en 2012 à 1,20 % en 2017. Les ressources tirées de la valorisation sont quasi insignifiantes.

II - L'évaluation des coûts complets : une initiative intéressante à consolider

Le Conseil supérieur de la recherche et de la technologie (CSRT) soulignait, dès 2011, la nécessité d'une évaluation des coûts de revient¹¹⁷. Il précisait que l'évaluation des coûts d'usage des TGIR à partir des coûts complets est le point de départ de toute tentative de tarification.

En 2016¹¹⁸, la DGRI constatait que les opérateurs des infrastructures de recherche connaissaient mal leurs coûts ou « hésitaient à les communiquer ». L'accès à l'information était mal assuré pour les tutelles. Le coût total de ces infrastructures était estimé par la DGRI entre 500 M€ et 1 500 M€¹¹⁹. Le CD-TGIR a décidé, en 2016, d'entamer un travail sur les coûts complets en vue de l'actualisation de la feuille de route 2018¹²⁰. La DGRI a suivi cette décision, sans distinguer toutefois TGIR et IR.

¹¹⁶ La question de la tarification est présentée de manière détaillée dans l'annexe n° 13.

¹¹⁷ Recommandation sur les très grandes infrastructures de recherche adoptée à l'unanimité lors de sa séance plénière du 12 septembre 2011 : « l'évaluation des coûts de revient d'une TGIR doit être faite en coûts complets pour la phase préparatoire, la construction, l'exploitation pour la durée de vie de l'instrument, la déconstruction ou la réorientation de son usage. La pratique des comptes d'exploitation doit se généraliser. La valorisation de la main d'œuvre doit être faite par des méthodes comparables d'un organisme à l'autre. La valorisation des composantes existantes (apport en nature) doit se faire par une méthodologie nationale ».

¹¹⁸ En 2012 sont présentés les résultats d'une étude initiée par la DGME (prédécesseur administratif du SGMAP) en lien avec la DGRI et réalisée par un cabinet privé (MAZARD), qui étudie quatre IR (ESRF, Celphedia, Euro Argo, Flotte océanographique française) pour identifier les points de rationalisation de gestion nécessaires et mettre en place un modèle de gouvernance financière. Sont notamment identifiés alors la nécessité de comptabilité analytique et le besoin de détermination de coût global (ou complet) pour chaque infrastructure.

¹¹⁹ Données DGRI.

¹²⁰ Extrait des décisions du CD-TGIR du 14 juin 2016 « Le CD-TGIR approuve que, dans le cadre de la mise à jour de la feuille de route nationale 2018, un calcul des coûts complets des infrastructures de recherche soit exigé et soit élaboré selon une méthode commune proposée par le MENESR et concertée avec les directions financières des établissements partenaires des infrastructures ».

Extrait des décisions du CD-TGIR du 14 juin 2016

« Le CD-TGIR approuve que, dans le cadre de la mise à jour de la feuille de route nationale 2018, un calcul des coûts complets des infrastructures de recherche soit exigé et soit élaboré selon une méthode commune proposée par le MENESR et concertée avec les directions financières des établissements partenaires des infrastructures ».

A - Un calcul des coûts complets aux objectifs multiples

L'objectif de cette enquête, qui concernait l'ensemble des infrastructures inscrites sur la feuille de route, était double : d'une part tenter de valoriser les coûts non visibles (coûts du passé¹²¹, coûts du futur¹²², contributions en nature), d'autre part identifier la nature des coûts (dépenses de fonctionnement, frais de personnel, part des investissements) permettant de comparer les infrastructures les unes par rapport aux autres sur la base de cette structure de coûts.

Il s'agissait de mieux connaître leur fonctionnement et d'être en capacité, à terme, de bâtir une politique tarifaire homogène sur des données objectives et une méthodologie validée par les tutelles des grands établissements de recherche ; de consolider leur modèle économique, gage de crédibilité au plan international et, *a minima*, d'informer les chercheurs utilisateurs du coût réel de leurs travaux.

Pour le ministère et les opérateurs, il importait au premier chef de permettre un pilotage plus efficace par une meilleure connaissance des coûts des infrastructures, mais également de la part relative et absolue des financements publics dans les budgets des infrastructures et leur évolution. À terme, le ministère souhaite en faire un outil de parangonnage au niveau européen pour mesurer l'effort consacré aux infrastructures de recherche et vérifier ou infirmer une éventuelle tendance au décrochage par rapport aux pays d'Europe du Nord. La méthodologie de l'enquête est présentée en annexe n° 11.

B - Un premier exercice prometteur, des faiblesses méthodologiques

Un premier exercice a été mené sur l'exercice 2016, avec un taux de retour de 100 % sur les 95 infrastructures du périmètre DGRI interrogées. Le ministère l'a considéré comme une réussite tout en reconnaissant les biais de l'enquête¹²³.

La DGRI estime que la marge d'erreur du coût complet calculé pour 2016 est de l'ordre de 10 %, le coût réel se situant plutôt au-dessus du montant global.

¹²¹ Investissements initiaux ou de jeunesse, acquisition de gros équipements qui ne sont pas visibles dans le budget ou la comptabilité de l'infrastructure.

¹²² Les opérations de fin de vie comme le démantèlement n'apparaissent pas dans le budget ou la comptabilité de l'infrastructure.

¹²³ Le rapport de l'OCDE de décembre 2017 *Strengthening the effectiveness and sustainability of international research infrastructures* donne l'enquête DGRI en exemple (« *Full cost assessment: the French example* »).

Un certain nombre de fragilités peuvent être relevées à l'issue de ce premier exercice dont la mise en œuvre par un très grand nombre d'acteurs explique, en partie, les difficultés :

- la validation des remontées par les organismes et les nombreuses itérations entre la DGRI, les directions financières des opérateurs et les structures n'ont eu qu'un effet limité, du fait notamment de la stabilisation tardive (mai 2017) de la méthodologie, qui n'a pu gommer toutes les incohérences internes¹²⁴, ni lever les points d'incertitude concernant essentiellement des postes de dépenses non identifiés ou insuffisamment pris en compte, comme par exemple les coûts de construction ou les dépenses de démantèlement ;
- le périmètre exclut le spatial (1 Md€)¹²⁵ et ITER (100 M€) ce qui limite certaines analyses : la Cour prend note du souhait du ministère d'engager un travail similaire sur le domaine spatial ;
- le total des ressources tracées est de 919 M€ (hors OI). Le total des coûts tracés est de 1071 M€ (1 365 M€ avec les OI). L'écart de 152 M€ (hors OI) entre le total des coûts et le total des ressources atteste que le renseignement des données est imparfait¹²⁶ ;
- certains points de la méthodologie font l'objet d'une appropriation encore insuffisante, en particulier la prise en compte des coûts et des contributions sur les bâtiments¹²⁷ et le caractère récurrents ou exceptionnels de certaines ressources, apprécié différemment entre les infrastructures, empêchant une comparaison optimale. La Cour relève la proposition de méthode générique simplifiée d'évaluation réaliste des coûts indirects présentée dans le document de synthèse de la DGRI qui requerra néanmoins un travail spécifique avec l'ensemble des opérateurs pour qu'elle soit appropriée et validée¹²⁸. Elle conteste néanmoins l'analyse du ministère selon laquelle l'appréciation par les infrastructures de la distinction entre ressources récurrentes et ressources exceptionnelles ne souffre d'aucune ambiguïté ;

¹²⁴ Certaines infrastructures ont pensé qu'il était attendu que le total des coûts complets soit égal à celui des ressources. Or ces deux notions sont largement décorréliées puisque, dans la méthodologie retenue, les ressources n'ont pas vocation à être égales au coût complet calculé qui intègre également des investissements passés et des dépenses futures.

¹²⁵ Dans son étude de restitution, la DGRI propose d'ailleurs d'intégrer le spatial pour l'avenir.

¹²⁶ Au-delà de la difficulté de compréhension de la méthode, les échanges postérieurs à la remontée des livrables ont permis d'établir que certaines infrastructures ou organismes, par crainte d'afficher des ressources trop différentes de leur coût complet, ont introduit des correctifs pour éviter un affichage dont ils ont pensé, sans fondement, qu'il pourrait leur être défavorable.

¹²⁷ L'analyse des livrables fournis suggère également que la valorisation des locaux mis à disposition des infrastructures a été minorée ou n'a tout simplement pas été prise en compte dans certains cas. Ainsi, les infrastructures qui ont retenu le forfait de 25% pour le calcul de leurs coûts indirects n'ont pas toujours compris qu'il était néanmoins attendu d'essayer de faire apparaître les ressources liées aux locaux. La contribution des hébergeurs a donc été sous-estimée, pour certaines IR au moins. Beaucoup d'IR étaient totalement ou partiellement hébergées par des universités, cela permet d'estimer que le poids de ces dernières dans le soutien aux IR n'est pas encore évalué à sa juste hauteur.

Au-delà de cette situation particulière, on constate de manière générale que les universités ont été insuffisamment associées au projet : peu d'entre elles apparaissent sur les onglets de validation des livrables. Les infrastructures ont fait part de leur difficulté à identifier la personne qui pourrait valider leurs coûts dans certaines universités.

¹²⁸ L'enjeu principal de cette rubrique est de faire émerger des contributions des Universités, parfois ignorées d'elles-mêmes, aux infrastructures de recherche souvent considérées comme une affaire d'organismes de recherche.

- la méthodologie a tendance à surestimer ou sous-estimer certains postes de dépenses : le recours au forfait sur les coûts indirects par 59 % des IR a eu pour effet une surestimation du coût complet (le forfait s'avère souvent plus élevé que les coûts réels) ; le coût réel du démantèlement est mal connu et a tendance à être sous-estimé, voire ignoré (certaines IR le chiffrent encore à 0) ;
- enfin, la méthodologie définie par le ministère a mis en évidence des points délicats parmi lesquels :
 - la prise en compte, dans le calcul du coût complet de ces infrastructures, de l'amortissement économique d'équipements anciens ignoré des mécanismes budgétaires¹²⁹ ;
 - la constitution d'un quasi « compte de résultat » de chaque infrastructure avec la mise en regard de dépenses parfois forfaitisées et de recettes dont l'origine peut être conventionnelle.

Il convient donc d'être prudent dans l'interprétation des données restituées.

Aux faiblesses méthodologiques évoquées *supra* s'ajoute, pour fragiliser la fiabilité des résultats, la faible qualité des renseignements fournis. Ainsi, des écarts très substantiels ont été constatés entre les données issues des infrastructures et celles fournies par leurs opérateurs de rattachement (dans le cadre de la présente enquête ou même des données du Rapport Annuel de Performance). Il est également apparu difficile, voire impossible, pour plusieurs infrastructures de recherche à dimension internationale d'isoler la seule contribution française (en emplois et en crédits) dans les ressources ; les dépenses sont quant à elles présentées globalement limitant d'autant la portée de l'exercice. La détermination des coûts complets aurait dû faire l'objet d'un travail concerté entre les infrastructures, les directions financières des organismes et le département des grandes infrastructures de la DGRI. Plusieurs acteurs ont souligné que le pilotage s'était essentiellement fait au niveau du ministère ce qui a pu nuire au rôle de supervision des organismes.

Au total, en terme de bilan, l'approche des coûts complets a permis de disposer d'une première vision intégrée et d'une volumétrie globale des infrastructures de recherche. Ces travaux qui visent à disposer d'une cartographie financière et en ressources humaines aussi complète que possible et à nourrir la comptabilité analytique des opérateurs porteurs des TGIR permettent de mieux évaluer les besoins liés à la jouvence et au démantèlement. Ils illustrent également le fait que les organismes actuels de financement de la recherche, tels que l'ANR pour le PIA et la Commission européenne, ne permettent pas de garantir la pérennisation de toutes les infrastructures nationales, principalement dans le domaine biologie-santé (en particulier sur la base des facturations qui ne peuvent être alignées sur les coûts complets). D'un

¹²⁹ L'amortissement est la constatation comptable et annuelle de la perte de valeur des actifs du fait de l'usure, du temps ou de l'obsolescence. L'amortissement comptable permet d'étaler le coût d'une immobilisation sur sa durée d'utilisation. Les actifs d'une structure sont inscrits au bilan pour leur valeur nette comptable, soit leur valeur d'achat lors de leur entrée au bilan. Néanmoins, cette valeur ne correspond plus à la réalité les années suivantes, puisque les actifs perdent de leur valeur au fil du temps. L'amortissement permet ainsi de constater, tous les ans, dans la comptabilité, la perte de valeur de la valeur comptable. L'amortissement enregistré chaque année vient en déduction du bénéfice imposable. Cette technique permet de répartir le coût des immobilisations sur leur rythme d'utilisation. L'objectif consiste à assurer le renouvellement des immobilisations, c'est pourquoi il représente une charge.

point de vue plus pratique, si l'exercice a été relativement aisé pour les TGIR, il a été plus difficile pour les IR du fait des nombreux opérateurs qui ne disposent pas toujours des mêmes outils ou des mêmes conventions dans le traitement des données.

Le ministère a souscrit pour une bonne part à ce constat, mais a décidé de reconduire l'exercice sur les données de l'exercice 2017¹³⁰, en vue de corriger certaines imprécisions inhérentes au premier exercice et d'obtenir les coûts complets des nouvelles infrastructures inscrites sur la feuille de route 2018. Selon les alliances et les organismes, ce nouvel exercice pourrait venir trop tôt, les résultats de la première enquête n'étant pas pleinement analysés. Les résultats de l'enquête 2016 sont présentés à l'annexe n° 12.

III - Un soutien financier à moyen terme qui pose question

Si la feuille de route française des infrastructures de recherche ne comporte aucun caractère financier contraignant, le ministère admet que l'enveloppe budgétaire globale qui lui est consacrée ne peut pas évoluer au seul gré des besoins¹³¹.

Le financement annuel et pluriannuel des TGIR et OI sur le programme 172 ne peut se faire sans prendre en compte l'équilibre global du programme. Il doit notamment financer ITER¹³² (environ 140 à 150 M€ par an) avec un risque réel de dérapage, sur le calendrier¹³³ comme sur le coût de terminaison du projet¹³⁴, qui nécessiterait un ajustement de la contribution française, alors que la MIREs doit aussi financer des programmes (comme ASTRID¹³⁵), des infrastructures (comme le réacteur Jules Horowitz¹³⁶) et les contributions aux OI.

¹³⁰ Le MESRI a prévu d'adresser un message ciblé aux infrastructures pour lesquelles on peut penser qu'un coût de démantèlement aurait dû figurer dans les livrables 2016, afin que cela puisse être corrigé à l'occasion de l'exercice 2017.

¹³¹ À cet égard la feuille de route 2012 soulignait la nécessité de maîtriser les coûts liés aux nouveaux besoins d'infrastructures. Elle concluait que « 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 ».

¹³² ITER est depuis 2019 le premier poste budgétaire en termes d'infrastructures de recherche du programme 172 devant le CERN.

¹³³ La mise en service de la machine a été décalée de 2015 (planning 2001) à 2020 (planning 2010) puis à 2025 (Baseline 2015) avec une mise en service en deux phases (2025 premier plasma et 2035 plasma de puissance). Aujourd'hui le projet a atteint un taux de réalisation de 58 %.

¹³⁴ Le coût global d'ITER est passé de 3,5 Md€ en 2001 à 18 Md€ en 2016. Aujourd'hui le coût global d'ITER est estimé à 30 Md€. La France, pays hôte, s'est engagé à financer 20 % de la contribution européenne (18 Md€). Cette participation est en cours de négociation pour les répartitions post 2020. Au total sur la période 2007-2035, la contribution française sera de l'ordre de 3,47 Md€ en valeur courante. Selon le ministère, les retours financiers sont de l'ordre de 3,2 Md€ (fin 2017).

¹³⁵ Il vise à concevoir un démonstrateur de réacteur à neutrons rapides de 4^e génération. Les dépenses sur le programme ASTRID s'élèvent à 738,7 M€ à fin 2017. Elles ont été financées par le PIA à hauteur de 497,4 M€, par la subvention accordée au CEA à hauteur de 184,8 M€ et par des recettes externes à hauteur de 73,7 M€.

¹³⁶ Le coût initialement estimé de ce projet était de 500 M€ pour une réalisation en 2014 avec une participation française (via le CEA) de 50%. Le coût actualisé est aujourd'hui de 1,8 Md€. Les surcoûts de terminaison engendrent un besoin de financement de 480,2 M€ HT à partir de 2019. Compte tenu des décisions intervenues (financement dans le cadre du PIA 3 pour 288 M€) et des redéploiements de crédits, les besoins postérieurs à 2019 s'élèvent à 285 M€.

Depuis 2012, la DGRI a ainsi mis en place une procédure annuelle d'enquêtes pluriannuelles (à 10 ans) pour les TGIR, dont les réponses doivent être partagées entre les organismes¹³⁷ qui en exercent la tutelle, de manière à donner une visibilité à moyen terme des besoins et des évolutions de ces infrastructures (mises à niveau majeures, fermeture d'installations, surcoûts de construction, etc.).

À cet égard, pour les TGIR il semble difficile d'aller au-delà de dix ans, compte tenu des difficultés à prévoir les coûts de fonctionnement (notamment les coûts des fluides) ou les nouvelles technologies développées à cet horizon qui pourraient impacter les coûts d'investissement et de jouvence.

En ce qui concerne les OI, le ministère dispose d'une programmation sur trois ans indicative sans valeur contractuelle. Les instances dirigeantes votent des budgets annuels. Rien n'interdit en théorie que les appels à contribution subissent des variations à la hausse (voire à la baisse). Cependant, on constate généralement que les instances dirigeantes des organisations internationales soumettent des budgets en hausse de 1 à 2 %, ce qui correspond à un taux d'inflation constaté par l'organisme sur ses coûts. La meilleure estimation à moyen/long terme est donc d'actualiser de 1,5 à 2 % par an les contributions 2019. Le ministère a signé une convention avec l'Agence France-Trésor pour couvrir les risques de changes.

Or les données¹³⁸ tirées de cet exercice se révèlent décevantes dans la mesure où les infrastructures et les opérateurs qui en assurent le pilotage intériorisent la contrainte budgétaire en n'inscrivant que la reconduction ou une augmentation très modeste (de l'ordre de 1 %). De surcroît, les besoins liés aux jouvences, investissements de remplacement, démantèlement ne sont inscrits que lorsqu'ils sont arbitrés (coût et calendrier). De plus, la DGRI a reconnu ne faire, jusque-là, qu'un usage très modeste des éléments obtenus et ne pas les partager avec la DAF. Cet exercice sert principalement à construire le PLF de n+1.

Il ne permet donc ni vision prospective ni consécutivement d'arbitrages. De surcroît, en l'absence de consolidation des données le coût des nouveaux projets dans lesquels la France est susceptible de s'engager dans la durée n'est pas confronté à ces besoins posant la question du financement à moyen terme de ce dispositif. Les « risques financiers » qui sont autant d'« épées de Damoclès » peuvent concerner des TGIR existantes pour la plupart nationales (jouvences, investissements de remplacement), mais aussi des TGIR internationales (surcoûts de construction), et pour l'ensemble le démantèlement d'infrastructures, la fin de financements non pérennes (PIA) ou encore des engagements financiers potentiels.

A - Les besoins de financement pour les TGIR existantes ou en construction

Certaines installations très importantes, telles que les navires océanographiques ou des accélérateurs, ont une durée de vie longue mais limitée. Ces instruments doivent donc faire

¹³⁷ À noter que le CEA et le CNRS partagent avec le MESRI une programmation à moyen terme qui fournit des éléments plus fiables que ceux contenus dans les programmations remontées des TGIR

¹³⁸ L'exploitation des données montrent une relative stabilité des besoins entre 2018 et 2028 avec un léger pic en 2020. Il faut cependant insister sur le fait que les rubriques à renseigner (« contributions en nature », « contributions en cash » ne sont pas explicites et pas comprises de la même manière par les TGIR).

l'objet de jouvences ou d'investissements de remplacement afin de conserver leur rang dans la compétition internationale. En outre, certains projets peuvent faire l'objet de surcoûts.

1 - Les jouvences : l'exemple de la TGIR FOF

Dans le cas de FOF, un bateau a une « espérance de vie » de 30 à 40 ans à condition d'effectuer une opération de jouvence à mi-vie dite de grand carénage. Des travaux importants sont effectués sur le navire, coque, machines et équipements scientifiques. En 2015, 10 M€ ont été nécessaires pour le grand carénage du navire hauturier *Marion Dufresne II*, construit en 1995 (financés par emprunt des TAAF, propriétaire du navire, auprès de l'Agence française de développement). S'y ajoutent 13 M€ pour moderniser les appareils scientifiques embarqués (le PIA, Equipex CLIMCOR, a permis de financer le remplacement du sondeur multifaisceaux grand fond et des sondeurs de sédiments). Le coût total a été de 23 M€. En 2017 la même opération pour *La Thalassa*, construit en 1995, a mobilisé de nombreux financements (6,9 M€ de l'État, 0,4 M€ de l'Ifremer, 2,8 M€ de la région Bretagne, 6,7 M€ FEDER régional) pour un total de 16,8 M€. D'autres opérations de jouvence sont à programmer pour les navires de FOF. À savoir très rapidement pour la modernisation ou le gros entretien des navires côtiers Côtes de la Manche, construit en 1997, Théthys et Antéa qui coûteront 3 M€ d'ici 2022, pour le navire hauturier Pourquoi pas ? construit en 2005, que l'on peut estimer à 25 M€ autour de 2022 (dont 45 % seront pris en charge par la Marine Nationale) mais également pour les quatre navires de station Albert Lucas, Neries, Néomysis et Antedon vers 2030. À ce jour, aucun crédit sous plafond LPFP n'est dédié à des mesures de jouvence de la flotte. En 2018, des marges de manœuvre au programme permettront toutefois de financer sur titre 7 les demandes de jouvence. Les demandes formulées au cours du cycle de conférences budgétaires pour le PLF 2019 portent sur le carénage du Victor, la modernisation du Côtes de la Manche et le treuil du grand fond de l'Atalante. En 2019, elles s'élèvent à 2,2 M€ en AE et 1,7 M€ en CP et à 2,9 M€ en CP en 2020.

2 - Investissements de remplacement et remises à niveau majeures

D'autres remises à niveau affectent l'horizon budgétaire. Un *upgrade*¹³⁹ majeur de SOLEIL est programmé entre 2019-2030. L'impact de cette opération a été identifié lors de l'enquête transmise au ministère en mai 2018 et fera l'objet d'une contre-expertise du SGPI comme tout projet dont le coût dépasse 100 M€. Ainsi sur un coût total estimé à 177,2 M€ étalé sur 12 ans, le CNRS devrait contribuer à hauteur de 128 M€ (soit 72 %) et le CEA à hauteur de 49,2 M€ (soit 28 %). La planification actuelle prévoit un démarrage budgétaire en 2022 avec la réalisation d'un prototype dès 2019, dont le financement est prévu sous plafond.

De même, la programmation budgétaire à 10 ans de GANIL-SPIRAL2 ne tient pas compte de la phase 2 de SPIRAL2, suspendue par le Comité de direction de GANIL en 2013 en raison de la priorité donnée à la phase 1 du projet dont la mise en service n'a pas encore été réalisée à ce stade car nécessitant une autorisation de l'Autorité de Sûreté Nucléaire. Le coût du projet, initialement évalué à 81 M€, devra être réévalué compte tenu des normes de sécurité

¹³⁹ Terme conventionnellement utilisé au sein des communautés scientifiques

post-Fukushima. Par ailleurs le sujet est difficilement dissociable de celui de l'ouverture éventuelle de GANIL à d'autres États (cf. annexe n° 5). De nouvelles discussions sont en cours.

Enfin, la phase 2 de l'*upgrade* du LHC (HL-LHC) nécessite pour la France une part de 71,56 M€ répartie entre le CNRS (49,52 M€) et le CEA (22,04 M€) sur la période 2017-2026.

Les remplacements des navires de FOF

Au-delà de 2022 un besoin d'investissement de l'ordre de 200,5 M€ (sachant que les besoins en AE apparaissent 3 à 4 ans avant l'entrée en flotte du navire, car il faut intégrer le temps de lancement des appels d'offre, de construction du navire, de l'ordre de 24 mois pour un navire hauturier, et d'essais de mise en service) pour assurer le remplacement de différents navires et de leurs équipements, actuellement en cours d'instruction entre l'Ifremer et la DGRI, est avéré. Selon l'Ifremer, le besoin se décompose comme suit : 35 M€ en 2023 pour un navire côtier/régional (35/40 m) positionné dans le Pacifique, 7,5 M€ en 2024 pour l'acquisition d'un nouveau ROV (véhicule sous-marin téléguidé) profond (ROV+), 25 M€ en 2022 pour un navire côtier régional (35/40 m) positionné en métropole, 25 M€ en 2026 pour un nouveau navire côtier/régional (35/40 m) positionné en métropole, 100 M€ en 2030 pour un nouveau navire hauturier (+de 85 m) positionné en métropole, 9 M€ en 2032 pour un navire côtier (25 m) positionné en métropole et 9 M€ en 2034 pour un nouveau navire côtier (25 m) positionné en métropole.

Les remplacements du Marion Dufresne II, pour lequel les TAAF semblent envisager une fin de vie au plus tard en 2032, et du Thalassa à horizon 2032/2035 ne font l'objet, à ce stade, d'aucun chiffrage.

Le MESRI a ainsi demandé à Ifremer de présenter, d'ici la fin de l'année 2019, une programmation à moyen terme, révisable tous les deux ans, sur une durée de 5 ans en fonctionnement et de 10 ans en investissement. Elle devra inclure l'ensemble des moyens, navals et sous-marins, de la flotte et tiendra compte des possibilités de mutualisation ou d'échange avec d'autres opérateurs nationaux ou européens.

3 - Surcoûts des opérations dans lesquelles la France est partie prenante

La charge des remises à niveau n'est pas la seule source d'inquiétude. Les surcoûts affectent également le financement à moyen terme dans le cadrage budgétaire de la Mires. C'est le cas du projet ESS d'un coût de construction de 1,8 Md€ dont la phase opérationnelle initiale devait commencer en début 2019. L'installation connaît un retard de 4 ans environ alors que seuls 50 % de la construction sont réalisés et les surcoûts annoncés sont de l'ordre de 20 %¹⁴⁰. Les discussions sur la prise en charge des surcoûts sont très tendues entre les pays hôtes¹⁴¹ et les pays partenaires. Selon les résultats de la négociation, l'enjeu pour la France (engagée à 8 % pour cette phase) porte sur des montants allant de 7,4 M€ à plusieurs dizaines de millions d'euros. La DGRI a pris le parti risqué d'une programmation pluriannuelle sur l'hypothèse la plus favorable (conforme à la position juridique qu'elle soutient).

¹⁴⁰ Alors même que 10 % de « contingencies » avaient pourtant été pris en compte dans le coût initial.

¹⁴¹ Suède et Danemark.

À l'identique, le projet FAIR présente des retards de plusieurs années. La direction de la structure a annoncé un surcoût de construction, en cours d'analyse et d'évaluation. Il n'a pas été inclus, à ce stade, dans la programmation pluriannuelle. Sa prise en charge, 500 M€ selon l'estimation la plus pessimiste, sera inévitablement supportée en partie par les États membres non hôtes et fera l'objet de négociations. L'impact pour la France serait de 13 M€ (soit 2,2 M€ par an) d'ici 2025¹⁴².

4 - Les financements du PIA 3 suffiront-ils ?

Le PIA 3 dispose d'une action « Équipements structurants pour la recherche » dotée de 350 M€ (200 M€ de subventions, 150 M€ de dotations décennales) dont la vocation principale est la contribution au financement d'infrastructures de recherche à travers un soutien sous forme de dotations consommables. Il doit permettre d'identifier et de soutenir des équipements d'envergure nationale les plus nécessaires et les plus structurants pour les communautés scientifiques, et qui contribuent à un leadership français dans le domaine de la recherche en prenant mieux en compte la question de leur amortissement et, par conséquent, de leur jouvence. Plus précisément, le PIA 3 soutiendra prioritairement des équipements en lien direct avec le numérique *lato sensu* et ses applications

En janvier 2017, la DGRI a saisi les présidents des organismes de recherche et les présidents d'université afin de recueillir, pour le 1^{er} mars 2017, l'expression des besoins de nouveaux investissements d'infrastructures de recherche¹⁴³ en ciblant en priorité ceux des infrastructures de recherche inscrits sur la feuille de route nationale. Les besoins exprimés dans ce cadre s'élevaient à 2,052 Md€ (dont 0,681 M€ pour les TGIR) avec une demande de financement de 1,288 Md€ (dont 0,447 M€ pour les TGIR).

La DGRI, après avis du HC-TGIR et du CD-TGIR, a présenté une liste de projets pour 1,274 Md€ (dont 0,447 M€ pour les TGIR) dont une liste de priorités pour 0,843 Md€ (dont 0,195 M€ au titre des TGIR). L'essentiel de la demande porte donc sur les IR. Les appels à manifestation d'intérêts (AMI) devaient se dérouler dans le courant de l'année 2018 mais ont été reportés au premier semestre 2019. Au moment de l'enquête, des discussions étaient en cours entre le MESRI et le SGI.

B - La fin de vie des TGIR : la question du démantèlement

Le démantèlement, qui apparaît techniquement comme le symétrique de la construction, à savoir une période particulière de la vie d'une installation au cours de laquelle elle génère des coûts sans prestations pour les communautés scientifiques, est un sujet bien identifié pour certaines infrastructures, qui le provisionnent dans leur bilan, avec ou sans constitution d'un actif financier. La question des conditions d'arrêt et des coûts associés doit être posée de manière systématique.

¹⁴² Date prévue par FAIR pour la mise en service de l'infrastructure.

¹⁴³ Même en imaginant que l'intégralité de cet appel à projet bénéficie aux IR, le montant global de cette action, versé sur plusieurs années (entre 5 et 10 ans), ne représenterait qu'un apport complémentaire de l'ordre de quelques pourcents rapportés aux ressources actuellement identifiées des IR de la feuille de route. Cet effort en matière d'investissement bénéficiera à quelques infrastructures priorisées mais ne concerne pas le sujet de la pérennisation des infrastructures principalement financées sur projet jusqu'à aujourd'hui.

L'arrêt peut aussi se traduire par des coûts liés au reclassement ou à la rupture des contrats de travail des personnels. Compte tenu de l'importance des personnels mis à disposition des infrastructures par des établissements publics, une partie importante de cet ajustement devrait se faire par réintégration d'agents dans leur établissement d'origine et ne pas soulever de difficulté majeure, sous réserve d'une anticipation suffisante. Les infrastructures gérées par des sociétés de droit privé, en nombre très limité, pourraient en revanche faire l'objet de mesures de reclassement. Les coûts correspondants sont difficiles à évaluer dans la mesure où les règles comptables ne permettent pas de les provisionner. Ils ne peuvent donc pas être intégrés à cette analyse.

Globalement, il est possible de distinguer en la matière trois types de situation dans le paysage des TGIR nationales et internationales.

1 - TGIR pour lesquelles les coûts de démantèlement ont été évalués et sont documentés (montants de 2016)

SOLEIL et GANIL : le coût de démantèlement est évalué à 36,071 M€ pour SOLEIL et 34,8 M€ pour GANIL. Les deux TGIR constituent une provision pour coûts de démantèlement actualisée chaque année. Le CNRS et le CEA apportent leur garantie au financement du coût de démantèlement (lettre de confort) à hauteur de leur taux de participation dans ces deux sociétés¹⁴⁴.

ORPHEE : le coût de démantèlement est évalué à 58,5 M€. Le financement du démantèlement est assuré par le CEA au travers des crédits inscrits sur l'action 15 du programme 190. Une provision a été constituée par le CEA et est enregistrée dans ses comptes.

ESRF : le coût de démantèlement est évalué à 18,3 M€. Les modalités de financement par les membres ne sont pas encore arrêtées et seront définies lorsqu'un démantèlement sera décidé.

ILL : le coût de démantèlement¹⁴⁵ est évalué à plus de 400 M€ à répartir entre les trois associés¹⁴⁶, ce qui pourrait représenter pour la France un montant de l'ordre de 145,7 M€. ILL constitue une provision pour coûts de démantèlement, laquelle est actualisée chaque année. L'accord intergouvernemental garantit que les trois États sont conjointement responsables du financement du démantèlement futur et du coût du traitement des déchets radioactifs incluant les éléments usés. Annuellement, chaque associé confirme le montant de sa quote-part dans la provision.

2 - TGIR pour lesquelles les coûts de démantèlement sont évalués sans qu'une étude détaillée n'ait été menée ou que l'évaluation, trop ancienne, ait été mise à jour

Les conventions d'établissement des sociétés *European XFEL* et FAIR stipulent que le pays hôte (Allemagne) prend en charge les coûts de démantèlement au-delà du double du budget d'exploitation annuel moyen des cinq dernières années. Il n'est pas précisé qui les prend en charge en deçà mais on peut supposer que ce sont les associés à hauteur de leur pourcentage de

¹⁴⁴ Déduction faite du montant d'une provision de 9 M€ initialement constituée par SOLEIL.

¹⁴⁵ Ce démantèlement pourrait intervenir à début des années 2030.

¹⁴⁶ Allemagne, France, Royaume-Uni.

contribution à ces mêmes frais d'exploitation. En ce qui concerne ces deux structures, il est actuellement difficile de chiffrer le coût que cela représente pour les associés ou membres en général et pour la France en particulier dans la mesure où aucune d'entre elles n'est entrée en phase d'exploitation sur les cinq dernières années.

Pour ESS, les statuts de la société stipulent que les coûts de démantèlement seront partagés entre les membres à hauteur maximum de trois années de budgets d'exploitation moyens annuels des cinq dernières années. Bien qu'ESS soit toujours en phase de construction une première estimation a été faite à 186 M€ (2016).

Dans le cas de CFHT, une évaluation a été menée en 2004 estimant les coûts de démantèlement à environ 6,8 M\$. La société considère que les coûts de démantèlement seront couverts par la cession de ses actifs appréciée à 7 M\$ au moins (siège et équipements). Une demande récurrente d'évaluation plus fine des coûts au travers d'une expertise est formulée par les membres français du comité d'audit au management.

Dans le cas de la station continentale antarctique Concordia, les coûts et la durée des travaux qui seraient nécessaires pour la démanteler ont été estimés à titre théorique. Pour aboutir à une évacuation totale de tous les matériaux qui constituent aujourd'hui la station, il faudrait environ 12 ans de travaux, soit la durée de la construction, et les coûts ont été évalués en 2013 à plus de 25 M€, soit près de 75 % du coût de la construction¹⁴⁷.

3 - TGIR pour lesquelles les coûts de démantèlement ne sont pas évalués ou pas évaluable

EGO-Virgo : aucune évaluation n'a été établie à ce jour. Les statuts du consortium EGO stipulent que les membres définiront les conditions et les coûts de démantèlement des installations lorsque celui-ci interviendra.

IRAM et CTA : les statuts de ces deux installations ne prévoient pas les modalités de financement des coûts de démantèlement et aucune estimation officielle n'a été effectuée à ce jour. Le CNRS a fait part à l'IRAM de la nécessité d'établir une estimation de son coût de démantèlement. CTA est en phase de pré-construction. Le sujet n'est donc pas à l'ordre du jour pour le moment en ce qui concerne cette infrastructure.

ICOS : aucune évaluation n'a été réalisée pour cette infrastructure mais les coûts de démantèlement ne semblent pas significatifs.

RENATER, IODP/ECORD, ProGeDo, Huma-Num : ces structures ne font pas l'objet d'un démantèlement. Il est à noter que l'évaluation des coûts de démantèlement d'une TGIR spécialisée en SHS requiert une méthodologie qui reste à élaborer. Si les coûts de l'infrastructure physique restent marginaux, la sauvegarde des données nécessite d'en assurer l'intelligibilité et l'accès au niveau international à l'aide de services spécifiques, ce qui pour l'instant n'a pas pu être chiffré pour le volume actuel d'environ 2 pétaoctets.

¹⁴⁷ Étude sur la « Nécessité de prendre en compte les coûts de démantèlement des stations dans les évaluations globales d'impacts de l'environnement (EGIE) relatives à leur construction » présentée en 2013 à Bruxelles lors de la réunion des parties consultatives au traité sur l'Antarctique.

C - Les engagements financiers potentiels

Des projets de grandes infrastructures de recherche en gestation sont susceptibles d'affecter fortement l'équilibre du programme 172. Cette sous-partie ne prend pas en compte les besoins identifiés pour la gestion et le stockage des données de la recherche¹⁴⁸ qui ne sont pas chiffrés¹⁴⁹ ou du souhait exprimé par la France de se positionner sur l'achat d'une machine exascale à horizon 2023 dont le coût global (sur 5 ans) est estimé à 500 M€ avec une prise en charge par la Commission européenne à hauteur de 50 %.

1 - Les nouveaux projets d'envergure auxquels la France est susceptible de participer

La feuille de route 2018 des infrastructures de recherche a inscrit deux projets internationaux, SKA et DUNE, pour lesquels l'engagement financier de la France n'a pas encore été décidé, en dépit des avantages qu'y trouvent les milieux scientifiques et industriels.

Le projet SKA¹⁵⁰ est un projet mondial de radioastronomie à basse fréquence inscrit sur la feuille de route ESFRI qui comprendra deux réseaux géants de télescopes localisés dans des zones désertiques d'Afrique australe et d'Australie occidentale. Le début de la construction est prévu en 2021. Si la France devenait membre à part entière de cette OI, sa quote-part pourrait représenter environ 54 M€ sur 7 ans, auxquels s'ajouteraient des coûts de structure et d'exploitation estimés à 1 M€ dès 2021 et qui se stabiliseraient à environ 3 M€ annuels dès 2025. Le HC-TGIR a recommandé dans son avis du 15 février 2018 que SKA soit inscrit sur la feuille de route comme TGIR en projet et que la France participe à l'organisation en charge de la préparation de cette infrastructure (SKAO créée en 2013). Il note en effet une forte mobilisation de la communauté scientifique et un intérêt démontré par de grands industriels français dans les domaines de l'énergie et du calcul à haute performance. Cette inscription permettrait aux équipes françaises de mieux faire valoir leurs solutions techniques et aux industriels de répondre aux appels d'offre émis par SKAO.

Dans la feuille de route 2018 SKA est bien inscrit en projet. SKAO a dix membres : Australie, Canada, Chine, Inde, Italie, Nouvelle Zélande, Afrique du Sud, Suède, Pays-Bas et Royaume-Uni. La France a un statut d'observateur, comme d'autres pays tels les États-Unis, le Japon ou l'Espagne. On peut noter que l'Allemagne (BMBF) s'est retirée du projet à ce stade, mais les Instituts Max Planck se préparent activement à y rentrer.

Le projet DUNE est un programme international d'étude des neutrinos et d'*upgrade* de la source de protons Fermilab. Ce projet est porté par les États-Unis. Le coût de la participation française est estimée par le CEA et le CNRS à 40 M€¹⁵¹ sur 3 à 4 ans à partir de 2021. Le CEA et le CNRS souhaitent que la France participe officiellement au projet DUNE dont l'intérêt scientifique est indéniable, ce qui lui a valu d'être inscrit sur la feuille de route 2018 des IR. Ces organismes suggèrent en effet une participation française à hauteur de 40 M€, ce qui donnera

¹⁴⁸ L'enquête réalisée à l'occasion de la mise à jour 2018 de la feuille de route des infrastructures de recherche a montré que la quantité de données produites à horizon de 5 ans sera globalement multipliée par 5.

¹⁴⁹ Le MESRI estime le montant nécessaire à 15 % de l'investissement.

¹⁵⁰ *Square Kilometre Array* – projet phare de l'astronomie mondiale à horizon des années 2030.

¹⁵¹ Il ne semble pas prévu de participation aux coûts d'opération.

lieu éventuellement à négociation avec le Département de l'Énergie des États-Unis. Le MESRI est, pour sa part, très sceptique sur la nécessité d'un tel apport financier pour que la participation française soit reconnue au bon niveau et demandera que soient examinés très précisément les échanges croisés notamment entre le CERN, qui participe déjà au projet DUNE, et les États-Unis qui représentent la première communauté scientifique utilisatrice du CERN.

ELI (*Extreme Light Infrastructure*) est un projet de lasers de très haute intensité constitués de trois piliers dans des pays d'Europe Centrale¹⁵², dont la construction a été financée à 85 % par les fonds structurels européens. Ce projet a été érigé en Landmark d'ESFRI en 2016 à la suite de son inscription sur la feuille de route européenne en 2006. Les trois pays hôtes, relayés par la Commission, engagent les grands pays scientifiques européens du domaine¹⁵³ à rejoindre ce projet. Le MESRI est à l'initiative d'un dialogue rapproché entre les pays non hôtes pour confronter les points de vue et asseoir une position commune solidement argumentée. La programmation pluriannuelle d'ELI n'est pas incluse à ce stade dans l'enquête budgétaire pluriannuelle de la DGRI qui estime cet engagement ni prioritaire ni pertinent. À ce stade, en effet, pour le MESRI la priorité est d'assurer la soutenabilité financière de l'installation nationale APOLLON avant d'envisager tout engagement dans ELI. Un engagement de manière formelle et définitive dans ELI¹⁵⁴ en tant que membre représenterait une contribution estimée à 5 à 12 M€ par an, avec dès 2021 un besoin de subvention TGIR supplémentaire pour le CEA et le CNRS.

Le projet SONATE est un projet français porté par le CEA qui vise à créer une source compacte de neutrons susceptible de répondre aux besoins nationaux à la suite de l'arrêt de la TGIR Orphée. Le coût est estimé par le MESRI entre 50 et 100 M€ intégralement financés par la France entre 2023 et 2025. La DGRI a accepté d'inclure cette option dans le cadre d'une réflexion française sur l'accès aux neutrons pour la communauté utilisatrice française dans le contexte européen des 15 prochaines années.

Dans le cas du CERN, la suite des projets LHC et HL-LHC fait d'ores et déjà l'objet d'études. Le projet le plus coûteux est le Futur Collisionneur Circulaire (FCC) du CERN : il s'agit d'une étude¹⁵⁵ de conception complète d'un projet¹⁵⁶ qui pourrait succéder au grand collisionneur de hadrons (étude post-LHC) et prévoit à l'horizon 2030-2035 un nouveau tunnel long de 80 à 100 kilomètres. Le FCC viendrait donc remplacer le LHC dont la durée de vie est estimée à une vingtaine d'années, correspondant aux délais de construction du futur équipement, dont le coût serait de l'ordre de 20 à 30 Md€. Le MESRI estime la participation française à 12-15 % de ce montant¹⁵⁷ et la considère comme non supportable. Le CERN dispose également d'un projet de LHC à haute énergie (HE-LHC), qui coûterait autour de 5 Md€, et d'un projet de collisionneur linéaire compact (CLIC), dont le coût serait proche de celui du FCC. Un autre projet est l'ILC (*International Linear Collider*) porté par le Japon est estimé

¹⁵² République tchèque, Roumanie, Hongrie.

¹⁵³ La France, l'Allemagne, le Royaume-Uni et l'Italie.

¹⁵⁴ Un ERIC est en cours de constitution.

¹⁵⁵ Cette étude est ouverte à tous les instituts scientifiques, quelle que soit leur taille ou leur pays d'origine. Actuellement, 70 instituts participent, qui représentent 22 pays.

¹⁵⁶ Projet post LHC de production de Bosons de Higgs et éventuellement de particules au-delà du modèle standard.

¹⁵⁷ Ce qui multiplierait la contribution française par 3 et même 5 pendant la phase de construction (2025-2035).

dans une fourchette allant de 5 à 7 Md€ avec une participation française attendue de l'ordre de 5 % de ce montant à partir de 2024¹⁵⁸.

2 - Le régime de retraite du CERN et de l'ESO

Les charges futures potentielles ne relèvent pas seulement des projets en cours. Il faut aussi tenir compte du régime de retraite du CERN et de l'ESO. Les ressources du Fonds de pension du CERN proviennent des cotisations du CERN et de l'ESO, des cotisations de ses membres, du produit du placement de ses actifs, ainsi que de dons et de legs. Si le contexte macroéconomique a été positif en 2017 (comme le souligne le CERN dans son rapport financier), le niveau de risque reste élevé et des tensions sur les marchés ne seraient pas sans conséquences sur la viabilité du modèle du Fonds. Une crise d'ampleur pourrait conduire au versement de cotisations spéciales par les États membres, en sus de mesures touchant aux taux de cotisations retenus.

D - Un horizon de prévisions financières à fiabiliser

Au total les besoins entre 2020 et 2035 pourraient se situer, selon les hypothèses retenues et les décisions prises, dans un intervalle compris entre plusieurs centaines de millions et plus du milliard d'euros, alors même que les économies résultant de la fermeture de TGIR comme Orphée et ILL ne couvriront pas ces besoins. Les éléments mentionnés ci-dessus font donc peser un risque majeur de capacité financière sur le programme 172.

La Cour a sollicité le ministère¹⁵⁹ afin d'obtenir des scénarii sur la période concernée. La DGRI a fourni une note accompagnée de tableau listant les besoins mais ne proposant pas de scénarii. La DAF, quant à elle, a fourni le tableau suivant pour les OI.

Tableau n° 15 : estimation des contributions françaises aux OI et à ITER

<i>en M€ 2019 AE=CP</i>	PLF 2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
<i>CERN</i>	139,607	139,607	139,607	139,607	139,607	139,607	139,607	139,607	139,607	139,607	139,607	139,607
<i>dont LHC (upgrade)</i>	8,94	10,131	9,116	9,035	9,035	9,035	9,035	9,035	9,035	9,035	9,035	9,035
<i>EMBL</i>	16,911	17,100	17,299	17,299	17,299	17,299	17,299	17,299	17,299	17,299	17,299	17,299
<i>CEPMMT</i>	7,437	8,191	8,202	8,202	8,202	8,202	8,202	8,202	8,202	8,202	8,202	8,202
<i>ESO</i>	33,193	33,193	33,193	33,193	33,193	33,193	33,193	33,193	33,193	33,193	33,193	33,193
<i>dont ESO- ALMA</i>	8 %	8 %	8 %	8 %	8 %	8 %	8 %	8 %	8 %	8 %	8 %	8 %
<i>ITER</i>	152,824	166,55	130,54	143,55	143,55	143,55	143,55	143,55	143,55	143,55	143,55	143,55

Source : DAF - MESRI

¹⁵⁸ Le rapport du Conseil de la Science Japonais rendu en décembre 2018 est très réservé ce qui pourrait conduire à l'abandon du projet par le gouvernement japonais.

¹⁵⁹ À noter que les opérateurs disposent des éléments prospectifs qui permettraient au ministère de faire un recensement exhaustif des besoins et proposer des scénarii.

Le ministère (DAF) a précisé que le montant des contributions n'est pas connu au-delà de 2019 puisqu'il ne dispose que d'une programmation indicative sur trois ans sans valeur contractuelle. Il considère que la meilleure estimation à moyen/long terme est une actualisation de 1,5 à 2 %¹⁶⁰ par an des contributions 2019. Ainsi, le tableau fourni ne prend pas en compte d'autres hypothèses (modification de la parité €/CHF retenue au PLF 2019, problème sur le régime de retraite du CERN, financement éventuel du futur collisionneur circulaire, etc.), ce qui altère sensiblement la portée de l'exercice.

Dans ces conditions, il est nécessaire que le ministère revoie assez profondément ses outils de pilotage et ses processus de décisions¹⁶¹ afin d'élaborer des choix et scénarios stratégiques partagés avec l'ensemble des acteurs et garantissant un financement durable¹⁶².

À cet égard, le ministère doit se doter dans les délais les plus rapprochés d'une programmation physico-financière pluriannuelle¹⁶³ (distinguant notamment les besoins récurrents et les besoins exceptionnels) qui intègre l'ensemble des déterminants de la dépense potentielle et proposer des choix stratégiques en adéquation avec les moyens disponibles.

Un exercice de choix déjà connu du MESRI

Le MESRI avait été conduit à réaliser un tel type d'exercice en 2014 dans le cadre de la préparation du triennal 2015-2017 en construisant 4 scénarii :

- un « tendanciel avec évolutions nécessaires » qui faisait apparaître un besoin de + 126 M€ : expression des besoins pour le strict périmètre des TGIR augmenté des mesures nouvelles nécessaires pour éviter un démantèlement des atouts français en matière de TGIR ;
- un « tendanciel à périmètre constant » qui faisait apparaître un besoin de + 44,5 M€ : expression des besoins dans le périmètre strict des TGIR sans aucune mesure nouvelle ;
- un « tendanciel dégradé » avec périmètre et budget constants : arbitrage au sein du périmètre strict des TGIR avec un objectif plat au niveau de 2014 ;
- un « tendanciel très dégradé » avec un périmètre constant et un budget en diminution de 20 M€ : arbitrage dans le périmètre strict des TGIR avec un objectif de baisse de la subvention totale conduisant à des arbitrages durs.

¹⁶⁰ On constate en effet généralement que les instances dirigeantes des organisations internationales soumettent des budgets en hausse de 1 à 2 %. Ce taux correspond à un taux d'inflation constaté par l'organisme sur ses coûts.

¹⁶¹ À cet égard, le Conseil Supérieur de la Recherche et de la Technologie, recommandait, dans son avis du 12 octobre 2011 sur les très grandes infrastructures de recherche, que « la feuille de route doit faire apparaître les engagements financiers sur les TGIR existantes et ceux qui ont été décidés par l'État (engagements nationaux et internationaux) de manière pluriannuelle ».

¹⁶² La fiche MESRI du plan de transformation Action publique 2022 mentionne comme action : « clarifier la gestion des TGIR ».

¹⁶³ La DGRI et les deux principaux opérateurs (CEA, CNRS) ont indiqué vouloir faire évoluer cet exercice en instaurant un dialogue de gestion en 2019 sur la base de l'enquête budgétaire. À noter que tant le CEA que le CNRS disposent d'une programmation à moyen terme qui donne une assez bonne vision des besoins à 10-15 ans.

Cette prévision pluriannuelle devrait en particulier permettre d'apprécier les dérapages de coûts d'ores et déjà anticipés, mais aussi les scénarios financiers associés aux différentes options de jouvence, de mise en extinction des infrastructures, ainsi qu'aux nouveaux projets envisagés. Celle-ci contribuerait ainsi à éclairer utilement la prise de décision interministérielle.

Au plan comptable, le ministère est, en outre, invité à réfléchir à l'inscription, selon les normes en vigueur, en engagement hors bilan des montants nécessaires à la pérennisation des TGIR existantes (jouvences, investissements de remplacement, démantèlements).

Le processus de décision conduisant à l'inscription d'un projet de TGIR sur la feuille de route devrait être revu. À l'instar de ce qui est pratiqué au ministère de la défense pour les équipements militaires, chaque dossier pourrait faire l'objet, lors de l'inscription sur la feuille de route puis lors des révisions de celle-ci, d'une évaluation du « coût global »¹⁶⁴ du projet sur la durée de son « cycle de vie » (démantèlement inclus) depuis la phase précédant la décision et lors des phases ultérieures au travers des mises à jour successives. Cela permettrait de fournir au Parlement, au Gouvernement et aux administrations (DGRI et opérateurs) une appréciation de l'engagement financier global et le cas échéant de comparer plusieurs possibilités de réponses au besoin exprimé par une communauté scientifique. Cet exercice pourrait utilement s'inscrire dans le cadre de la future loi de programmation pour la recherche qui constituerait le cadre général dans lequel doivent s'inscrire les projets.

Enfin au-delà de l'amélioration des outils et des processus de décision, et compte tenu du désajustement prévisible entre les besoins de financement et les ressources budgétaires mobilisables pour les couvrir, la Cour constate que le besoin de financements complémentaires extra budgétaires est devenu indispensable. Elle invite les principaux acteurs concernés (MESRI, opérateurs, TGIR) à développer d'une part les ressources propres des TGIR (aboutissement du chantier sur la tarification, cf. annexe n° 13) ; intensification des partenariats industriels, ouverture de certaines TGIR comme FOF à une clientèle, etc.), d'autre part à augmenter significativement la recherche de financements européens (par le biais d'une plus grande participation aux appels à projets européens et *via* le FEDER).

Enfin l'étude de la mise en œuvre de financements innovants (comme la prise de participation d'industriels ou de l'Union Européenne, ou encore le recours aux ressources prévue pour le fonds pour l'innovation de rupture) doit être poursuivie.

¹⁶⁴ Un coût est une dépense ou une consommation de ressources qui est traduite comptablement par une charge ou une immobilisation.

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

La forte progression des ressources globales des TGIR, entre 2012 et 2017, malgré une hausse limitée du programme 172 et avec l'intégration de deux TGIR supplémentaires (ESS et CTA), n'a été possible que grâce au financement extrabudgétaire du PIA, aux fonds européens croissants à compter de 2016 et, surtout, à l'augmentation des contributions financières des autres États membres des TGIR. Cet engagement des partenaires étatiques souligne l'importance des TGIR dans leur politique de recherche et consacre la volonté de mutualiser ces infrastructures très onéreuses.

En dépit des efforts qu'il a engagés depuis 2012, notamment avec l'étude sur les coûts complets 2016 qui représente une réelle avancée, le ministère ne dispose toujours pas d'une carte financière précise permettant de déterminer finement le périmètre des TGIR. L'effort d'agrégation des données est rendu malaisé du fait de la diversité des sources de financement mais aussi par une dissémination des crédits de l'État sur plusieurs programmes budgétaires et de la difficulté à réconcilier les données financières issus des différents acteurs. L'absence d'un système d'information unifié entre opérateurs permettant une remontée d'informations fiables au ministère constitue une limite importante à l'effort d'agrégation des données et nuit à l'efficacité du pilotage et du suivi tant du ministère que des deux principaux opérateurs (CEA et CNRS).

La programmation budgétaire pluriannuelle mise en place depuis 2012 est en grande partie inopérante dans la mesure où la plupart des besoins de financement n'y sont inclus que lorsqu'ils sont arbitrés dans leur budget et leur calendrier. Or sur la période 2020-2035, des besoins de financement sont d'ores et déjà identifiés qu'il s'agisse de jouvences, d'investissements de renouvellement, de surcoûts ou de démantèlement sur des TGIR existantes. S'ajoutent à ces besoins avérés les questions relatives à la poursuite d'infrastructures jusqu'à présent largement dépendantes des financements du PIA et au lancement de nouveaux projets.

C'est pourquoi compte tenu des enjeux financiers et de recherche la Cour recommande d'une part de clarifier l'architecture budgétaire en veillant à l'articuler avec les décisions prises en matière de définition et de pilotage des infrastructures de recherche, d'autre part de construire un véritable exercice de projection pluriannuelle dans un objectif de sincérité budgétaire et d'objectivation des choix stratégiques.

Elle estime en outre indispensable, dans un contexte budgétaire fortement contraint et eu égard à la disjonction entre les besoins de financement et les capacités budgétaires, d'explorer, sans délais, les voies et moyens nécessaires pour augmenter les ressources propres des TGIR et la participation française aux appels à projets européens. La Cour recommande également l'étude de nouveaux modèles économiques intégrant des partenariats ou participations extérieures (d'industriels ou de l'Union Européenne par exemple).

Enfin, l'information du Parlement doit être enrichie, sur le plan financier, mais aussi en matière d'évaluation. La Cour préconise de faire figurer dans le « jaune » budgétaire (« rapport sur les politiques nationales de recherche et de formations supérieures ») les principales données financières relatives aux TGIR et d'inclure dans ses critères de performance de la recherche une sous-catégorie relative aux infrastructures ; de transmettre aux commissions des finances et à l'office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques en particulier (OPECST) les avis du HC-TGIR et les contre-expertises du

SGPI relatives à des TGIR ; et de leur remettre lors du dépôt du PLF 2021 puis au moins tous les cinq ans, un rapport proposant des scénarios de politiques à long terme en matière d'infrastructures de recherche, financièrement chiffrés et prenant en compte les enjeux scientifiques, économiques et stratégiques.

En conséquence, la Cour formule les recommandations suivantes :

- 7. [MESRI] : établir dès à présent une programmation pluriannuelle qui intègre l'ensemble des déterminants de la dépense ;*
 - 8. [MESRI, CEA, CNRS] : accélérer et approfondir la réflexion sur de nouveaux modèles économiques intégrant des industriels en amont des projets en tenant compte des orientations européennes ;*
 - 9. [MESRI, MACP (DB)] : fiabiliser les données contenues dans les documents budgétaires, en veillant notamment, pour le RAP 2021, en lien avec les opérateurs, à communiquer des chiffres sincères et actualisés et à harmoniser la méthodologie de comptabilisation de la consommation des crédits au sein des programmes de la MIREs ;*
 - 10. [MESRI, MACP (DB)] : engager, au plus tard dans le PAP 2021, la rationalisation de la présentation budgétaire du programme 172 permettant de regrouper sur une seule action (action 13) les crédits consacrés aux grandes infrastructures de recherche en distinguant les dépenses du titre 3 de celles du titre 6 ;*
 - 11. [MESRI, MACP (DB)] : enrichir l'information du Parlement, en complétant le jaune budgétaire « Rapport sur les politiques nationales de recherche et de formations supérieures », en lui transmettant les avis du HC-TGIR et les contre-expertises du SGPI, et en lui remettant lors du dépôt du PLF 2021, puis au moins tous les cinq ans, un rapport proposant des scénarios chiffrés à long terme.*
-

Liste des abréviations

AIE	Aide exceptionnelle à l'investissement
AllEnvi	Alliance pour l'environnement
ALLISTENE	Alliance pour les sciences et technologies de l'information
ANCRE	Alliance Nationale de Coordination de la Recherche pour l'Énergie
ANR	Agence Nationale de la Recherche
ATHENA	Alliance nationale des Humanités, sciences humaines et sciences
AVIESAN	Alliance nationale pour les sciences de la vie et de la terre
BMBF	<i>Bundesministerium für Bildung und Forschung</i>
CD-TGIR	Comité Directeur des TGIR
CEA	Commissariat à l'Énergie Atomique et aux Énergies Alternatives
CEPMMT	Centre Européen pour les Prévisions Météorologiques à Moyen Terme
CERN	Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire
CFHT	Canada-France-Hawaii Telescope
CINES	Centre Informatique National de l'Enseignement Supérieur
CLORA	Club des Organismes de Recherche Associés
CNRS	Centre National de la Recherche Scientifique
CODORNUM	Comité d'orientation du numérique
CPER	Contrat de Plan État-Région
CPU	Conférence des Présidents d'Universités
CSRT	Conseil Supérieur de la Recherche et de la Technologie
CTA	<i>Cherenkov Telescope Array</i>
DAF	Direction des Affaires Financières
DARIAH	<i>Digital Research Infrastructure for the Arts and Humanities</i>
DFO	Direction de la Flotte Océanographique
DGE	Direction Générale des Entreprises
DGRI	Direction Générale de la Recherche et de l'Innovation
DUNE	<i>Deep Underground Neutrino Experiment</i>
ECORD/	
IODP	<i>European Consortium for Ocean Drilling Research/International Ocean Discovery Program</i>
EGO-	
VIRGO	<i>European Gravitational Observatory-VIRGO</i>
EARTO	<i>European Association of Research and Technology Organisations</i>
EDI	<i>European Data Infrastructure</i>
EGI	<i>European Grid Infrastructure</i>
EHESS	École des Hautes Études en Sciences Sociales
EIRO	<i>European Intergovernmental Research Organisation Forum</i>

ELI	<i>Extreme Light Infrastructure</i>
EMB	<i>European Marine Board</i>
EMBL.....	<i>European Molecular Biology Laboratory</i>
EOSC	<i>European Open Science Cloud</i>
EPI.....	<i>European Processor Initiative</i>
ERAC	<i>European Research Area Committee</i>
ERC.....	<i>European Research Council</i>
ERIC.....	<i>European Research Infrastructure Consortium</i>
ESA	<i>European Space Agency</i>
ESFRI.....	<i>European Strategy Forum on Research Infrastructures</i>
ESIF	<i>European Structural and Investment Funds</i>
ESO	<i>European Southern Observatory</i>
ESRF	<i>European Synchrotron Radiation Facility</i>
ESS.....	<i>European Spallation Source</i>
ESS.....	<i>European Social Survey</i>
ETP.....	Equivalent Temps Plein
E-XFEL	<i>European X-ray Free Electron laser</i>
FAIR.....	<i>Facility for Antiproton and Ion Research</i>
FEDER	Fonds européen de développement régional
FOF	Flotte Océanographique Française
GANIL	Grand Accélérateur National d'Ions Lourds
GENCI.....	Grand Équipement National de Calcul Intensif
GGP.....	<i>Generation and Gender Program</i>
GMbH	<i>Gesellschaft mit beschränkter Haftung</i>
GSO.....	<i>Group of Senior Officials for Global Research Infrastructure</i>
GTN	Groupes Thématiques Nationaux
HC-TGIR	Haut comité des TGIR
HESS	<i>High Energy Stereoscopic System</i>
HPC.....	<i>High Performance Computing</i>
Huma-Num....	Humanités Numériques
IA	<i>Innovation Action</i>
ICOS.....	<i>Integrated Carbon Observation System</i>
IDRIS	Institut du Développement et des Ressources en Informatique Scientifique
IFMIF	<i>International Fusion Materials Irradiation Facility</i>
Ifremer.....	Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la MER
ILC	<i>International Linear Collider</i>
ILL	Institut Max von Laue – Paul Langevin
ILO	<i>Industrial Liaison Officer</i>
INED	Institut National d'Études Démographiques
INSEE	Institut National de la Statistique et des Études Économiques
IPEV.....	Institut polaire français Paul-Émile Victor
IR.....	Infrastructure de recherche

IRAM	Institut de Radioastronomie Millimétrique
IRD	Institut de Recherche et de Développement
IST	Information Scientifique et Technique
ITER	<i>International Thermonuclear Experimental Reactor</i>
JRC	<i>Joint Research Center</i>
LCPC	Laboratoire Central des Ponts et Chaussées
LHC	<i>Large Hadron Collider</i>
LMJ	Laser Mégajoule
LOLF	Loi Organique Relative aux Lois de Finances
LRI	<i>Large Research Infrastructure</i>
MEAE	Ministère de l'Europe et des Affaires Étrangères
MERIL	<i>Mapping of the European Research Infrastructure Landscape</i>
MESRI	Ministère de l'Enseignement Supérieur, de la Recherche et de l'Innovation
MIRES	Mission Interministérielle Recherche et Enseignement Supérieur
MNHN	Muséum National d'Histoire Naturelle
MSH	Maisons des Sciences de l'Homme
NERC	<i>Natural Environment Research Council</i>
NSTC	<i>National Science and Technology Council</i>
OCDE	Organisation de Coopération et de Développement Économiques
OFEG	<i>Ocean Facilities Exchange Group</i>
OGP	<i>Open Government Partnership</i>
OI ou OSI	Organisation Internationale ou Organisation Scientifique Internationale
ONERA	Office national d'études et de recherches aérospatiales
OPESCT	Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques
PAP	Projet Annuel de Performance
PCN	Points de Contact Nationaux
PCRD	Programme Cadre de Recherche et Développement
PETAL	PETAwatt Aquitaine Laser
PIA	Programme d'Investissements d'Avenir
PIGES	Partenaires Industriels pour les Grands Équipements Scientifiques
PPP	Partenariat public-privé – <i>Public Private Partnership</i>
PRACE	<i>Partnership for Advanced Computing in Europe</i>
ProGeDo	Production et gestion de données
PUD	Plateforme Universitaire de Données
RAP	Rapport Annuel de Performance
RENATER	Réseau National de télécommunications pour la Technologie, l'Enseignement et la Recherche
RJH	Réacteur Jules Horowitz
SCSP	Subvention pour Charges de Service Public
SGAE	Secrétariat Général pour les Affaires Européennes
SGPI	Secrétariat Général Pour l'Investissement
SHARE	<i>Survey of Health, Aging and Retirement in Europe</i>
SHON	Service hydrographique et océanographique de la Marine

SHS	Sciences Humaines et Sociales
SILECS	<i>Infrastructure for Large-scale Experimental Computer Science</i>
SKA.....	<i>Square Kilometre Array</i> (radiotélescope géant)
SNIR.....	Stratégie nationale des infrastructures de recherche
SNR.....	Stratégie Nationale de Recherche
SPFCO	Service de la Performance, des Finances et de la Contractualisation avec les Organismes
SSRI	Service de la Stratégie, de la Recherche et de l'Innovation
TAAF	Terres Australes et Antarctiques Françaises
TGE.....	Très Grands Équipements
TGIR	Très grande infrastructure de recherche
TGIRI.....	Très grande infrastructure de recherche internationale
UE	Union Européenne
UMR.....	Unité Mixte de Recherche
USR.....	Unité de Service pour la Recherche

Annexes

Annexe n° 1 : échange de courriers entre le Premier président de la Cour des comptes et le président de la commission des finances du Sénat.....	104
Annexe n° 2 : personnes rencontrées dans le cadre de l’instruction	107
Annexe n° 3 : panorama des 22 TGIR et des 5 OI en 2018 (dont un instrument d’ESO).....	112
Annexe n° 4 : les infrastructures de recherche françaises à caractère européen	116
Annexe n° 5 : les efforts des États étrangers	118
Annexe n° 6 : la gouvernance des différentes TGIR et OI.....	122
Annexe n° 7 : indicateurs utilisables dans le cas des TGIR	126
Annexe n° 8 : l’évaluation socio-économique dans le cas des infrastructures de recherche.....	132
Annexe n° 9 : les difficultés méthodologiques pour consolider les données financières.....	135
Annexe n° 10 : quelques exemples de projets soutenus par le PIA.....	141
Annexe n° 11 : méthodologie et livrables de l’enquête sur les coûts complets.....	144
Annexe n° 12 : les résultats de l’enquête sur les coûts complets	146
Annexe n° 13 : la question de la tarification	159

Annexe n° 1 : échange de courriers entre le Premier président de la Cour des comptes et le président de la commission des finances du Sénat



Monsieur Didier MIGAUD
Premier président de la
Cour des comptes
13, rue Cambon
75100 PARIS CEDEX 01

Paris, le 1er juin 2018

Réf. : CF_2018_PDT_302

VINCENT ÉBLÉ

PRÉSIDENT
DE LA COMMISSION
DES FINANCES

Monsieur le Premier président,

J'ai l'honneur de vous demander, au nom de la commission des finances du Sénat, la réalisation par la Cour des comptes, en application de l'article 58-2 de la loi organique du 1^{er} août 2001 relative aux lois de finances, d'une enquête portant sur le financement et le pilotage des très grandes infrastructures de recherche.

Cette enquête pourrait être remise au premier semestre 2019.

Comme à l'accoutumée, le choix de ce sujet a fait l'objet d'échanges préalables entre le secrétariat de la commission des finances et le Rapporteur général de la Cour des comptes.

Je vous prie de croire, Monsieur le Premier président, à l'assurance de mes sentiments les meilleurs.

Vincent ÉBLÉ

Cour des comptes



1802272

Le 27 JUIN 2018

Le Premier président

Monsieur le Président,

Par lettre du 1^{er} juin 2018, vous me demandez la réalisation par la Cour des comptes, en application de l'article 58-2 de la loi organique du 1^{er} août 2001 relative aux lois de finances, d'une enquête portant sur le financement et le pilotage des très grandes infrastructures de recherche (TGIR), à remettre au premier semestre 2019.

Je vous informe que la Cour est en mesure de répondre positivement à votre demande.

Cette enquête sera menée par la troisième chambre de la Cour. L'instruction a été confiée à Mme Claude Revel, conseillère maître en service extraordinaire, MM. Philippe Ducluzeau et Clément Lapeyre, rapporteurs extérieurs et Mme Isabelle Cornu, vérificatrice. M. Michel Bouvard assurera la fonction de contre rapporteur.

Une réunion de cadrage a eu lieu le 22 mai dernier entre d'une part, M. le sénateur Jean-François Rapin, rapporteur spécial de votre commission, et d'autre part, M. Philippe Rousselot, président de la section « Enseignement supérieur et recherche » de la troisième chambre, M. Bouvard et Mme Revel. Cet entretien a permis de préciser le champ et le calendrier de l'enquête.

Cette enquête intervient dans le prolongement de deux rapports récents de la Cour, « Le financement public de la recherche, un enjeu national » en juin 2013 et « Les outils du PIA consacrés à la valorisation de la recherche », en mars 2018. La Cour avait également produit en 2009 deux rapports organiques sur des TGIR, GANIL (grand accélérateur national d'ions lourds) et SOLEIL (source optimisée de lumière et d'énergie intermédiaire du Lure), ainsi qu'un rapport de synthèse sur le pilotage et la gestion des grandes infrastructures de recherche par le ministère.

Elle s'inscrit dans une période de changements, avec notamment la parution en mai 2018 de la nouvelle feuille de route TGIR de la direction générale de la recherche et de l'innovation (DGR) et celle prévue en septembre 2018 de l'ESFRI (*European Strategy Forum on Research Infrastructures*, créé en 2002 à la demande du Conseil européen).

Dans les feuilles de route françaises coexistent depuis 2008 quatre catégories d'infrastructures de recherche : les « infrastructures de recherche » (IR) ; les très grandes infrastructures de recherche (TGIR, parmi lesquelles figurent des TGIR internationales) ; les organisations internationales (OI) ; et les projets. Dans la loi de finances pour 2018, l'ensemble des dotations aux opérateurs de recherche consacrées aux TGIR (programme 172 action 13) s'élève à 257,3 M€. En coûts complets, le total des ressources tracées des IR

Monsieur Vincent Éblé

Président de la Commission des finances

SÉNAT

15, Rue de Vaugirard

75006 Paris

Le pilotage et le financement des très grandes infrastructures de recherche - mai 2019

Cour des comptes - www.ccomptes.fr - @Courdescomptes

est de 919 M€ (hors OI). Le total des coûts tracés est de 1071 M€ (1 365 M€ avec les OI). Deux grands opérateurs, le CNRS et le CEA, gèrent, cogèrent ou sont présents dans les 22 TGIR. Il n'y a pas d'homogénéité totale entre les TGIR françaises ou à participation française figurant sur les feuilles de route nationale et européenne.

En ce qui concerne les TGIR, objet principal du rapport, l'enquête s'efforcera :

- de les recenser précisément et d'identifier l'existence de critères de définition opérants, ainsi que les modalités et circuits de décision précédant l'inclusion d'un projet dans une catégorie ;
- d'en évaluer le coût global et l'origine des ressources (budget [via quels opérateurs et quels chapitres], PIA, Union européenne, collectivités territoriales, ressources propres...) ; le rapport s'attachera également à identifier la soutenabilité du financement de ces infrastructures dans la durée ;
- d'en apprécier les modalités de gouvernance par la DGRI et par les opérateurs, leur articulation ainsi que la pertinence des différents statuts juridiques ;
- d'analyser les modalités de la représentation française dans les instances européennes en charge ;
- de déterminer l'existence d'une stratégie française globale concernant les TGIR ainsi que de méthodes prospectives destinées à assurer dans le futur les objectifs d'excellence qui président à la définition des TGIR.

Dans ce cadre, une attention particulière sera accordée à l'environnement international et à des références de gestion de ce type d'infrastructures par d'autres États. Par ailleurs, le rapport s'efforcera d'identifier l'existence de réflexions sur l'adaptation des TGIR aux exigences liées à l'excellence numérique de notre pays ainsi que les modes de gestion des données rassemblées et traitées par ces infrastructures. Enfin, quelques TGIR seront plus particulièrement examinées, à savoir GANIL, GENCI (grand équipement national de calcul intensif), Flotte océanographique française (TGIR multi-tutelles rationalisée en 2018) et, en matière de sciences humaines et sociales, Huma-Num (humanités numériques) et Progedo (production et gestion de données).

Il a été convenu que les rapporteurs rencontreront M. Jean-François Rapin en septembre 2018 pour un point d'étape. Le rapport vous sera remis au plus tard le 29 mai 2019.

Je vous prie d'agréer, Monsieur le Président, l'expression de ma haute considération



Didier Migaud

Annexe n° 2 : personnes rencontrées dans le cadre de l’instruction

Ministères

MESRI, DGRI

M. Alain BERETZ, directeur général jusqu’en août 2018

M. Bernard LAROUTUROU, directeur général depuis août 2018

M. René GENET, ancien directeur général

M. Pierre VALA, adjoint au directeur Général

Mme Catherine CESARSKY, présidente du Haut-Conseil des TGIR

M. Christian CHARDONNET, chef du département des grandes infrastructures de recherche

M. Damien ROUSSET, adjoint au chef du service de la performance, du financement et de la contractualisation avec les organismes de recherche (SPFCO)

M. Laurent PINON, adjoint au chef du département des grandes infrastructures de recherche jusqu’en août 2018

M. Benoit FORET, Sous-direction du pilotage stratégique et des territoires, DGRI/DGESI

Mme Marie-Françoise MORELLO, département des investissements d’avenir et des diagnostics territoriaux (DGESIP/DGRI)

M. Thierry BERGEONNEAU, chef du service performance, financement et contractualisation jusqu’en octobre 2018

Mme Elena HOFFERT, chargée de mission « feuille de route nationale et européenne » au département des grandes infrastructures de recherche

Mme Elisabeth VERGES, chef du service stratégie, recherche, innovation

Mme Maud LEMAITRE, chargée de mission « affaires financières » au département des grandes infrastructures de recherche

M. Antoine DAËL, *Industrial Liaison Officier* au CERN et à l’ESS, rattaché au département des grandes infrastructures de recherche

M. Patrick GARDA, service stratégie, recherche, innovation

MESRI, Direction des affaires financières

M. Guillaume GAUBERT, directeur des affaires financières

M. Nicolas FOUTRIER, chef du bureau de la mission interministérielle « recherche et enseignement supérieur »

M. Guilhem de ROBILLARD, sous-directeur budget de la mission interministérielle « recherche et enseignement supérieur »

Ministère de l'Europe et des Affaires Étrangères

Mme Clélia CHEVRIER KOLACKO, sous-directrice de l'enseignement supérieur et de la recherche à la direction générale de la mondialisation (DGM)

M. Manuel BOUARD, responsable du pôle du pilotage des opérateurs et des stratégies sectorielles à la DGM

M. Fabrice DUBREUIL, représentant permanent adjoint auprès de l'Union européenne

Mme Emmanuelle MERLIN, conseillère sciences et technologie à la représentation permanente de la France auprès de l'Union européenne

M. Vincent REILLON, conseiller recherche et innovation à la représentation permanente de la France auprès de l'Union européenne

Ministère de l'économie, Direction du budget (bureau enseignement supérieur et recherche)

M. Nicolas HENGY, chef de bureau

M. Etienne FLORET, adjoint au chef de bureau

Ministère des armées

M. Bruno ROCHE, contrôleur général des armées

M. René LORY, contrôleur général des armées

M. Denis CHEVILLOT, contrôleur général des armées

M Bernard-Antoine MORIO de L'ISLE, amiral commandant des forces sous-marines et de la force océanique stratégique

M. Patrick PUYHABILIER, délégation générale à l'armement

Mme Anne-Marie BOUCHE, délégation générale à l'armement

M. Pierre KAMMERER, délégation générale à l'armement

Mme Sandrine LEMAIRE, délégation générale à l'armement

Ministère des outre-mer, DGOM

M. Emmanuel BERTHIER, préfet, délégué général

M. Thomas ROCHE, chef du bureau des politiques agricoles, rurales et maritimes

Opérateurs***IPEV***

M. Jérôme CHAPPELLAZ, directeur

M. Yves FRENOT, ancien directeur

Mme Catherine MOCQUARD, directrice administrative et financière

Ifremer

M. François HOULLIER, président directeur général

M. François JACQ, ancien président directeur général

M. Patrick VINCENT, directeur général délégué

CEA

M. François JACQ, administrateur général

Mme Maria FAURY, directrice international et TGIR

M. Jean-Pierre THIEC, direction financière et des programmes

Mme Carine CHEVILLARD, adjointe à la directrice financière et des programmes

M. Remy KELLER

M. Salah DIB

Mme Claire LECHEVALIER

CNRS

M. Gabriel CHARDIN, président du comité des TGIR du CNRS

M. Jean-Marc OLERON, directeur de la stratégie financière, de l'immobilier et de la modernisation

M. Fabrice BOUDJAABA, directeur adjoint de l'Institut des Sciences humaines et sociales

Mme Cynthia SAYEGH, direction de la stratégie financière, de l'immobilier et de la modernisation

Mme Stéphanie DUPUIS, direction de la stratégie financière, de l'immobilier et de la modernisation

M. Denis VEYNANTE, directeur de la mission Calcul-Données, représentant le CNRS aux conseils d'administration de GENCI (Grand équipement national de calcul intensif), de RENATER et du CINES (Centre informatique national de l'enseignement supérieur).

Agence nationale de la Recherche (ANR)

M. Thierry DAMERVAL, président directeur général

M. Arnaud TORRES, directeur des investissements d'avenir et compétitivité

IRD

M. Jean-Paul MOATTI, président directeur général

Mme Isabelle BENOIST, secrétaire générale

M. Gilles BERNARD, directeur des finances

M. Frédéric MÉNARD, directeur du département OCEANS

Autres***TAAF***

Mme la préfète Cécile POZZO DI BORGO

SGPI

M. Guillaume BOUDY, secrétaire général pour l'investissement

Mme Sylviane GASTALDO, directrice de programme « Évaluation des investissements publics »

M. Laurent BUISSON, directeur de programme Centres d'excellence

CPU

M. Pierre MUTZENHARDT, président de la commission « Recherche et Innovation ».

Mme Florence EGLOFF, chargée de mission

Cour des comptes

M. Laurent BEAUVAIS, conseiller-maître en service extraordinaire, ancien secrétaire général de GANIL

M. Christophe STRASSEL, conseiller maître, ancien directeur du cabinet du ministre chargé de l'enseignement supérieur et de la recherche

M. Jean-François PERROT, conseiller-maître, ancien président de l'Ifremer.

Union Européenne/Direction générale de la recherche et de l'innovation

M. Philippe FROISSARD, chef-adjoint de l'unité des infrastructures de recherche à la direction « innovation ouverte et science ouverte »

M. Bruno GOGEL, auditeur externe au service d'audit commun

Alliances

M. Yves LEVY, président de l'alliance « AVIESAN »

M. François SILLION, président de l'alliance « ALLISTENE »

M. Claude LABIT, délégué général de l'alliance « ALLISTENE »

Mme Françoise THIBAUT, déléguée générale de l'alliance « ATHENA »

ANRT

Mme Clarisse ANGELIER, déléguée générale

M. Denis RANDET, conseiller en innovation

TGIR***Huma-Num***

M. Olivier BAUDE, directeur de la TGIR « Huma-Num »

M. Stéphane POUYLLAU, directeur technique de la TGIR « Huma-Num »

ProGeDo

M. Pascal BULEON, président de la TGIR « ProGeDo »

GANIL

M. Navin ALAHARI, directeur de GANIL

Mme Héloïse GOUTTE, directrice adjointe de GANIL

Mme Marie-Dominique FAIVRE, adjointe au directeur de GANIL en charge de l'évolution, des relations sociales et du pilotage des ressources humaines

M. Bertrand FRANEL, secrétaire général de GANIL

M. Patrick DOLEGIEVIEZ, chef du projet SPIRAL2 de GANIL

GENCI

M. Philippe LAVOCAT, PDG de GENCI

M. Édouard BRUNEL, SG de GENCI

M. Stéphane REQUENA, Directeur technique et innovation de GENCI

Mme Marie-Hélène VOUETTE, Conseillère institutionnelle de GENCI et responsable des partenariats

Euro-ARGO

Mme Sylvie POULIQUEN, responsable programme Euro-ARGO

FOF

M. Olivier LEFORT, directeur de FOF

Mme Lise FECHNER, chargée de mission FOF

Annexe n° 3 : panorama des 22 TGIR et des 5 OI en 2018 (dont un instrument d'ESO)

Tableau n° 16 : Sciences humaines et sociales (SHS)

	2008	2012	2016	2018	Représentation dans l'instance décisionnaire
<i>Domaine</i>	SHS	SHS	SHS	SHS	
<i>Huma-Num165 (Humanités numériques) Paris Distribuée - 2013</i>	(ADONIS et CORPUS)	TGIR (couplage ADONIS et CORPUS)	TGIR	TGIR*	CNRS, DGRI au comité de pilotage
<i>ProGeDo (Production et Gestion de Données) Paris Virtuelle – 2008</i>	TGIR décidée	TGIR	TGIR	TGIR	CNRS, DGRI au comité de pilotage

* Huma-Num relève également du secteur « Information scientifique et technique ».

Tableau n° 17 : sciences du système Terre et de l'environnement

	2008	2012	2016	2018	Représentation dans l'instance décisionnaire
<i>Domaine</i>	La planète	Sciences du système Terre et de l'univers	Sciences du système Terre et de l'environnement	Sciences du système Terre et de l'Environnement	
<i>CEPMET (Centre européen de prévisions météorologiques à moyen terme) Monosite UK 1975/1979</i>	TGIR existante	IR	OI	OI	Météo France au conseil et au comité des finances
<i>Concordia Base antarctique 2005</i>	TGIR existante	TGIR	TGIR	TGIR	IPEV au conseil d'administration
<i>ECORD/IODP (European Consortium for Ocean Research Drilling/International Ocean Discovery Program)* France TGIR distribuée 2003/2018</i>	TGIR existante	TGIR	TGIR	TGIR	CNRS au conseil
<i>EURO-ARGO (Réseau in situ d'observation des océans) TGIR distribuée France 2014</i>	TGIR existante	TGIR	TGIR	TGIR	Ifremer au comité de direction
<i>FOF (Flotte Océanographique Française) TGIR distribuée 2007</i>	TGIR existante	TGIR	TGIR	TGIR	Ifremer, IRD, CNRS au comité de direction ¹⁶⁶
<i>ICOS- France (Integrated Carbon Observation System) TGIR distribuée 2008/2016</i>	TGIR hautement prioritaire	IR	TGIR	TGIR	CEA, INRA, CNRS au comité de direction et au comité administratif et financier

¹⁶⁵ Les deux TGIR du secteur sont relativement récentes, mais Huma-Num a en fait succédé à Adonis, TGE (très grand équipement) d'appui du CNRS à la communauté SHS depuis 2007 et à Corpus (2011).

¹⁶⁶ L'IPEV y participait jusqu'au 01/01/2018.

Tableau n° 18 : sciences de la matière

	2008	2012	2016	2018	Représentation dans l'instance décisionnaire
<i>Domaine</i>	La matière	Sciences de la matière et ingénierie	Sciences de la matière et ingénierie	Sciences de la matière et ingénierie	
<i>ESRF (European Synchrotron Radiation Facility) Monosite Grenoble 1988/1994</i>	TGIR existante + upgrade 1 décidé + upgrade 2 hautement prioritaire	TGIR	TGIR	TGIR internationale	CEA + CNRS au conseil et au comité administratif et financier
<i>ESS (European Spallation Source) Monosite Lund Suède 2014/2023</i>	TGIR prioritaire	PROJET	TGIR	TGIR internationale	CEA + CNRS au conseil et au comité administratif et financier
<i>ILL (Institut Laue-Langevin) France Monosite Grenoble 1967/1971</i>	TGIR existante + upgrade 1 décidé + upgrade 2 hautement prioritaire	TGIR	TGIR	TGIR internationale	CEA + CNRS au comité de direction et au comité administratif et financier
<i>Orphée/LLB* Réacteur Orphée et Laboratoire Léon Brillouin Monosite Gif-sur-Yvette 1974/1980</i>	LLB TGIR existante	TGIR	TGIR	TGIR	CEA, CNRS au comité de direction
<i>SOLEIL*(Synchrotron SOLEIL) Monosite Gif-sur-Yvette 2001/2008</i>	TGIR existante	TGIR	TGIR	TGIR	CEA, CNRS au conseil et au comité administratif et financier
<i>E-XFEL (European X-ray Free Electron laser) Monosite - Allemagne 2009/2017</i>	TGIR décidée	TGIR	TGIR	TGIR	CEA, CNRS au conseil et au comité administratif et financier

Tableau n° 19 : astronomie et astrophysique

	2008	2012	2016	2018	Représentation dans l'instance décisionnaire
<i>Domaine</i>	L'Univers vu de la terre	Sciences du système Terre et de l'univers	Astronomie et astrophysique	Astronomie et astrophysique	
<i>ESO (European Southern Observatory) 1962/1965 Distribuée Chili</i>		OI ESO (ESO, ALMA, projet ELT, VLT)	OI ESO, ESO ALMA, ESO EELT, ESO LSP	OI ESO	DGRI (SSRI) au conseil Ministère Économie au comité des finances
<i>ESO ALMA (Atacama large Millimeter/Sub-millimeter Array) Distribuée Chili 2003/2013</i>	ALMA TGIR existante			Instrument d'ESO	
<i>CFHT (Canada-France-Hawaii Telescope) Monosite Hawaii 1974-1977</i>	TGIR existante	TGIR	TGIR	TGIR	CNRS au conseil d'administration et au comité d'audit
<i>CTA (Cherenkov Telescope Array) Distribuée Chili Espagne 2016/2020*</i>	TGIR hautement prioritaire	PROJET	PROJET	TGIR internationale	CEA et CNRS
<i>IRAM (Institut de radio astronomie millimétrique) Distribuée France/Espagne</i>	TGIR existante (FR /DE)	TGIR	TGIR	TGIR internationale	CNRS au comité de pilotage, au comité des finances et à l'assemblée générale

*Egalement classé en physique nucléaire et des hautes énergies

Tableau n° 20 : physique nucléaire et des hautes énergies

	2008	2012	2016	2018	Représentation dans l'instance décisionnaire
<i>Domaine</i>	Particules, noyaux	Physique nucléaire et des hautes énergies	Physique nucléaire et des hautes énergies	Physique nucléaire et des hautes énergies	
<i>CERN (Organisation Européenne pour la recherche Nucléaire) Monosite Genève 1954/2018</i>	TGIR existante OI CERN, LHC, détecteurs	OI CERN (CERN et CERN LHC)	OI CERN-LHC	OI CERN	MESRI + MEAE au conseil DAF MESRI + MEAE au comité des finances
<i>CERN LHC (Large hadron Collider) Monosite Meyrin Suisse 1994/2018</i>				CERN LHC TGIR internationale, programme principal du CERN	
<i>EGO VIRGO (Observatoire européen gravitationnel-Virgo) Monosite Italie 2000/2003</i>	(VIRGO EGO) TGIR existante	TGIR	TGIR	TGIR	CNRS au conseil d'administration et au comité des finances
<i>FAIR (Facility for Antiproton and Ion Research) Monosite Allemagne 2010/2025</i>	TGIR décidée (Energie)	TGIR	TGIR	TGIR	CEA, CNRS au conseil et au comité administratif et financier
<i>GANIL SPIRAL2 (Grand Accélérateur National d'Ions Lourds – Système de production d'Ions Radioactifs en Ligne de 2^e Génération) Monosite Caen 1975/1983</i>	GANIL TGIR existante SPIRAL2 TGIR décidée (Energie)	TGIR GANIL-SPIRAL2	TGIR GANIL-SPIRAL2	TGIR GANIL-SPIRAL2	CEA, CNRS au comité de direction et au comité administratif et financier
	(Energie) TGIR décidées : ITER, IFMIF, RJH.				

Tableau n° 21 : E-infrastructures

	2008	2012	2016	2018	Représentation dans l'instance décisionnaire
<i>Domaine</i>	Données, calculs, services	Sciences du numérique et mathématiques	Sciences et technologies du numérique ; mathématiques	e-infrastructures	
<i>GENCI (Grand équipement national de calcul intensif) Distribuée Paris 2007</i>	PRACE TGIR hautement prioritaire	TGIR GENCI (IDRIS, CINES, TGCC, PRACE)	TGIR GENCI	TGIR GENCI	MESRI, CEA, CNRS, INRIA, CPU au conseil et au comité administratif et financier
<i>RENATER (Réseau national de télécommunications pour la technologie, l'enseignement et la recherche) 1993</i>	TGIR existante	TGIR	TGIR	TGIR	Nombreux opérateurs au conseil ; MESRI, CNRS, CPU au comité administratif et financier

Tableau n° 22 : biologie et santé

	2008	2012	2016	2018	Représentation dans l'instance décisionnaire
<i>Domaine</i>	Biologie, santé	Sciences Biologiques et Médicales	Biologie et santé	Biologie et santé	
<i>EMBL (European Molecular Biology Laboratory) Infrastructure distribuée - Allemagne-1974</i>	TGIR existante	OI (EMBL, EMBO, EMBC)	OI EMBL	OI EMBL	DGRI (SSRI + SPFCO) au conseil + au comité des finances

Sources des tableaux : Cour des comptes à partir des feuilles de route et documents internes du MESRI.

Annexe n° 4 : les infrastructures de recherche françaises à caractère européen

Tableau n° 23

	France	Dimension européenne ou internationale*
	SHS	Social & Cultural Innovation
<i>HUMA-NUM (Humanités numériques) Paris Distribuée - 2013</i>	TGIR	ESFRI landmarks : ERIC DARIAH (Digital Research Infrastructure for the Arts and Humanity) FR 2006/2019 ERIC CLARIN (Common Language Resources and technologies Infrastructure) NL 2006/2012
<i>PROGEDO (Production et Gestion de Données) Paris Virtuelle – 2008</i>	TGIR	ESFRI landmarks : ESS (European Social Survey) UK 2006/2013 ERIC CESSDA (Consortium of European Social Science Data Archive) NO 2006/2013 ERIC SHARE (Survey of health, Ageing and Retirement in Europe) DE 2006/2011
	Sciences du système Terre et de l'Environnement	Environnement
<i>CEPMMT (Centre européen de prévisions météorologiques à moyen terme) Monosite Reading UK 1975/1979</i>	OI	OI (ECMWF en anglais)
<i>Concordia Base antarctique 2005</i>	TGIR	Traité franco-italien
<i>ECORD/IODP (European Consortium for Ocean Research Drilling/International Ocean Discovery Program)* France TGIR distribuée 2003/2018</i>	TGIR	Consortium européen Membre OI IODP
<i>EURO-ARGO (Réseau in situ d'observation des océans) TGIR distribuée France 2014</i>	TGIR	ERIC EURO ARGO ESFRI landmark 2006-2014 ARGO réseau international
<i>FOF (Flotte Océanographique Française) TGIR distribuée 2007</i>	TGIR	
<i>ICOS- France (Integrated Carbon Observation System) TGIR distribuée 2008/2016</i>	TGIR	ERIC ICOS ESFRI landmark (FIN)
	Sciences de la matière et ingénierie	Physical Sciences & Engineering
<i>ESRF (European Synchrotron Radiation Facility) Monosite Grenoble 1988/1994</i>	TGIR internationale	Programme européen ESRF ESFRI landmark
<i>ESS (European Spallation Source) Monosite Lund Suède 2014/2023</i>	TGIR internationale	ERIC ESS ESFRI landmark
<i>ILL (Institut Laue-Langevin) France Monosite Grenoble 1967/1971</i>	TGIR internationale	Programme européen ESFRI landmark
<i>Orphée/LLB* Réacteur Orphée et Laboratoire Léon Brillouin Monosite Gif-sur-Yvette 1974/1980</i>	TGIR	
<i>SOLEIL*(Synchrotron SOLEIL) Monosite Gif-sur-Yvette 2001/2008</i>	TGIR	

	France	Dimension européenne ou internationale*
<i>E-XFEL (European X-ray Free Electron laser) Monosite - Allemagne 2009/2017</i>	TGIR	European XFEL GmbH ESFRI landmark 2006/2017
	Astronomie astrophysique et	Physical Sciences & Engineering
<i>ESO (European Southern Observatory) 1962/1965 Distribuée Chili</i>	OI ESO	ESO (Organisation intergouvernementale européenne) Chili pays hôte. E-ELT (coordination européenne) ESFRI landmark 2006/2024
<i>ESO ALMA (Atacama large Millimeter/Sub- millimeter Array) Distribuée Chili 2003/2013</i>	TGIR Instrument d'ESO	Joint Alma Office (JAO) Accord de collaboration entre ESO, NSF Amérique Nord et NINS Asie
<i>CFHT (Canada-France-Hawaii Telescope) Monosite Hawaii 1974-1977</i>	TGIR	CFHT Accord F, CA, États-Unis
<i>CTA (Cherenkov Telescope Array) Distribuée Chili Espagne 2016/2020</i>	TGIR internationale	ESFRI project (coordonnateur Italie) 2008/2024
<i>IRAM (Institut de radio astronomie millimétrique) Distribuée France/Espagne</i>	TGIR internationale	Institut international IRAM (FR, DE, ES) 1979/1985
	Physique nucléaire et des hautes énergies	Physical Sciences & Engineering
<i>CERN (Organisation Européenne pour la recherche Nucléaire) Monosite Genève 1954/2018</i>	OI CERN	OI CERN
<i>CERN LHC (Large hadron Collider) Monosite Meyrin Suisse 1994/2018</i>	CERN LHC TGIR internationale, programme principal du CERN	CERN LHC ESFRI landmark HL-LHC
<i>EGO VIRGO (Observatoire européen gravitationnel-Virgo) Monosite Italie 2000/2003</i>	TGIR	Consortium scientifique (IT, FR, NL, PL, HU, ES)
<i>FAIR (Facility for Antiproton and Ion Research) Monosite Allemagne 2010/2025</i>	TGIR	ESFRI landmark 2006/2025 GmbH
<i>GANIL SPIRAL2 (Grand Accélérateur National d'Ions Lourds – Système de production d'Ions Radioactifs en Ligne de 2^e Génération) Monosite Caen 1975/1983</i>	TGIR GANIL- SPIRAL2	Programme GANIL SPIRAL2 ESFRI landmark 2006/2019
	e-infrastructures	E-RI
<i>GENCI (Grand équipement national de calcul intensif) Distribuée Paris 2007</i>	TGIR	PRACE (Partnership for Advanced computing in Europe) AISBL** ESFRI Landmark 2006/2010
<i>RENATER (Réseau national de télécommunications pour la technologie, l'enseignement et la recherche) 1993</i>	TGIR	Réseau européen GEANT (coordonnateur NL)
	Biologie et santé	
<i>EMBL (European Molecular Biology Laboratory Infrastructure distribuée)* Allemagne-1974</i>	OI EMBL	OI EMBL (infrastructure figurant sur la feuille de route ESFRI mais non labellisée par le HC TGIR en France)

Source : Cour des comptes à partir des feuilles de route DGRI et ESFRI 2018

Annexe n° 5 : les efforts des États étrangers

Les politiques d'infrastructures de recherche ne pouvant se résumer facilement, seuls des éléments notables seront fournis par pays. Tous les pays industrialisés se sont lancés dans la construction de grandes infrastructures dans un esprit de compétition pour maîtriser les technologies du futur. Si les États-Unis, le Japon, la Chine sont emblématiques de ces préoccupations, plusieurs pays d'Union européenne sont très actifs.

Les infrastructures de recherche en Allemagne et au Royaume-Uni

L'Allemagne présente sur le site ESFRI une feuille de route datée de 2013, dont il semble qu'elle ait été actualisée en 2015. Un nouveau document est en préparation et devait être publié en 2018. Selon la liste disponible, les infrastructures de recherche sont au nombre de 27, dont trois considérées comme en phase pilote du processus d'inscription sur la feuille de route. 17 d'entre elles sont incluses dans des partenariats européens et/ou internationaux. La sélection s'effectue selon des critères de potentiel scientifique, d'importance pour l'Allemagne en tant que nation scientifique, de faisabilité pratique, de possibilités d'exploitation scientifique, de faisabilité financière et de signification pour la société, avec une évaluation par le Conseil allemand des sciences et des humanités.

Si les universités constituent un pilier essentiel de la recherche en Allemagne, les propositions préalables d'infrastructures de recherche sont présentées par les associations des centres Helmholtz (les plus actifs en ce domaine), Leibniz, Max Planck. Certaines infrastructures de recherche sont opérées par des centres Helmholtz, d'autres par des universités, des instituts Max Planck ou des installations *ad hoc* comme DESY (synchrotron).

Les fonds annoncés sont de 1,1 Md€ annuels. Les informations sur les participations des *Länder* sont peu nombreuses. L'Allemagne est pays hôte des infrastructures de recherche européennes E-XFEL (Hambourg), FAIR (Darmstadt), SHARE (Munich) et INFRAFRONTIER (Munich).

Le Royaume-Uni présente sur le site ESFRI une « feuille de route nationale » sans liste d'infrastructures, en date de 2012. Les e-infrastructures comprennent tous les champs du numérique, sont pour certaines d'entre elles spécialisées par discipline, et organisées selon un schéma national, régional, par université, par laboratoire. Elles sont séparées des autres infrastructures de recherche et supervisées par un *E-infrastructure Leadership Council*.

En 2013, un rapport de la Chambre des Lords soulignait l'importance scientifique des infrastructures de recherche, les manques en matière de lasers et résonance magnétique nucléaire par exemple, les moyens financiers insuffisants et en disponibilité future de ressources humaines et regrettait l'absence d'une stratégie à long terme (en mettant d'ailleurs en avant l'exemple de la France). Au plan international, il était recommandé de mieux prendre en compte l'intérêt d'un partage des coûts avec les partenaires européens, et de formaliser systématiquement l'engagement britannique dans les grands projets d'infrastructure de recherche internationaux par un traité international. Après une consultation nationale, le gouvernement a annoncé en novembre 2016 une nette augmentation du budget de la recherche jusqu'en 2023, concernant notamment de grands projets nationaux qui s'alignent sur les

priorités gouvernementales stratégiques, dans les domaines de l'énergie, de la santé et des matériaux avancés, dont en matière d'infrastructures de recherche la construction de nouveaux centres d'excellence tel que le *UK Collaboratorium for Research in Infrastructure and Cities* ou le *National Centre for Ageing Science and Innovation* à Newcastle.

En 2018, le paysage britannique de la recherche publique a vu apparaître une nouvelle entité, *UK Research and Innovation* (UKRI), organe ombrelle qui regroupe les sept conseils de recherche ainsi qu'*Innovate UK* et *Research England*. UKRI a lancé en janvier 2018 une consultation nationale en amont de la publication d'une feuille de route sur les infrastructures innovantes, qui devrait être publiée au printemps 2019.

Les infrastructures de recherche sont particulièrement concernées par l'issue de la négociation sur le Brexit, car les Britanniques participent à plusieurs infrastructures de recherche européennes, dont les statuts prévoient parfois l'obligation de la qualité d'Européen pour en être membre.

Les infrastructures de recherche dans quelques pays hors Europe

Aux États-Unis, les infrastructures de recherche sont financées à la fois par plusieurs départements et agences, dont ceux de la défense, de l'agriculture, de la santé, de l'énergie et par la *National Science Foundation* (NSF).

La plupart des grandes infrastructures de recherche telles que les synchrotrons, réacteurs à neutrons ou accélérateurs de particules sont réparties au sein de laboratoires nationaux placés sous la tutelle de départements ministériels, notamment le *Department of Energy* (DoE), qui a établi une stratégie à 10 ans (2018-2027) pour chacun des 13 laboratoires dont il a la tutelle. Certaines infrastructures peuvent aussi dépendre du *National Institute of Standards and Technology* (*Department of Commerce*) chargé de la standardisation¹⁶⁷ ou bien d'universités.

La NSF, agence fédérale généraliste, finance de grands instruments de recherche, avec une gestion centralisée au *Large Facilities Office*, dont le budget en 2017 était de 1,2 Md\$ (dont 200 M\$ dédiés à la construction de grandes infrastructures). La NSF intervient surtout dans le financement d'observatoires/télescopes nationaux et d'infrastructures à dimension internationale, essentiellement en physique des particules (LHC et Atlas au CERN). NSF et le DoE financent conjointement la construction du *Large Synoptic Survey Telescope* (LSST-Chili ; 473 M\$). Elle a également créé un nouveau programme de soutien aux infrastructures de recherche de moyenne envergure – *Mid-scale Research Infrastructure*.

Le *National Science and Technology Council* (NSTC), directement rattaché au président des États-Unis, coordonne les stratégies entre les agences fédérales et l'*Office of Science and Technology Policy*, également rattaché à la Maison Blanche, qui centralise les demandes budgétaires annuelles au Congrès. Le management et la modernisation des infrastructures de recherche sont une des priorités affichées pour 2019 comme pour 2020.

¹⁶⁷ Le lien entre recherche scientifique et normalisation aux États-Unis est à souligner, dans la mesure où il débouche souvent sur des standards internationaux qui s'appliquent ensuite au reste du monde. Il en est ainsi par exemple du système ORCHID, seule nomenclature de ce type au plan mondial, qui attribue un numéro à partir d'une démarche volontaire dans laquelle le chercheur doit s'identifier et livrer un certain nombre de données pour être référencé.

Le rapport de 2017 de l'*Office of Science and Technology Policy* au Congrès sur les infrastructures de recherche fait état d'investissements en infrastructures de recherche de 2,7 Md\$ en 2016 et 2,5 Md\$ en 2015. Ces chiffres sont censés contenir les budgets des différentes agences, y compris de défense mais ne comprennent pas les contributions des fonds de programmes scientifiques généraux ni les budgets spéciaux pour les instruments majeurs, ni les partenariats des universités. Il est difficile de fournir une estimation globale des fonds dont les infrastructures de recherche bénéficient, d'autant que certaines tarifent leurs prestations quand les activités sont proches de l'application industrielle.

Au Japon, le 5^e Plan-Cadre pour la science et la technologie en vigueur de 2016 à 2020 prévoit l'exploitation d'infrastructures de recherche, de façon transversale et intersectorielle, au Japon et dans le monde dans le cadre de projets de recherche internationaux de grande envergure, notamment dans le domaine de la fusion nucléaire, l'accélération de particules, le développement et l'utilisation de l'espace. En parallèle ont été mis en place de nouveaux mécanismes de stimulation de la recherche conjointe internationale sous forme de cofinancements de partenariats et de cotutelle internationale des centres de recherche.

Le Ministère de l'Éducation, de la Culture, des Sports, des Sciences et de la Technologie (MEXT) est chargé du suivi des quatre TGIR du Japon, tel que le Super Photon ring-8 GeV (SPRING 8) en science de l'environnement, énergie et matériaux ; le laser à électrons libres et à rayons X (SACLA) ; le K-computer pour des applications en sciences médicales, énergies, prévisions des catastrophes naturelles, science de la matière et de l'univers ; le *Japan Proton Accelerator Research Complex* (J-PARC) en sciences des matériaux et de la vie.

Le Japon a mis un accent particulier sur le calcul haute performance, disposant entre autres d'une machine de très haut rang mondial, le K-computer. Le Japon et la France travaillent conjointement sur l'avenir du K-computer afin de maintenir la compétitivité du supercalculateur au niveau international. De même, des discussions impliquant la France sur la construction d'un accélérateur linéaire de particules (ILC), sont en cours depuis 2013 pour une construction envisagée de 2025 à 2033. Au niveau international, le Japon est impliqué dans ITER, la station spatiale internationale (ISS), le programme international de découverte de l'océan (IODP) et le grand collisionneur de Hadrons (LHC).

La Chine poursuit son développement scientifique avec des moyens en forte croissance et l'ambition de devenir un des leaders mondiaux en sciences, de la biologie à la cosmologie. Elle consacre sur la période 2016-2020 2,5 % de son PIB aux dépenses de R&D et prévoit d'en réserver une part significative aux grandes infrastructures de recherche. Elle se lance de plus en plus dans la conception, l'installation et l'exploitation sur son sol, seule ou en coopération, d'infrastructures de recherche uniques au monde ou au meilleur niveau international.

On compte actuellement en Chine une cinquantaine de telles infrastructures dont une moitié est pilotée par l'Académie des Sciences Chinoise (CAS). L'une des réalisations récentes les plus emblématiques est le télescope FAST (*Five-hundred-meter Aperture Spherical Telescope*, construction lancée en 2011, coût de l'ordre de 150 M€) qui est depuis 2017 le plus grand radiotélescope mono-antenne au monde avec 500 m d'ouverture. Pour la physique des particules, la Chine est équipée à haut niveau et depuis un certain temps en termes de synchrotron, de source de neutrons par spallation, de lasers de grande puissance ou d'accélérateur ions lourds, de plateforme de recherche sur les champs magnétiques intenses.

Les projets de génération suivante sont en cours, SXFEL (test laser dans la gamme des rayons X) sera bientôt opérationnel.

Parmi leurs très ambitieux projets de long terme, les Chinois envisagent un « CERN post génération actuelle ». Le CEPC serait un anneau de plus de 50 km de circonférence (le LHC du CERN mesure 27 km) et permettrait de produire des millions de bosons de Higgs quand le LHC en produit quelques centaines. La première phase de construction serait pour 2020 pour une mise en service aux alentours de 2028 mais le financement n'est pas finalisé.

Les infrastructures de recherche chinoises font souvent l'objet de collaborations internationales et l'implication de la Chine dans des projets internationaux est croissante : la Chine s'est jointe à ITER dès 2006 et aujourd'hui participe à SKA (*Square Kilometer Array*).

L'Australie poursuit de grands efforts en matière d'infrastructures de recherche, coordonnés dans une *National Collaborative Research Infrastructure Strategy* (NCRIS). Son montant annoncé en 2018 est de 1,9 Md\$ sur dix ans dont 393 M\$ d'investissements sur neuf champs de recherche, en premier lieu les matériaux spéciaux et nanotechnologies, les données marines, l'optique. Les fonds sont fournis aux infrastructures de recherche *via* des accords réactualisés tous les deux ans et avec l'exigence de fournir des services à la communauté. Il y a actuellement 27 projets actifs. À côté de ces financements, on relève deux financements particuliers pour l'*Australian Synchrotron* (519 M\$ sur dix ans) et pour l'engagement australien dans SKA (293 M\$).

Le Canada lance aussi un effort majeur à partir de 2018, avec The Major Science Initiatives créé par la Fondation canadienne pour l'innovation (agence fédérale). Comme aux États-Unis, le budget des infrastructures de recherche est réparti entre plusieurs agences. Un budget de 763 M\$ sur 5 ans est annoncé en 2018, dont 160 M\$ pour le MSI.

En Russie, le président a lancé récemment un programme intitulé « Megasciences » qui comprend six projets d'infrastructures de recherche, essentiellement dans le domaine des sciences de la matière et de la physique nucléaire. Ce pays a entamé depuis trois ans avec l'UE une coopération approfondie en matière d'infrastructures de recherche, très soutenue et coordonnée par l'Allemagne (*via* son synchrotron DESY), au sein du projet CREMLIN (*Connecting Russian and European Measures for Large-scale Research Infrastructures*), composé de 19 laboratoires russes et européens, financé par H2020 (1,7 M€) et qui s'achève en 2018.

Ce pays participe à quelques infrastructures de recherche européennes comme E-XFEL, FAIR (localisées en Allemagne), où elle est deuxième contributrice derrière l'Allemagne, et ESRF (située en France).

Annexe n° 6 : la gouvernance des différentes TGIR et OI

Tableau n° 24 : les statuts juridiques des TGIR et OI

	TGIR/OI	Statut juridique	Convention internationale éventuelle		Acte constitutif (signature)	Personnalité juridique
			Signature	Loi autorisant le cas échéant la ratification (France)		
Infrastructures ayant plusieurs États membres						
CERN-LHC	TGIR (LHC)+OI (CERN)	Organisation internationale	1 ^{er} juillet 1953	Loi n° 54-307 du 13 août 1954	-	Oui
EMBL	OI		10 mai 1973	Loi n° 74-625 du 2 juillet 1974	-	
CEPMMT	OI		11 octobre 1973	LOI n° 75-421 du 30 mai 1975	-	
ESO	OI		5 octobre 1962	Loi n°63-1292 du 21 décembre 1963	-	
Euro-Argo	TGIR	Consortium pour une infrastructure de recherche européenne (<i>European Research Infrastructure Consortium</i> , ERIC)			5 mai 2014*	ERIC : oui Structures françaises : non Oui
ICOS	TGIR				26 octobre 2015*	
ESS	TGIR				19 août 2015*	
E-XFEL	TGIR	Société à responsabilité limitée de droit allemand (<i>Gesellschaft mit beschränkter Haftung</i> , GmbH)	30 novembre 2009	Loi n° 2013-708 du 5 août 2013	30 novembre 2009	Oui
FAIR	TGIR		4 octobre 2010	Loi n° 2013-709 du 5 août 2013	4 octobre 2010	
CTA	TGIR				2014**	
ESRF	TGIR	Société civile de droit français	16 décembre 1988	Loi n° 89-871 du 1 ^{er} décembre 1989	16 décembre 1988	Oui
ILL	TGIR		19 janvier 1967		19 janvier 1967	
IRAM	TGIR				1979**	
CFHT	TGIR	Société à but non lucratif de droit américain			1974**	

	TGIR/OI	Statut juridique	Convention internationale éventuelle		Acte constitutif (signature)	Personnalité juridique
			Signature	Loi autorisant le cas échéant la ratification (France)		
EGO VIRGO	TGIR	Société civile de droit italien			2000**	
Concordia	TGIR	Accord international	4 octobre 2005		21 octobre 2005	Non
IODP/ECORD	TGIR	Consortium (<i>Memorandum of understanding</i> juridiquement non liant)	Février 2013 (ECORD)		-	Oui pour l’EMA
Infrastructures uniquement françaises						
SOLEIL	TGIR	Société civile de droit français			16 octobre 2001	Oui
GENCI	TGIR				2007**	
GANIL	TGIR	Groupe d’intérêt économique			19 janvier 1976	
Renater	TGIR	Groupe d’intérêt public			Arrêté du 27 janvier 1993***	
FOF	TGIR	Direction de la flotte (au sein de l’EPIC Ifremer)			-	Non
LLB	TGIR	Unité mixte de recherche			1974**	
Huma-Num	TGIR	Unité mixte de service			21 octobre 2015	
ProGeDo	TGIR				1 ^{er} janvier 2012**	

* Date de l'acte d'exécution de la Commission européenne

** Entrée en vigueur

*** Approbation

Source : Cour des comptes

Les règles de vote

OI et TGIR internationales : des décisions habituellement prises à la majorité simple ou qualifiée

Quand l'infrastructure réunit un grand nombre de participants, les décisions doivent être prises à la majorité (simple ou qualifiée) pour qu'elle ne soit pas paralysée. Ainsi, dans le cas des cinq OI, des trois ERIC et d'ESRF, le conseil prend ses décisions, selon la nature de celles-ci, à l'unanimité (ce qui est exceptionnel, et peut par exemple concerner l'admission de nouveaux États membres), à la majorité des deux tiers (pour les autres principales décisions, en particulier financières) ou à la majorité simple (pour les autres décisions). Dans le cas d'EMBL, du CEPMMT et de l'ERIC ICOS, les principales décisions financières sont prises à la « double majorité des deux tiers » (deux tiers des membres et deux tiers des contributions au budget). ECORD prend quant à lui ses décisions à la majorité des trois quarts¹⁶⁸. Toutefois les principales décisions ne sont pas toujours prises à la majorité qualifiée. ILL, qui réunit la France, l'Allemagne et le Royaume-Uni, prend ses décisions à l'unanimité sans que cela ait suscité de blocage¹⁶⁹.

Habituellement chaque État dispose d'une voix. Tel n'est toutefois pas le cas d'ESRF et d'Euro-Argo. Dans le cas d'ESRF, le nombre de voix dépend de la part dans le capital¹⁷⁰. La France et l'Allemagne, qui disposent de respectivement 27,5 % et 25,5 % du capital, dirigent donc de fait ESRF pour toutes les décisions à la majorité simple, le seuil des deux tiers du capital étant atteint avec par exemple l'Italie (15 % du capital) ou le Royaume-Uni (14 % du capital). Dans l'ERIC Euro-Argo, chaque État dispose de six voix, auxquelles s'ajoute un nombre de voix égal au nombre de ses floteurs. Ainsi l'organisation est-elle en pratique dirigée par France, Allemagne et Royaume-Uni.

¹⁶⁸ Chaque État dispose d'une voix. Le président du conseil peut toutefois décider, en cas d'absence de majorité, de recourir à un vote pondéré en fonction de leurs contributions financières respectives.

¹⁶⁹ Le physicien Jules Horowitz, directeur de la recherche fondamentale du CEA, qui a joué un rôle essentiel dans la création d'ILL, estimait : « Pour un organisme multinational de recherche fondamentale, le fait de n'avoir que deux ou trois, à la rigueur quatre pays membres, apportant des contributions financières égaies et ayant des intérêts scientifiques comparables, offre incontestablement des conditions très favorables pour la gestion de l'ensemble des problèmes scientifiques, administratifs et financiers. Il est en particulier normal, dans ce cas, que l'accès aux instruments ne soit déterminé que par des critères scientifiques et pour les décisions administratives et budgétaires la règle de l'unanimité présente alors peu d'inconvénients » (rapport annuel 1987 de ILL).

¹⁷⁰ Plus précisément, « une « majorité simple » signifie la moitié du capital, le nombre de voix défavorables n'excédant pas la moitié des Parties contractantes » « une « majorité qualifiée » signifie les deux tiers (2/3) du capital, le nombre de voix défavorables n'excédant pas la moitié des Parties contractantes » et « l'« unanimité » signifie les deux tiers (2/3) au moins du capital, sans vote contraire d'une quelconque Partie contractante, toutes les Parties contractantes ayant eu la possibilité de prendre part au vote ».

TGIR purement françaises : des décisions prises selon des modalités variables

Dans le cas des TGIR purement françaises, la TGIR peut être cogérée par le CNRS et le CEA. GANIL constitue l'exemple emblématique de cette situation, toutes les décisions autres que de gestion courante implique l'accord du CEA et du CNRS, dont chacun dispose de la moitié des droits de vote. À cela s'ajoute le fait qu'il n'a pas de personnel propre (ses effectifs étant totalement fournis par le CNRS et par le CEA) et que son directeur, proposé alternativement par le CNRS et par le CEA, change tous les cinq ans. Dans le cas de SOLEIL, si le conseil prend ses décisions, selon le cas, à l'unanimité, à la majorité des trois quarts ou à la majorité simple, la répartition des droits de vote entre le CNRS et le CEA (respectivement 72 % et 28 %) fait que le CEA dispose d'une capacité de blocage pour les principales décisions.

GENCI se distingue des autres sociétés civiles par le fait que le principal associé n'est pas un opérateur, mais l'État, qui détient 49 % des droits de vote au conseil, contre 20 % pour le CEA comme pour le CNRS¹⁷¹. Les décisions sont prises à la majorité des trois quarts¹⁷² ou des deux tiers. Ainsi, aucune décision ne peut être prise sans l'accord de l'État, et les principales décisions impliquent l'accord du CEA et du CNRS.

RENATER se distingue des autres TGIR françaises par le grand nombre de ses membres (15)¹⁷³. L'État, le CNRS et la CPU disposent de chacun 19 % des droits de vote au conseil d'administration. Sauf exception¹⁷⁴, les décisions sont prises à la majorité simple, l'État, le CNRS et la CPU disposant d'un droit de veto dans certains cas¹⁷⁵.

Toutes les décisions du comité de pilotage d'Huma-Num sont prises à la majorité des deux tiers, chaque partie (CNRS, université d'Aix-Marseille, campus Condorcet) disposant d'une voix et d'un droit de veto¹⁷⁶.

¹⁷¹ La CPU en détenant 10 % et l'INRIA 1 %.

¹⁷² Notamment pour l'approbation des comptes ou du budget.

¹⁷³ Ministère chargé de l'éducation nationale, ministère chargé de l'enseignement supérieur, ministère chargé de la recherche, CNRS, CEA, INRIA, CNES, INRA, CIRAD, INSERM, BRGM, IRSTEA, IRD, ONERA, CPU.

¹⁷⁴ Révocation du président du conseil d'administration ou du directeur (exigence d'une majorité de 9/10^e).

¹⁷⁵ Notamment pour le vote du budget.

¹⁷⁶ « Les décisions du COPIL sont prises à la majorité qualifiée des deux tiers des suffrages exprimés ; aucune décision ne pouvant être prise contre l'avis des Parties et à défaut de consensus entre elles ».

Annexe n° 7 : indicateurs utilisables dans le cas des TGIR

1 - Indicateurs bibliométriques

a) Synthèse des principales données disponibles

• Le nombre de publications

La réalisation d'une étude bibliométrique approfondie, comme celle qui doit être réalisée d'ici juin 2019 par la DGRI, dépassait le cadre de la présente enquête.

La Cour s'est toutefois employée à compiler, pour les treize infrastructures pour lesquelles cela a été possible¹⁷⁷, le nombre de publications scientifiques qu'elles considèrent comme leur étant rattachées, et figurant à ce titre dans leur base de données (ou dans une base de données qu'elles contribuent à alimenter¹⁷⁸). Ces douze infrastructures correspondent à 90 % du nombre de publications selon *Google Scholar*¹⁷⁹, et comprennent neuf des dix principales infrastructures en termes de publications selon *Google Scholar*. La principale infrastructure non prise en compte est le CEPMMT ; le nombre de publications correspondantes peut être estimé, en première analyse, à environ 2 000 par an¹⁸⁰.

Les résultats doivent être considérés avec prudence, le champ pris en compte pouvant varier d'une infrastructure à l'autre, voire au cours du temps¹⁸¹. Par ailleurs, la comparaison du nombre de publications entre des infrastructures de domaines différents est par nature délicate, voire impossible¹⁸².

Cette étude suggère les faits suivants :

- le CERN correspondrait à environ 40 % du nombre total de publications ;
- on observe une forte hausse du nombre de publications de 2009 à 2013, essentiellement due au CERN (du fait de la mise en exploitation du LHC et de la découverte du boson de Higgs en 2012) ;

¹⁷⁷ Dont 9 des 10 principales selon *Google Scholar*.

¹⁷⁸ INSPIRE HEP pour le CERN, GANIL et EGO VIRGO ; Europe PMC pour EMBL.

¹⁷⁹ *Google Scholar* indique un nombre de publications en moyenne quatre fois plus élevé que la méthodologie utilisée ici (pour 2017, environ 80 000 documents, contre 20 000 documents). En effet, ce moteur de recherche prend en compte un champ de publications plus large (articles techniques...), et indique tous les documents dans lesquels le nom de l'infrastructure apparaît, même si c'est de manière purement incidente. Par ailleurs, il ne précise pas son mode de sélection des documents.

¹⁸⁰ *Google Scholar* indique environ 7 500 publications en 2017. En divisant ce montant par quatre (ratio moyen entre le nombre de publications indiqué par *Google Scholar* et celui indiqué par les infrastructures gérant une base de données bibliographique) on parvient à environ 2 000 publications.

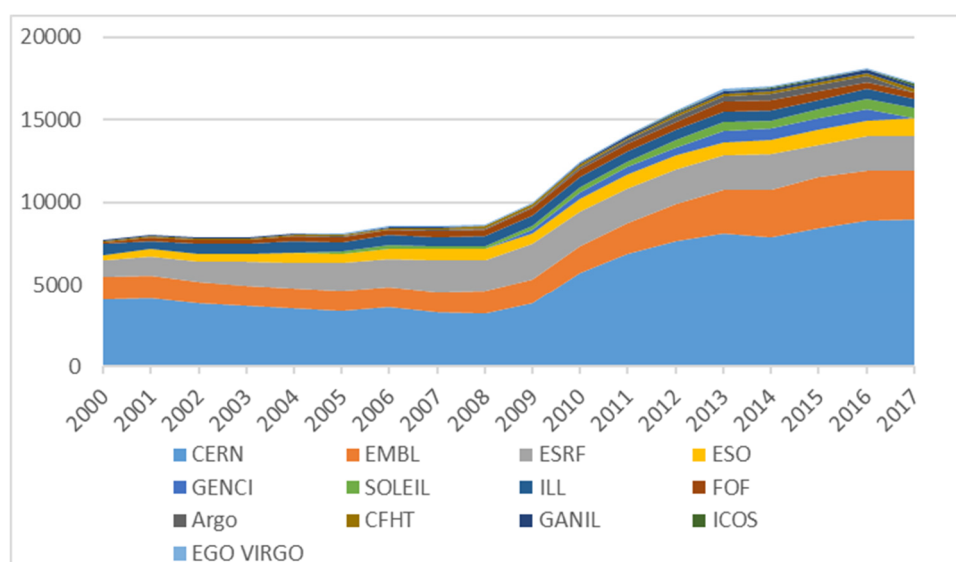
¹⁸¹ On s'efforce toutefois de ne prendre ici en compte que les publications scientifiques *stricto sensu*. Par exemple, le serveur du CERN (<https://cds.cern.ch>) indique 20 824 documents pour 2017, dont de nombreux documents techniques, voire administratifs. Le nombre de documents retenu ici pour 2017 dans le cas du CERN est de 8 935 (source : <http://inspirehep.net>).

¹⁸² Par exemple, bien que la TGIR EGO Virgo ait permis la publication d'un nombre d'articles relativement faible, la première détection d'ondes gravitationnelles en 2015 (avec son homologue américaine LIGO) a eu un impact scientifique majeur.

- les infrastructures correspondant au plus grand nombre d'articles seraient, par ordre décroissant, le CERN, ESRF, EMBL et l'ESO.

Il est à noter que *Google Scholar* conduit à des conclusions analogues¹⁸³.

Graphique n° 2 : nombre de publications pour treize infrastructures*



* Correspondant à 90 % des publications en 2017 selon *Google Scholar*.

Dans le cas d'Argo, Euro-Argo n'a pu être isolé. Les séries pour Argo et GENCI s'arrêtent en 2016.

Exploitation des bases de données de : INSPIRE HEP (CERN, EGO VIRGO, GANIL), Ifremer (FOF), *European Photon & Neutron Science Campus* (ILL, ESRF), SOLEIL, Europe PMC (EMBL), CFHT.

Reprise des données bibliométriques de : ESO, Ifremer (Argo), ICOS, GENCI.

Source : Cour des comptes, d'après les sources indiquées (le graphique n'est pas corrigé des possibles doubles comptes)

• La qualité des publications

La qualité des publications est mesurée, de manière en partie conventionnelle, au moyen du nombre de leurs citations par d'autres articles. Si la comparaison du nombre de citations entre infrastructures de domaines différents a peu de signification, elle permet en revanche de mettre en évidence l'excellence de certaines infrastructures au sein d'un domaine donné.

Dans son étude d'impact de 2018, GENCI indique, en s'appuyant sur les données d'*InCites*¹⁸⁴, que sur la période 2009-2016 les articles utilisant ses capacités de calcul sont cités

¹⁸³ Selon les données de *Google Scholar*, le CERN correspond à environ la moitié des publications, le nombre global de publications a fortement augmenté de 2000 à 2013 puis a diminué, et les infrastructures correspondant au plus grand nombre d'article sont, par ordre décroissant, le CERN-LHC, EMBL, le CEPMMT (non pris en compte dans l'étude bibliométrique présentée ici), l'ESO et ESRF.

¹⁸⁴ *Clarivate Analytics*.

en moyenne 15,6 fois, contre 11,4 pour la France (toutes disciplines). Cette comparaison doit toutefois être considérée avec prudence, seules certaines disciplines utilisant le GENCI.

Le CERN et l'ILL correspondent à 27 articles de physique des hautes énergies parmi les 100 les plus cités¹⁸⁵.

• Le nombre de prix Nobel

Bien que cet indicateur, par définition fluctuant et aléatoire, ne soit habituellement pas utilisé en tant que tel pour la gouvernance des infrastructures, il permet d'évaluer leur importance sur longue période.

Tableau n° 25 : principaux prix Nobel s'appuyant¹⁸⁶ sur des expériences réalisées au moyen d'une OI ou d'une TGIR

Année	Discipline	Infrastructure	Lauréats	Objet
1984	Physique	CERN	Carlo Rubbia (Italie) et Simon van der Meer (Pays-Bas)	découverte des bosons Z et W
1991*	Physique	ILL	Pierre-Gilles de Gennes (France)	théorie de la reptation des polymères
1992	Physique	CERN	Georges Charpak (France)	développement d'un détecteur de particules révolutionnaire
1995	Physiologie et médecine	EMBL	Christiane Nüsslein-Volhard et Erich Wieschaus (Allemagne)	recherche relative au développement embryonnaire de la mouche du vinaigre
2003	Chimie	ESRF	Roderick MacKinnon (États-Unis)	travaux sur les canaux ioniques dans les membranes cellulaires
2009	Chimie	ESRF	Venki Ramakrishnan (Royaume-Uni), Ada Yonath (Israël) et Thomas Steitz (États-Unis)	études sur la structure et le fonctionnement du ribosome
2011	Physique	ESO	Saul Perlmutter (États-Unis), Brian P. Schmidt (Australie), Adam G. Riess (États-Unis)	découverte de l'accélération de l'expansion de l'univers
2012	Chimie	ESRF	Brian Kobilka (États-Unis) et Robert Lefkowitz (États-Unis)	étude des récepteurs couplés aux protéines G
2013	Physique	CERN	François Englert (Belgique) et Peter Higgs (Royaume-Uni)	découverte du boson de Higgs
2017	Chimie	EMBL	Jacques Dubochet (Suisse)	nouvelle technique de préparation des échantillons pour la microscopie électronique

Source : Cour des comptes, d'après les infrastructures indiquées, sauf (*), ESFRI, "Neutron scattering facilities in Europe – Present status and future perspectives", 2016

¹⁸⁵ Source : <http://inspirehep.net>.

¹⁸⁶ Y compris en cas de confirmation *ex post* d'une théorie (exemple : travaux théoriques de François Englert et Peter Higgs dans les années 1960, confirmés expérimentalement au CERN en 2012).

2 - La disponibilité des équipements

On calcule à partir des données transmises par l’Ifremer que dans le cas de FOF, en 2017 les navires hauturiers comme les navires côtiers ont consacré environ 45 % du temps à des activités scientifiques. Dans le cas des navires hauturiers les 55 % restants se sont répartis entre 25 % consacrés à d’autres activités (pour la Marine nationale notamment) et 30 % d’indisponibilité¹⁸⁷. Dans le cas des navires côtiers ils se sont répartis entre 5 % consacrés à d’autres activités et 50 % d’indisponibilité.

Les accélérateurs de particules fonctionnent par périodes d’exploitation (« runs »), entre lesquelles ils sont en maintenance ou modernisés. Par ailleurs au sein d’une période d’exploitation, qui peut durer plusieurs années, la machine doit également être arrêtée pour maintenance.

Dans le cas du LHC, le « run 2 » débuté au deuxième trimestre 2015 s’est achevé à la mi-2018. En 2017, il a fonctionné de manière quasiment continue pendant environ six mois (de juin à novembre). Le taux de disponibilité du Linac2, principal accélérateur du LHC, a alors été de 99 %.

La durée annuelle de fonctionnement de GANIL, de 8 mois environ au début des années 2000, est de 4 mois environ depuis 2012, ses effectifs l’empêchant d’exploiter convenablement les équipements actuels tout en construisant SPIRAL2 et en mettant à niveau SPIRAL1 (cf. *infra*). En 2018, lors des quatre mois de fonctionnement, le taux de disponibilité du faisceau principal a été de l’ordre de 95 %.

Dans le cas des sciences de la matière, la Cour a demandé au CEA des données plus précises afin de tenir compte du fait que ces infrastructures sont conçues pour fournir simultanément un grand nombre de faisceaux, pouvant être utilisés pour des expériences différentes. Ces données ont été utilisées pour élaborer le tableau ci-après.

Tableau n° 26 : répartition du nombre de jours-instruments des TGIR de sciences de la matière

(en %)

	Synchrotrons		Faisceaux de neutrons	
	ESRF	SOLEIL	ILL	Orphée/LLB
	2017	2017	2016*	2017
<i>Expériences</i>	33,8	50,4	≈ 45	20,8
<i>Disponibilité sans utilisation</i>	23,5	8,2	≈ 0	5,5
<i>Indisponibilité (maintenance, essais, pannes...)</i>	42,7	41,4	≈ 55	73,7
<i>Total</i>	100,0	100,0	100,0	100,0

Les taux sont calculés sur la base d’un nombre total de jours-instruments (dernière ligne du tableau) égal au nombre d’instruments*365 jours. Au sens du présent tableau, le nombre d’instruments correspond au nombre de dispositifs pouvant être utilisés de manière simultanés par des équipes différentes.

* Le CEA a jugé préférable de donner les chiffres pour l’année 2016, du fait de divers incidents survenus en 2017.

Source : Cour des comptes, d’après les données transmises par le CEA

¹⁸⁷ Arrêts techniques, essais techniques, désarmement.

Il ressort de ces données que les TGIR de sciences de la matière sont indisponibles environ la moitié du nombre potentiel de jours-instrument, calculé sur la base de 365 jours par an (maintenance, essais, pannes...). Il n'y a pas de raison *a priori* de considérer que cela constitue une anomalie. En particulier, ces infrastructures doivent fonctionner de manière continue 24 h sur 24 et 7 jours sur 7 lors de divers cycles annuels, entre lesquels ont lieu les nécessaires opérations de maintenance. Dans le cas d'Orphée, le taux d'indisponibilité approcherait 75 %. Toutefois, ce réacteur doit être arrêté fin 2019.

Dans le cas de GENCI, qui gère des supercalculateurs, la disponibilité est par nature plus élevée. Ainsi, le TGCC est rarement arrêté pour maintenance¹⁸⁸, et en dehors de ces arrêts son taux de disponibilité est de l'ordre de 98 %.

3- Les indicateurs d'ouverture

• L'ouverture de l'infrastructure aux communautés scientifiques

Une infrastructure de recherche se définit, notamment, par le fait qu'elle doit être ouverte aux chercheurs extérieurs. Les données transmises par le CEA dans le cas des sciences de la matière et de GANIL ont permis de calculer le tableau ci-après.

Tableau n° 27 : « Ouverture » des TGIR de sciences de la matière et de GANIL

(en %)

	Synchrotrons		Faisceaux de neutrons		Nucléaire
	ESRF	SOLEIL	ILL	Orphée/LLB	GANIL
	2017	2017	2016*	2017	2017
Expériences de chercheurs internes à l'infrastructure	6,8	19,8	52,5	35,8	13,2
Jours-instrument utilisés par les chercheurs de l'infrastructure	13,1	43,3	ND	37,7	23,1
Chercheurs français parmi ceux réalisant une expérience	22,1	68,9	24,7	77,9	37,5

* Le CEA a jugé préférable de donner les chiffres pour l'année 2016, du fait de divers incidents survenus en 2017.

** En 2017, 66 expériences ont été réalisées par des chercheurs externes, mais seulement 20 ont été proposées, toutes en physique nucléaire, du fait de l'absence de réunion du comité d'expérience pour la physique interdisciplinaire.

Source : Cour des comptes, d'après les données transmises par le CEA

Dans le cas des faisceaux de neutrons, la proportion d'expériences réalisées par des chercheurs internes à l'infrastructure est particulièrement importante (plus de 35 % pour Orphée/LLB et plus de 50 % pour ILL). Si l'on raisonne en nombre de jours-instruments, ce taux dépasse 40 % dans le cas de SOLEIL.

¹⁸⁸ Environ un jour tous les deux mois.

Le tableau précédent montre en outre que les vocations nationales ou internationales des deux « binômes » ESRF/SOLEIL et ILL/Orphée sont bien respectées : à ESRF et à ILL seulement un quart des chercheurs sont français, contre les deux tiers ou les trois quarts à SOLEIL et à Orphée. GANIL, infrastructure purement française et payée par la France, n'est en revanche utilisée que pour moins de 40 % par des chercheurs français.

Le taux de sélectivité des expériences est d'environ 75 % pour les TGIR de sciences de la matière et de 50 % pour GANIL. Dans le cas de GENCI, il y a de 2 à 3 fois plus d'heures de calcul demandées que d'heures de calcul attribuées.

• L'ouverture aux industriels

Bien que ce ne soit pas leur vocation première, certaines TGIR sont ouvertes aux industriels, comme le préconise notamment un rapport de 2011 du CSRT¹⁸⁹. Cela concerne en particulier les sciences de la matière (cf. *infra*). Cette ouverture est mal mesurée. En effet, si les expériences directement réalisées par les industriels sont nécessairement identifiées, celles-ci sont peu nombreuses, et ne correspondent qu'à une part marginale des ressources de l'infrastructure. Les expériences réalisées pour des industriels le sont dans leur quasi-totalité de manière indirecte, par des chercheurs académiques, parfois estimé à environ un quart des ressources des TGIR de sciences de la matière. Cette part doit être mieux chiffrée.

¹⁸⁹ Conseil supérieur de la recherche et de la technologie. *Recommandations du Conseil supérieur de la recherche et de la technologie sur les très grandes infrastructures de recherche*. 12 octobre 2011.

Annexe n° 8 : l'évaluation socio-économique dans le cas des infrastructures de recherche

Qu'est-ce que l'évaluation socio-économique ?

L'évaluation socio-économique se veut une méthode rationnelle d'appréciation de l'opportunité d'un investissement.

En Europe cette approche a été encouragée par les institutions européennes, avec la méthode dite JASPERS (*Joint Assistance to Support Projects in European Regions*). La Commission, la BEI et la BERD l'utilisent dans leurs prises de décision.

En France, l'article 17 de la loi de programmation des finances publiques du 31 décembre 2012¹⁹⁰ a créé une obligation d'évaluation socio-économique préalable des projets d'investissements civils financés par l'État, ses établissements publics, les établissements publics de santé ou les structures de coopération sanitaire.

Les obligations du décret n° 2013-1211 du 23 décembre 2013

Selon le décret n° 2013-1211 du 23 décembre 2013 :

- à partir de 20 M€, le projet d'investissement doit être déclaré au secrétariat général à l'investissement (SGPI), et faire l'objet d'une « évaluation socio-économique préalable » de la part de l'administration concernée ;
- à partir de 100 M€ HT¹⁹¹ le SGPI fait réaliser un rapport de contre-expertise par des experts indépendants.

Le décret s'applique « à tout projet d'investissement pour lequel aucun acte d'engagement comptable et budgétaire autre que les dépenses relatives aux études préalables n'a encore été pris à sa date d'entrée en vigueur ».

Ce décret concerne « l'État, ses établissements publics, les établissements publics de santé et les structures de coopération sanitaire participant seuls ou de concert au financement d'un projet d'investissement ». Il résulte de cette rédaction que la forme juridique de l'infrastructure est sans effet sur l'applicabilité du décret, dès lors qu'au moins l'une de ces entités participe bien à son financement. Le décret s'applique donc non seulement à l'État (création de nouvelles infrastructures) et aux TGIR sans personnalité juridique issues d'établissements publics mais aussi à toutes les autres infrastructures, sociétés civiles, y compris de droit étranger, ERIC, OI, etc. Le seuil doit alors être apprécié non au niveau de l'investissement de l'infrastructure, mais à celui de la participation de l'État et de ses établissements publics au financement de celui-ci.

La DG Trésor et France Stratégie ont publié en décembre 2017 un *Guide de l'évaluation socioéconomique des investissements publics*.

¹⁹⁰ Loi n° 2012-1558 du 31 décembre 2012 de programmation des finances publiques pour les années 2012 à 2017.

¹⁹¹ Et si les contributions représentent au moins 5 % du montant total HT du projet d'investissement.

Schématiquement, cette approche consiste à calculer une valeur actuelle nette socio-économique (VAN-SE). Celle-ci se définit comme la somme des bénéfices monétarisés actualisés de laquelle on retranche la somme des coûts monétarisés actualisés, les bénéfices et les coûts étant calculés par différence avec l'option de référence.

Les bénéfices et les coûts comprennent des éléments financiers (exemple : coût d'investissement), mais aussi non financiers (exemple : diplômes permis par l'infrastructure). La prise en compte des éléments non financiers est permise notamment par l'utilisation de valeurs dites « tutélaires », résultant en particulier d'études économiques.

La DGRI souligne que l'OCDE travaille depuis plus de deux ans sur des approches multifactorielles qui ne ramènent pas toute analyse à un aspect quantitatif et devrait publier un rapport à ce sujet en 2019. Elle prévoit, une fois ce rapport publié, de relancer les travaux du groupe de travail « Impact », qui comprend, outre elle-même, 44 infrastructures de recherche, afin d'élaborer une méthodologie commune.

La prise en compte des publications : une difficulté majeure

La principale fonction des TGIR est de permettre la création et la diffusion de connaissances supplémentaires, publiées sous la forme d'articles.

Comme il n'est pas possible de mesurer précisément l'importance d'un article, en particulier sans recul historique suffisant, la méthodologie habituellement retenue consiste à valoriser une publication à hauteur du coût salarial correspondant, le cas échéant majoré en fonction du nombre de citations.

Il en résulte, pour les articles, une valeur actuelle nette nulle avant majoration en fonction du taux de citations, leur valorisation étant strictement compensée par les coûts salariaux correspondants. Même après majoration en fonction du nombre de citations, la valeur actuelle nette demeure très faible.

Ce problème apparaît clairement dans le cas de l'évaluation socio-économique du LHC publiée en 2016 par des économistes de l'université de Milan¹⁹². Pour les raisons indiquées ci-avant, l'article ne prend en compte ni les coûts de personnel ni la publication d'articles, qui s'équilibrent et n'ont donc pas d'impact sur le résultat. La valeur actuelle nette socio-économique serait de 2,9 Md€, comme le montre le tableau ci-après.

¹⁹² Massimo Florio, Stefano Forte, Emanuela Sirtori, « Forecasting the Socio-Economic Impact of the Large Hadron Collider: a Cost-Benefit Analysis to 2025 and Beyond », *Technological Forecasting and Social Change*, novembre 2016.

**Tableau n° 28 : la valeur actuelle nette socio-économique du LHC,
selon des chercheurs de l'université de Milan**

	Md€₂₀₁₃	% coût total
Coût (hors personnel)*	-13,5	-100,0
Bénéfice pour les scientifiques : valeur des publications (citations uniquement)*	0,3	2,1
Bénéfice pour les étudiants et les post-docs : formation de capital humain	5,5	40,7
Bénéfice pour les entreprises et les autres organisations : diffusions technologiques	5,3	39,0
Bénéfice pour le grand public : visite du LHC et autres effets culturels directs	2,1	15,6
Bénéfices de non-usage : la connaissance scientifique comme bien public	3,2	23,7
Total	2,9	121,1

* Les coûts de personnel et la monétarisation des articles, qui par construction s'équilibrent, n'apparaissent pas dans le tableau.

Source : d'après Massimo Florio, Stefano Forte, Emanuela Sirtori, « *Forecasting the Socio-Economic Impact of the Large Hadron Collider: a Cost-Benefit Analysis to 2025 and Beyond* », *Technological Forecasting and Social Change*, novembre 2016

Les deux tiers du bénéfice net proviendraient de la formation de capital humain et des diffusions technologiques.

La formation de capital humain (5,5 Md€) est valorisée à la hauteur du supplément de rémunération, sur la totalité de leur carrière, des 40 000 étudiants et post-doctorats devant utiliser le LHC de 1993 à 2025.

Les diffusions technologiques sont quant à elle calculées comme la somme :

- de l'augmentation de la marge des fournisseurs, en prenant en compte notamment les ventes supplémentaires (environ 2 Md€) ;
- d'une estimation de l'économie suscitée pour les entreprises de l'utilisation de logiciels élaborés par le CERN et mis gratuitement à la disposition des entreprises : ROOT (utilisé essentiellement dans le secteur de la finance) et GEANT4 (utilisé notamment en médecine pour la simulation de l'impact des radiations sur l'ADN) (environ 3,5 Md€).

L'invention du *World Wide Web* au CERN en 1990 par le physicien britannique Tim Berners-Lee, bien que mentionnée par l'article, n'est pas prise en compte.

On relève en particulier que selon cette estimation, la valeur actuelle nette aurait été négative si le CERN n'avait pas mis des logiciels gratuitement à la disposition des entreprises.

Dans le cas d'ESS – seule TGIR *stricto sensu* ayant fait l'objet à ce jour d'une contre-expertise du SGPI –, le rapport de contre-expertise (2014) ne présente paradoxalement pas de calcul socio-économique. Cela s'explique par le court délai imposé pour sa rédaction, mais aussi, vraisemblablement, par la difficulté à mesurer l'impact socio-économique d'une TGIR.

Annexe n° 9 : les difficultés méthodologiques pour consolider les données financières

L'effort de consolidation des données a été rendu complexe du fait d'une part de la diversité des structures juridiques¹⁹³ portant les TGIR et d'autre part de la diversité des sources de financement¹⁹⁴ et de la difficulté à obtenir des données agrégées fiables. Les documents budgétaires¹⁹⁵ nécessitent, en effet, un long travail de reconstruction compte tenu des données actuellement présentées de façon éclatée et disparate. Ces documents ne présentent d'ailleurs que les crédits issus du budget général de l'État hors crédits issus des programmes d'investissement d'avenir.

I - Une maquette budgétaire peu lisible et évolutive dans le temps

A - Les TGIR

Le programme 172 « Recherches scientifiques et technologiques pluridisciplinaires » de la mission interministérielle « Recherche et Enseignement Supérieur » (MIREs) est le principal programme du budget général à porter les crédits dédiés aux TGIR. Au sein de ce programme l'action 13 « Grandes infrastructures de recherche », créée par la LFI 2008, est en théorie destinée à accueillir ces dotations. Or entre 2008 et 2017 le périmètre de l'action 13 a varié. C'est ainsi que jusqu'en 2012, l'action 13 portait également des crédits destinés aux IR dans la mesure où la notion de TGIR dans la feuille de route 2008 couvrait à la fois des TGIR, des IR et des projets qui sont différenciées dans la nomenclature retenue dans les feuilles de routes suivantes.

Ce n'est qu'à partir de 2013 que les crédits de l'action 13¹⁹⁶ ont été ciblés sur les seules TGIR. Les crédits versés à l'Ifremer au titre des TGIR FOF et Euro-Argo ont été inscrits de 2008 à 2014 sur l'action 7 « grandes infrastructures de recherche » du programme 187 « Recherche dans le domaine de la gestion des milieux et des ressources » de la MIREs. A la disparition de ce programme, au PLF 2015, les crédits ont été inscrits sur l'action 13 du programme 172.

Le tableau ci-après récapitule l'évolution des imputations budgétaires principales des TGIR.

¹⁹³ Comme indiqué au chapitre II, peu de TGIR disposent de la personnalité morale et donc de comptes propres.

¹⁹⁴ Outre les crédits issus du budget général, les budgets des TGIR sont alimentés par des crédits européens, des crédits d'autres États, des ressources provenant des collectivités territoriales et des ressources propres.

¹⁹⁵ Le jaune budgétaire intitulé « Rapport sur les politiques nationales de recherche et de formations supérieures » annexé aux projets de lois de finances comporte quelques pages sur les TGIR mais ne comporte aucune donnée quantitative ou financière globale précise.

¹⁹⁶ En raison de leur intérêt stratégique et de leur poids financier, les TGIR sont traitées, à la demande de la direction du budget, dans une brique spécifique « TGIR ».

Tableau n° 29 : l'évolution des imputations budgétaires principales des TGIR

STRUCTURE	IMPUTATION BUDGETAIRE INITIALE			Modalités de versement	IMPUTATION BUDGETAIRE			Modalités de versement
	Programme	Action	Période concernée		Programme	Action	Période concernée	
TGIR internationale IRAM	172	13	2008-2016	SCSP (t3)	172	13	depuis 2017	subvention fléchée (t6)
TGIR CERN-LHC	172	13	depuis 2010	SCSP (t3)	172	13	depuis 2010	SCSP (t3)
TGIR FOF	187	7	2008-2014	SCSP (t3)	172	13	depuis 2015	SCSP (t3)
TGIR Soleil	172	13	depuis 2008	SCSP (t3)	172	13	depuis 2008	SCSP (t3)
TGIR GENCI	172	13	depuis 2008	SCSP (t3)	172	13	depuis 2008	SCSP (t3)
TGIR RENATER	172	13	2010-2015	SCSP (t3)	150	15	depuis 2016	SCSP (t3)
					172	13		
TGIR CFHT	172	13	depuis 2008	SCSP (t3)	172	13	depuis 2008	SCSP (t3)
TGIR Concordia	172	13	depuis 2008	SCSP (t3)	172	13	depuis 2008	SCSP (t3)
TGIR EGO-VIRGO	172	13	depuis 2008	SCSP (t3)	172	13	depuis 2008	SCSP (t3)
TGIR GANIL-SPIRAL 2	172	13	depuis 2008	SCSP (t3)	172	13	depuis 2008	SCSP (t3)
TGIR ORPHEE	172	13	depuis 2008	SCSP (t3)	172	13	depuis 2008	SCSP (t3)
TGIR XFEL	172	13	depuis 2008	SCSP (t3)	172	13	depuis 2008	SCSP (t3)
TGIR FAIR	172	13	depuis 2008	SCSP (t3)	172	13	depuis 2008	SCSP (t3)
TGIR IODP/ECORD	172	13	depuis 2008	SCSP (t3)	172	13	depuis 2008	SCSP (t3)
TGIR PROGEDO	172	13	depuis 2012	SCSP (t3)	172	13	depuis 2012	SCSP (t3)
TGIR HUMA-NUM	172	13	depuis 2012	SCSP (t3)	172	13	depuis 2012	SCSP (t3)
TGIR IDRIS	172	13	depuis 2008	SCSP (t3)	172	13	depuis 2008	SCSP (t3)
TGIR ICOS	172	13	depuis 2008	SCSP (t3)	172	13	depuis 2008	SCSP (t3)
TGIR EURO-ARGO	187	7	2008-2014	SCSP (t3)	172	13	depuis 2015	SCSP (t3)
TGIR internationale ILL	172	13	2008-2015	SCSP (t3)	172	17 et 13	depuis 2016	SCSP (t3) et subvention fléchée (t6)
TGIR internationale ESRF	172	13	2008-2015	SCSP (t3)	172	17 et 13	depuis 2016	SCSP (t3) et subvention fléchée (t6)
TGIR internationale ESS	172	13	2014-2016	SCSP (t3)	172	17	depuis 2016	subvention fléchée (t6)

Source : Cour des comptes

Le ministère a indiqué que la répartition sur plusieurs actions permet d'obtenir un meilleur pilotage des crédits puisque ce procédé permet notamment de distinguer les dépenses internationales (titre 6) de la SCSP des opérateurs (titre 3) et donc d'amortir les effets d'éventuelles régulations budgétaires.

Au-delà du programme 172, il est apparu au cours de l'instruction que plusieurs autres programmes de la MIREs (150¹⁹⁷, 190¹⁹⁸, 214¹⁹⁹, 231²⁰⁰) ainsi que le programme 129²⁰¹ de la mission « Direction de l'Action du Gouvernement » contribuaient au financement des TGIR sans que cela soit toujours mentionné dans les documents budgétaires.

B - Les OI

L'intégralité des contributions françaises aux organisations scientifiques internationales est versée à partir du programme 172 de la MIREs. Comme pour les TGIR, l'architecture budgétaire a connu des évolutions. Celles-ci sont retracées dans le tableau ci-après.

¹⁹⁷ Formations supérieures et recherche universitaire

¹⁹⁸ Recherche dans les domaines de l'énergie, du développement et de la mobilité durable.

¹⁹⁹ Soutien de la politique de l'Éducation Nationale.

²⁰⁰ Vie étudiante.

²⁰¹ Coordination du travail gouvernemental

Tableau n° 30 : l'évolution de l'imputation budgétaire des OI²⁰²

	IMPUTATION BUDGETAIRE INITIALE				IMPUTATION BUDGETAIRE			
STRUCTURE	Programme	Action	Intitulé de l'action	Période concernée	Programme	Action	Intitulé de l'action	Période concernée
EMBL	172	5	Recherches scientifiques et technologiques en sciences de la vie, biotechnologie et santé	2008-2013	172	15	Recherches scientifiques et technologiques en sciences de la vie et de la santé	depuis 2014
EMBO	172	5		2008-2013	172	15		depuis 2014
CERN	172	8	Recherches scientifiques et technologiques en physique nucléaire et hautes énergies	2008-2014	172	17	Recherches scientifiques et technologiques dans le domaine de l'énergie	depuis 2015
ESO	172	9	Recherches scientifiques et technologiques en sciences de la terre, de l'univers et de l'environnement	2008-2014	172	18	Recherches scientifiques et technologiques dans le domaine de l'environnement	depuis 2015
CEPMMT	172	9		2008-2014	172	18		depuis 2015

Source : Cour des comptes

Deux OI ont également reçu des crédits à partir de l'action 13 du programme 172 :

- le CERN de 2010 à 2014 et en 2016 (environ 1 % de la dotation inscrite sur l'action principale d'imputation) ;
- l'ESO de 2010 à 2012 (environ 10 % de la dotation inscrite sur l'action principale d'imputation).

II - Les autres difficultés méthodologiques rencontrées

A - Les écarts relevés dans les documents budgétaires (PAP/RAP)

Les dépenses supportées par les opérateurs au titre des TGIR peuvent être supérieures à la part de leur SCSP imputée sur l'action 13 du programme 172. Les opérateurs peuvent, en effet, y consacrer une part de leurs ressources propres (CEA). Dans d'autres cas (CNRS), des compléments peuvent être apportés²⁰³ par un institut sous sa propre enveloppe budgétaire pour contribuer, au-delà de l'action 13, au financement d'une TGIR jugée particulièrement

²⁰² EMBO a été mentionnée dans le tableau car c'était une OI jusqu'en 2016.

²⁰³ C'est également le cas pour la TGIR Concordia, pour laquelle l'IPEV a augmenté les montants prévus à l'action 13 du programme 172 par une partie de sa SCSP perçue au titre de l'action 9. On retrouve le même mouvement avec la Flotte pour l'Ifremer en 2016 qui a notamment consacré des crédits reçus au titre de l'action 14 du programme 172.

stratégique. De surcroît, les données mentionnées dans les RAP concernent, s'agissant de l'action 13 du programme 172, les dépenses exécutées par les opérateurs qui peuvent ainsi être supérieures aux montants reçus²⁰⁴ ou intégrer les montants en provenance d'autres programmes de la MIRE (150 ou 190). À l'inverse, les montants effectivement versés peuvent être inférieurs à ceux prévus en PLF du fait de la non levée de la réserve de précaution.

B – Des périmètres « mouvants » : le schéma budgétaire des calculateurs

Le RAP de l'action 13 contient un tableau intitulé « détail des dépenses exécutées par opérateurs, par TGIR et par nature », qui présente par opérateurs les financements apportés par opération. Or ces opérations ne recouvrent pas strictement le périmètre des TGIR. Ainsi figure dans ce tableau dans la rubrique « CNRS » une opération IDRIS²⁰⁵. Or cet équipement figurait dans la feuille de route 2012 sous la rubrique GENCI. Les montants versés par le CNRS à l'IDRIS servent à assurer les coûts de fonctionnement²⁰⁶ du supercalculateur/stockage de GENCI hébergé à l'IDRIS. GENCI pour sa part finance²⁰⁷, conformément à la convention qui le lie au CNRS, les travaux d'évolution majeure du centre.

Plus généralement, les schémas budgétaires des calculateurs varient en fonction de leur usage et des centres. La règle générale pose le principe d'un financement par GENCI des équipements installés dans les centres sur les bases d'éligibilité suivantes :

- travaux de raccordement d'un ordinateur et d'un stockage dans une salle machine d'un centre de calcul ;
- acquisition des investissements calculateurs, stockages/traitement de données associés ;
- coûts de fonctionnement associés, limités à la maintenance et au support issus des marchés d'investissement ;
- coûts nets du démantèlement.

Dans le cas particulier du CEA-TGCC, le conseil de GENCI a décidé en 2010²⁰⁸ que tous les coûts de fonctionnement du ordinateur dédié, pour tout ou partie, à l'usage de PRACE Aisbl (machine Tier-0 française au TGCC (Curie et Joliot-Curie), c'est-à-dire ouvert aux communautés utilisatrices européennes), seraient financés sur le budget de GENCI.

En plus des coûts identifiés découlant de la règle générale, GENCI finance sur son budget propre les services et équipements suivants, dont il n'est pas propriétaire :

- les charges, consommations diverses et prestations, payées par le CEA nécessaires à l'hébergement du ordinateur, à savoir :
- le maintien en condition opérationnel du centre, de l'environnement technique et du poste haute tension (gardiennage, maintenance infrastructure, etc.) ;
- les fluides (électricité et eau) ;

²⁰⁴ C'est le cas par exemple de la TGIR IRAM. Au PLF 2017 le montant inscrit était de 6,682 M€ mais le CNRS a versé à cette TGIR un montant de 7,605 M€.

²⁰⁵ Institut du développement et des ressources en informatique.

²⁰⁶ Fluides, infrastructure d'hébergement, personnel.

²⁰⁷ Remplacement des groupes électrogènes et de climatisation.

²⁰⁸ Conseil du 14 décembre 2010.

- le droit d'utilisation qui sert à financer des équipements financés et directement mis en place par le CEA (servitudes, lignes et poste haute tension) ;
- l'environnement informatique du centre (acquisition et maintenance) ;
- les coûts d'exploitation et d'utilisation du calculateur (personnel infogérance ou CEA).

Jusqu'en 2017, ces coûts étaient retracés dans le budget de GENCI sur une ligne de fonctionnement « exploitation TGCC ». En 2018 et à la suite de la décision du MESRI de transférer directement une partie de sa contribution GENCI vers le CEA pour financer les coûts d'exploitation du TGCC, ces coûts sont retracés dans le budget 2018 de GENCI sur deux lignes :

- transfert exploitation TGCC MESRI vers le CEA pour 6,305 M€ ;
- droit d'utilisation TGCC pour 2,282 M€.

Concernant le CINES²⁰⁹, GENCI ne finance pas les coûts de fonctionnement du calculateur et applique la règle générale rappelée ci-dessus²¹⁰.

C -Les limites des systèmes d'information

L'absence d'un système d'information unifié entre opérateurs permettant une remontée d'informations fiables au ministère constitue une limite importante à l'effort d'agrégation des données. Le CEA et le CNRS ont ainsi expliqué qu'il était difficile de fournir les données sur les périodes antérieures à 2012, compte tenu des changements des systèmes d'information. Cette absence de système d'information unifié et l'insuffisante consolidation de l'information financière nuit sans conteste à l'efficacité du pilotage et du suivi tant du ministère que des deux principaux opérateurs (CEA et CNRS).

En ce qui concerne le PIA, les rapporteurs ont interrogé le SGPI, le MESRI et l'ANR pour connaître les montants reçus par les TGIR au titre des PIA 1 et 2. Il s'est révélé difficile d'identifier dans les systèmes d'information les sommes versées au titre des PIA, pour deux raisons majeures :

- les TGIR n'ont pas toujours de personnalité morale propre permettant de les identifier clairement en tant qu'établissement coordonnateur ou partenaire d'un projet ;
- le conventionnement PIA, convention entre l'ANR et l'établissement coordinateur et conventions de reversement entre l'établissement coordonnateur et les établissements partenaires, ne permet pas d'identifier les versements exacts vers chacun d'entre eux. On ne peut donc identifier que les versements vers un projet au global.

²⁰⁹ Centre Informatique National de l'Enseignement Supérieur.

²¹⁰ Ainsi, conformément aux statuts de GENCI, ce dernier a financé en 2018 des moyens de pré/post traitement (nœuds larges/visualisation graphique) attachés à la machine Occigen de GENCI (0,25 M€ investissement + maintenance). Pour 2019, GENCI prévoit de financer des moyens de stockage et la maintenance associée.

Annexe n° 10 : quelques exemples de projets soutenus par le PIA

Le PIA est intervenu et intervient ponctuellement dans le financement de plusieurs infrastructures de recherche au sens de la SNIR. Les actions du PIA ont permis de financer tout d'abord la phase de mise en place des équipements. Il s'agissait donc évidemment de l'acquisition de matériel déjà existant mais aussi de l'adaptation de locaux et, parfois, de la conception, de la mise en place et de la mise en route de systèmes complexes qui nécessitaient le recrutement d'ingénieurs. L'action « équipements d'excellence » du programme « Projets thématiques d'excellence » vise à investir dans les équipements de recherche de valeur intermédiaire (20 M€ maximum). Certains équipements d'IR peuvent être financés au titre d'un projet Equipex (PETAL, RESIF, GENCI, jouvence du *Marion Dufresne*²¹¹) mais cette action n'a pas vocation à soutenir directement une IR figurant dans la SNIR. L'action Equipex a aussi permis de financer le début des phases de fonctionnement pour faciliter le démarrage de ces équipements et accompagner le modèle économique. Sous réserve des précisions méthodologiques évoquées plus haut, il est possible d'identifier 7 TGIR comme coordinateurs ou partenaires d'un des 18 projet PIA (15 Equipex et 3 Labex), ainsi qu'en sens inverse des collaborations sans flux financiers.

1) Les TGIR identifiées comme coordinateurs ou partenaires d'un projet PIA

L'action du PIA a permis le développement d'infrastructures déjà existantes (par exemple le cas pour les Equipex « équip@Meso » pour GENCI et GANIL). Dans ce cas, le PIA a permis d'aider l'infrastructure de recherche à compléter son offre d'équipements ou à multiplier les nœuds lorsqu'elle est en réseau.

Les TGIR concernées sont au nombre de 7, à savoir FOF (établissement coordinateur de l'Equipex Thalassa), IRAM (établissement coordinateur de l'Equipex NOEMA), ESRF (établissement partenaire de l'Equipex ECOX), SOLEIL (établissement coordinateur des Equipex NANOIMAGES-X et ROCK, et établissement partenaire des Equipex ATTOLAB, CILEX, THOMX et Morphoscope2 et des Labex ICOME2, NANOSACLAY et PALM), GANIL-Spiral2 (établissement coordinateur des Equipex S3 et DESIR, et établissement partenaire de l'Equipex REC-HADRON), GENCI (établissement coordinateur des Equipex EQUIPE@Meso et STOCKAGE GENCI) et RENATER (établissement partenaire de l'Equipex REFIMEVE+).

Le tableau ci-après donne une évolution temporelle des dépenses pour chacune de ces 7 TGIR coordinatrice ou partenaire d'un des 18 projets PIA. À la fin 2017, on note que 40,5 M€ de fonds PIA ont été dépensés dans le cadre de ces projets.

²¹¹ Dans le cas de la jouvence du *Marion Dufresne*, il n'y a pas eu création d'un équipement de recherche. Le financement par le PIA était juste un vecteur financier

Tableau n° 31 : Equipex/Labex – dépenses des TGIR coordonnatrices ou partenaires des projets PIA

Action Code Historique	Acronyme	Etablissement partenaire	Aide Consommée 2011	Aide Consommée 2012	Aide Consommée 2013	Aide Consommée 2014	Aide Consommée 2015	Aide Consommée 2016	Aide Consommée 2017
EQPX	ATTOLAB	Synchrotron Soleil	0	0	0	0	0	70 170	0
EQPX	CILEX	Synchrotron Soleil	0	0	0	0	0	29 705	13 555
EQPX	DESIR	GIE Grand Accélérateur National D'ions Lourds	0	0	22 803	71 581	34 246	141 382	120 878
EQPX	EcoX	European Synchrotron Radiation Facility	0	0	99 129	166 276	320 902	462 708	945 112
EQPX	EQUIP@MESO	Grand Equipement National De Calcul Intensif	22 248	64 522	56 407	5 437	3 778	6 903	13 718
EQPX	GENCI	Grand Equipement National De Calcul Intensif	0	0	0	0	0	0	1 200 000
LABX	ICOME2	Synchrotron Soleil	0	0	0	0	0	0	0
EQPX	MORPHOSCOPE 2	Synchrotron Soleil	0	0	0	0	0	0	165 484
EQPX	NANOIMAGESX	Synchrotron Soleil	0	0	151 404	658 026	748 961	798 120	2 524 001
LABX	Nano-Saclay	Synchrotron Soleil	0	4 000	0	17 680	1 560	9 755	3 702
EQPX	NOEMA	Institut Radio Astronomie Millimétrique	4 733	1 933 040	4 890 711	3 171 513	0	0	0
LABX	PALM	Synchrotron Soleil	0	960	114 061	156 211	48 619	50 251	55 573
EQPX	REC-HADRON	GIE Grand Accélérateur National D'ions Lourds	0	0	0	0	0	0	0
EQPX	REFIMEV+	RENATER	0	0	0	0	0	0	0
EQPX	ROCK	Synchrotron Soleil	35 456	132 458	1 246 629	915 807	135 346	69 937	18 595
EQPX	S3	GIE Grand Accélérateur National D'ions Lourds	1 114	196 282	441 246	2 284 165	1 428 367	787 810	789 542
EQPX	THALASSA	IFREMER	0	0	0	0	0	1 058 988	11 608 011
EQPX	ThomX	Synchrotron Soleil	0	0	0	0	0	0	0

Source : ANR – juillet 2018

2) Les projets financés par le PIA sans qu'il soit possible de tracer avec précision les flux financiers

Dans le cas de la TGIR FOF, on peut rapprocher l'avenant à l'Equipex CLIMCOR portant sur la jouvence du *Marion Dufresne II* à une prestation pour la TGIR, même si à la date de contractualisation, les bénéficiaires des fonds ne portent pas l'infrastructure de recherche. L'avenant portait sur 13 M€ d'aides et a fait intervenir un nouveau partenaire sur le projet CLIMCOR, le GIE MD. Cette partie du projet a été clôturée le 31/12/2015. Le GIE MD a déclaré comme dépenses : 2 290 570 € sur l'année 2014 et 10 706 482€ sur l'année 2015

Dans le cas de la TGIR Euro-Argo, il est très difficile de définir avec précision les périmètres d'intervention respectifs de la TGIR et du projet Equipex NAOS. Après échanges avec le responsable scientifique et technique du projet, on peut dire que l'Equipex a des liens très forts avec la TGIR dans le sens où :

- l'Equipex finance l'achat de 15 flotteurs par an, la TGIR en finançant 65 de son côté, dans une démarche de co-financement (et non de prestation) ;
- l'Equipex, en avance de phase, développe et expérimente de la R&D qui pourrait à terme être déployée comme nouveau standard par la TGIR.

En synthèse, on peut, après analyse, donner les chiffres de dépenses suivants (à fin 2017) : 7 128 870€ de dépenses du projet NAOS, 3 745 734,74 € de dépenses de l'établissement coordinateur Ifremer et environ 1,25 M€ de dépenses d'Ifremer sur le *work-package* 1, dépenses d'équipements pour la TGIR.

3) Les collaborations identifiées sans flux financiers

Sans garantir l'exhaustivité, il est possible de mentionner les cas de GENCI et d'Huma-Num.

Dans le cas de GENCI, le projet MAPPING (bio-informatique) déclare 280 000 h de calcul à GENCI en tant que cofinancement, sans aucun flux financier.

Huma-Num permet à plusieurs projets de recherche SHS financés par les Labex LASCARBX, COMOD, IMU, LABEXMED d'avoir accès à des licences logicielles, à un espace partagé, à la mise à disposition de développements issus de la recherche (archivage, 3D...). Cela se fait sans contrepartie financière, les laboratoires membres ayant un accès gratuit. L'Equipex ORTOLANG met lui gratuitement à disposition de la TGIR sa base de données et en contrepartie la TGIR transmet systématiquement les demandes relevant des sciences du langage à l'Equipex ORTOLANG.

Annexe n° 11 : méthodologie et livrables de l'enquête sur les coûts complets

La méthodologie retenue a associé un maximum d'acteurs et d'outils. Les travaux relatifs aux coûts complets ont été initiés en novembre 2016 à l'occasion de la mise à jour 2018 de la feuille de route nationale des infrastructures de recherche. Le MESRI a alors mis en place en janvier 2017 une structure de projet regroupant, outre la DGRI²¹² et la DAF ministérielle, des directeurs financiers d'organismes²¹³, un représentant de la CPU et cinq infrastructures pilotes²¹⁴ pour définir les modalités de l'enquête coûts complets, se prononcer sur certains aspects méthodologiques et valider le processus d'élaboration des coûts complets. Un guide méthodologique a ainsi été élaboré, complété de fiches thématiques, foire aux questions, site collaboratif²¹⁵, adresse mail générique, etc., précisant les livrables (trois) et les méthodes de calculs des coûts arrêtées.

La DGRI a organisé une réunion plénière de présentation de la méthodologie le 2 février 2017 à destination des correspondants ainsi que des ateliers pratiques par typologie d'infrastructures²¹⁶. Une seconde session d'atelier a été organisée en avril 2017.

La direction des affaires financières du ministère a été associée à cette étude du fait de son expertise comptable et a, en particulier, fourni des informations statistiques sur les rémunérations moyennes des personnels de l'enseignement supérieur par corps et grade²¹⁷.

Trois livrables ont été élaborés qui devaient être validés par les opérateurs : sur les coûts complets, les ressources humaines et les ressources financières.

a) Le livrable sur les coûts complets retrace tous les coûts liés à une infrastructure. Six catégories de coûts ont été identifiées, calculés au réel ou au forfait :

- les « gros » investissements (construction, jouvence) : coût calculés sur la base de l'amortissement, au prorata de la durée de vie estimée de l'IR (et non sur la durée comptable d'amortissement) ;
- les investissements « courants » (investissements destinés à maintenir le niveau de performance de l'infrastructure) : ils sont pris en compte budgétairement (c'est-à-dire sur la base des dépenses prévues ou réalisées au budget) ou par une moyenne de l'exécuté des dernières années ;
- les dépenses de fonctionnement : elles sont prises en compte budgétairement ;
- les dépenses de personnel : elles sont prises en compte budgétairement ;

²¹² Département des TGIR et chef du service SPFCO

²¹³ DAF du CEA, du CNRS, de l'INSERM, de l'Ifremer et de l'INRA.

²¹⁴ Synchrotron SOLEIL pour le domaine de la physique nucléaire, OZCAR et ACTRIS dans le domaine de l'environnement, PROFI dans le domaine de la biologie, HAL dans le domaine de l'information scientifique et technique.

²¹⁵ Le site collaboratif ABACUS créé sur le site Pleiade du MESRI permet à tous les acteurs du processus coûts complets des infrastructures de recherche d'accéder aux documents nécessaires.

²¹⁶ Monosites, distribuées et virtuelles.

²¹⁷ Les données similaires pour les agents des organismes n'étant pas disponibles en centrale, ceci est resté à la discrétion des organismes qui ont fourni soit des données moyennes soit les données réelles.

- les coûts indirects : ils sont pris en compte forfaitairement²¹⁸ ou au réel ;
- le démantèlement : au prorata de la durée de vie estimée de l'infrastructure.

b) – Un livrable sur les RH ventile la masse salariale²¹⁹ et les ETPT par type d'agents (fonctionnaires & CDI, CDD « permanents », CDD de projet) et par financeurs (récurrents, exceptionnels).

c) – Un livrable sur les ressources ventile les contributions reçues par l'infrastructure par nature (subvention, mise à disposition d'agents, de locaux, autres contributions en nature) et par contributeur en distinguant les contributeurs récurrents et les contributeurs exceptionnels. Cette distinction est importante car les contributions exceptionnelles (par exemple le PIA) sont par construction moins pérennes que les contributions récurrentes. Leur équilibre permet donc de caractériser la solidité ou la fragilité de la structure et donc d'en tirer des analyses sur sa pérennité potentielle.

²¹⁸ Le taux de 25 % est le taux retenu par la Commission européenne pour subventionner les projets de recherche à leur coût complet.

²¹⁹ Sur la base des salaires bruts réels primes incluses ou à défaut à partir des coûts moyens budgétaires des différentes catégories d'agents.

Annexe n° 12 : les résultats de l'enquête sur les coûts complets

Les travaux sur les coûts complets des infrastructures se sont achevés en octobre 2017 au terme d'un processus d'une dizaine de mois²²⁰.

Une première présentation publique des résultats a été faite le 9 mars 2018, en présence de 150 participants représentant les infrastructures, les instances de pilotage des TGIR et les services de la DGRI.

Une présentation a également été faite au forum ESFRI au début du mois de juillet 2018 suscitant l'intérêt tant de la Commission européenne que celui des représentants des autres pays. Un rapport de synthèse analysant l'ensemble des données remontées a été produit par la DGRI en septembre 2018. Les alliances ont indiqué vouloir se saisir de ces résultats pour nourrir leur réflexion sur les domaines à soutenir prioritairement et les moyens à mobiliser par grandes thématiques.

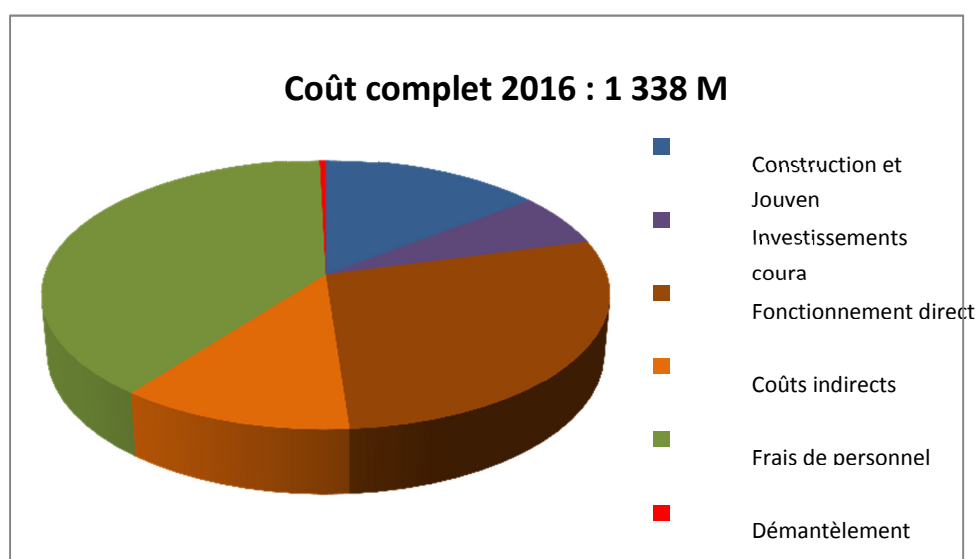
Hors les acteurs susmentionnés, les résultats de ces travaux n'ont pas été diffusés, au moment de l'instruction, aux interlocuteurs tels que la DAF du ministère ou la direction du budget et ne sont donc pas partagés avec eux.

Les résultats présentés concernent les infrastructures de recherche en fonctionnement effectif au cours de l'année 2016. En ce qui concerne l'analyse des coûts, les résultats sont donnés sur la base des contributions françaises pour les OI et IR internationales. Les IR en construction ou en projet représentaient en 2016 un coût pour la France de 36 M€. La contribution française actuelle à ces constructions a vocation à être intégrée dans le coût complet qui pourra être calculé à partir de leur mise en service.

Sur les coûts complets 1 338 Md€ de dépenses tracées

L'effort français en faveur des IR est réparti en 39 % de coûts de personnel, 40 % de coûts de fonctionnement et 21 % d'investissements. Les coûts de démantèlement identifiés lors de cette première enquête représentent une fraction négligeable du coût complet.

²²⁰ Une mention de cette enquête est faite dans le rapport *Strengthening the effectiveness and sustainability of international research infrastructures* publié par l'OCDE en décembre 2017.



Source : DGRI, synthèse de l'enquête sur les coûts complets et ressources des infrastructures de recherche de la feuille de route nationale 2016.

Les coûts relatifs aux opérations de démantèlement, estimés à 0,4 % sur la base des données actuelles, sont en-deçà de la réalité compte tenu de l'absence d'estimation pour plusieurs infrastructures internationales (CFHT, CTA, FAIR, ESS, E-XFEL, CERN en particulier). Dans le cas du CERN, les engagements spécifiques de la France en tant que pays hôte pourraient se traduire par un montant significatif.

La part des investissements (22 % en tout) est au-dessus des valeurs que l'on trouve habituellement dans les budgets des IR en fonctionnement. Cela s'explique par le fait que l'on prend en compte ici des coûts de construction initiale, actualisés et répartis sur une base annuelle pour les IR en fonctionnement.

Compte tenu de cet effet, les dépenses salariales représentent 39 % en moyenne du coût complet, même si elles représentent souvent un ordre de grandeur de 50 % du budget des IR en fonctionnement.

Le poids relatif des six postes de dépenses retenus dans la méthodologie apparaît comme fortement variable par secteur, et par IR à l'intérieur de chaque secteur. **Les dépenses de personnel représentent le premier poste de dépenses dans six secteurs sur neuf** (soit 39 % des coûts en moyenne, 529 M€), suivi par les coûts de fonctionnement directs dans deux secteurs (27 %, 366 M€). Les coûts de construction et de jouvence n'apparaissent comme premier poste de dépense que dans un seul secteur (énergie). Le tableau 1, ci-dessous, retrace cette répartition.

Tableau n° 32 : répartition des postes de coûts des IR et TGIR par domaine scientifique

(en M€)	Système Terre et environ- nement (22 IR / TGIR)	Biologie et santé (23 IR / TGIR)	Sciences de la matière et ingénierie (15 IR / TGIR)	Physique nucléaire et hautes énergies (6 IR / TGIR)	Numérique et mathématis- ques (8 IR / TGIR)	Sciences humaines et sociales (4 IR / TGIR)	Astronomie et astrophysique (8 IR / TGIR)	information scientifique et technique (4 IR / TGIR)	Énergie (5 IR / TGIR)	Total
Construction et jouvence	15 %	6 %	24 %	22 %	14 %	0 %	27 %	0 %	33 %	16 %
Investissements courants	5 %	10 %	3 %	6 %	12 %	0 %	5 %	17 %	5 %	7 %
Fonctionnement direct	33 %	25 %	26 %	17 %	45 %	25 %	19 %	26 %	11 %	27 %
Coûts indirects	16 %	19 %	7 %	4 %	5 %	20 %	6 %	20 %	21 %	12 %
Frais de personnel	31 %	40 %	38 %	51 %	24 %	54 %	43 %	38 %	29 %	39 %
Démantèlement	0 %	0 %	1 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	2 %	0 %
Total :	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

Source : Cour des comptes à partir de données DGRI. Sur fond coloré figure le 1^{er} poste de coûts de chaque secteur

Le poids relatif de chaque secteur scientifique n'est pas proportionnel au nombre d'IR qu'il regroupe. Les **quatre secteurs totalisant les masses financières les plus importantes représentent 80 % des dépenses** pour moins de 70 % de infrastructures. Le tableau 2, ci-dessous, retrace cette répartition.

Tableau n° 33 : coûts totaux et moyens des IR par secteur

Secteur scientifique	Total des coûts (en M€)	Nombre d'IR	Coût moyen / IR (en M€)	5 IR les + importantes budgétairement / groupe (total coûts complets en M€ ; part total du secteur ; catégorie (TGIR/IR/OI))
Système Terre et environnement	319	22	14,50	1- FOF : 92 M€ (29 %) -> TGIR 2- Pôle de données : 33 M€ (10,5 %) -> IR 3- Recolnat : 32 M€ (10 %) -> IR 4- RARE : 22 M€ (7 %) -> IR 5- ANAE : 18 M€ (5,6 %) -> IR
Biologie et santé	290	23	12,61	1- FLI : 64 M€ (22 %) -> IR 2- CELPHEDIA : 44 M€ (15 %) -> IR 3- FranceGENOMIQUE : 40 M€ (14 %) -> IR 4- IFB : 19,5 M€ (7 %) -> IR 5- FBI : 19,5 M€ (7 %) -> IR
Sciences de la matière et de l'ingénierie	254	15	16,93	1- SOLEIL : 75 M€ (30 %) -> TGIR 2- ILL : 34 M€ (13,5 %) -> TGIR 3- RENATECH : 32,5 M€ (13 %) -> IR 4- Orphée/LLB : 29,5 M€ (11,5 %) -> TGIR 5- ESRF : 29 M€ (11,5 %) -> TGIR
Physique nucléaire et hautes énergies	246	6	41,00	1- CERN : 154 M€ (63 %) -> OI 2- GANIL-SPIRAL2 : 39 M€ (16 %) -> TGIR 3- CERN-LHC : 27,5 M€ (11 %) -> TGIR 4- EGO-Virgo : 8,5 M€ (3,5 %) -> TGIR 5- FAIR : 6 M€ (2,5 %) -> TGIR
Total cinq autres secteurs	256	29	8,83	1- GENCI : 48,5 M€ (46 %) -> TGIR - Numérique et mathématiques 2- RnMSH : 44 M€ (72 %) -> IR - SHS 3- ESO : 48 M€ (27,5 %) -> TGIR - Astronomie astrophysique 4- RENATER : 23 M€ (22 %) -> TGIR - Numérique et mathématiques 5- COLLEX-PERSEE : 22 M€ (94 %) - Information scientifique et technique
Total	1365	95	14,68	

Source : Cour des comptes à partir de données DGRI. Sur fond coloré figure la plus importante valeur de chaque colonne

L'analyse par secteur permet de dégager les principaux éléments suivants :

- Sur le secteur « **système Terre et environnement** », on note le **poids financiers particulier de FOF (92 M€, 29 % du total du secteur)** compte tenu de l'importance des investissements dans la construction et le renouvellement des navires et le poids très limité des autres TGIR (CEPPMT, Concordia, ECORD/IODP et ARGO) par rapport à d'autres IR considérées comme moins stratégiques (IR « Pôle de données » : 33 M€, 10 % du secteur), ce qui amène à s'interroger sur la définition des TGIR. La structure du coût complet des infrastructures du secteur est très proche de la répartition moyenne pour l'ensemble de la feuille de route, la différence majeure étant un niveau moins important de frais de personnel (32 % au lieu de 39 %, compensé par des frais de fonctionnement un peu plus importants (49 % au lieu de 40 %, en incluant les coûts indirects).
- Sur le secteur « **biologie et santé** », **une seule TGIR apparaît, EMBL**, avec un poids très **modeste** (6,5 % du total) par rapport à d'autres infrastructures, notamment l'IR FLI (imagerie scientifique, 22 %). La structure des coûts se distingue de la moyenne de la feuille de route par la valeur plus faible de l'investissement en construction et jouvence (6 % au lieu de 15 %), ce qui est logique du fait que ce secteur ne dispose pas de grosses constructions comme on peut en voir pour la physique nucléaire ou l'astronomie. Le secteur se caractérise en outre par sa main d'œuvre significative : 1 700 ETPT au total. En termes

de coût global, on retrouve le pourcentage de la feuille de route (39 % de frais de personnel) mais avec un coût par ETPT en dessous de la moyenne (60 k€ par ETPT au lieu de 67 k€), qui s'explique notamment par un recours plus important à des contrats à durée déterminée. C'est dans ce secteur que les ressources exceptionnelles sont le plus importantes, notamment en provenance du PIA qui a financé en 2016 les 16 infrastructures du domaine à hauteur de 43 M€, soit 19 % des ressources totales (232 M€). Ce programme qui a fait émerger ces infrastructures notamment avec un appel à projets qui leur était dédié en 2010, leur confère aujourd'hui une fragilité intrinsèque du fait de la non pérennité de ces financements.

Le secteur biologie et santé est également celui qui bénéficie le plus de financements de nature privée, de l'ordre de 12 M€ en 2016, en provenance notamment des industries de santé, même si cela reste très faible au regard des ressources totales, 5 %.

- Le secteur relatif aux « **sciences de la matière et ingénierie** » présente un **nombre élevé de TGIR** par rapport au total d'IR du secteur (6 infrastructures sur 14), qui se placent en tête en termes de budgets. Ce secteur comprend trois grosses infrastructures dont le budget est de l'ordre de la centaine de millions d'euros : SOLEIL, ILL et ESRF, les deux dernières apparaissant en retrait pour les coûts complets du fait que la France ne les finance que partiellement. Les sciences de la matière et l'ingénierie arrivent en quatrième position, avec un coût complet de 229 M€, mais il convient de noter que ce sont des IR qui desservent de très large communautés (biologistes, chimistes, physiciens...). Cela serait important à prendre en compte si l'on voulait apprécier le poids des infrastructures utilisées par chaque communauté disciplinaire. La structure des coûts fait apparaître des coûts de construction et jouvence supérieurs à la moyenne des IR (19 % contre 15 %) et des frais de personnel également supérieurs (41 % contre 39 %), ce qui peut être directement relié au statut de sociétés civiles des trois TGIR citées précédemment qui se traduit par un niveau salarial plus élevé. Le niveau limité des coûts indirects est également lié à ces grosses sociétés civiles, qui inscrivent dans leur budget la quasi intégralité de leurs coûts du fait qu'elles emploient directement leurs personnels et sont propriétaires de leurs bâtiments.

- Le secteur « **Astronomie et astrophysique** » comprend une majorité d'infrastructures internationales. Il est dominé par une organisation internationale, l'ESO (*European Southern Observatory*) qui représente à elle seule la moitié du coût complet identifié. Le poids d'ESO se reflète dans la structure du coût complet avec un niveau d'investissement élevé (30 %) qui s'explique essentiellement par la construction en cours de l'ELT (*Extremely Large Telescope*). Dans une moindre mesure, l'IRAM (institut de radio astronomie millimétrique) maintient un niveau d'investissement élevé du fait des nouvelles antennes en cours de construction. Les infrastructures d'astrophysique et d'astronomie ont le même profil que celles en sciences de la matière et ingénierie (frais de personnels au-dessus de la moyenne et coûts indirects limités), pour les mêmes raisons

- Sur le secteur « **physique nucléaire et des hautes énergies** », on note le **poids particulier des dépenses de personnel (51 % du total)** et le poids relativement léger des dépenses de construction, jouvence et fonctionnement. Le CERN (hors LHC) pèse à lui seul près de 63 % des dépenses du secteur. À noter qu'une majorité des infrastructures de ce secteur

sont des TGIR et **qu'ITER est sortie du périmètre de la SNIR, bien qu'il y ait été inclus jusqu'en 2012**²²¹.

Sur les ressources : 886 M€ de contributions tracées

Au global, selon l'étude, les ressources des IR/TGIR se répartissent de la manière suivante :

- Opérateurs nationaux de recherche : 56 % (dont CEA + CNRS seuls 38 %)
- PIA : 9 %
- Universités & CHU : 7 %
- État (contribution directe hors dotation opérateurs) : 4 %
- Europe : 2 %
- CPER volet collectivités territoriales : 2 %
- ANR : 1 %
- Autres : 19 % (dont secteur privé 3 %)

Les infrastructures françaises affichent 76 % de contributions « récurrentes » (financières ou en nature) et 24 % de contributions « exceptionnelles ». La structure varie fortement selon les secteurs -et entre IR au sein de chaque secteur.

L'importance des ressources non récurrentes dans les budgets des infrastructures de recherche de la feuille de route (25 % en moyenne des ressources) est un signe de leur dynamisme et de leur capacité à faire valoir leur performance dans des appels d'offre compétitifs, qu'ils soient nationaux ou internationaux. Mais un niveau élevé de ressources exceptionnelles est aussi une fragilité pour des infrastructures qui veulent s'inscrire de manière durable dans le paysage de la recherche après avoir démontré leur pertinence.

²²¹ Cf. SNIR 2012 p. 47 : « ITER est un objet unique à l'échelle mondiale pour valider la faisabilité scientifique et technologique de l'énergie de fusion par confinement magnétique. Étant donné les enjeux et le poids financier spécifique d'ITER, il n'est pas inclus dans le périmètre du Comité directeur des TGIR. »

**Tableau n° 34 : part des ressources exceptionnelles
en fonction des secteurs scientifiques (en k€)**

Les tableaux n° 34 à 40 qui suivent sont extraits de l'enquête sur les coûts complets de la DGRI

Secteur scientifique	Ressources exceptionnelles	Ressources totales	Ratio (%)
Astronomie et astrophysique	1 101	14 730	7 %
Biologie et santé	103 013	232 105	44 %
Énergie	4 661	9 046	52 %
Information scientifique et technique	228	18 904	1 %
Physique nucléaire et hautes énergies	3 140	66 402	5 %
Sciences humaines et sociales	14 954	53 632	28 %
Sciences de la matière et ingénierie	24 480	137 837	18 %
Système Terre et environnement	51 386	260 842	20 %
Numérique et mathématiques	6 014	18 133	33 %
e-infrastructures	10 596	75 014	14 %
Total	219 572	886 644	25 %

Une partie de ces ressources exceptionnelles correspond à des recettes industrielles. Quelques IR documentent en effet des montants significatifs dans la rubrique « Autres ressources propres de l'IR (prestation de service...) ». Une analyse qualitative fine des composantes de cette rubrique a été effectuée pour toutes les IR pour lesquelles elle représentait un montant supérieur à 1 M€ ou à 8 % du coût complet.

Ce sont ainsi 23 IR qui ont été contactées. Même si l'exploitation d'une rubrique aussi générique s'avère difficile, il faut noter que la plupart des prestations concernent un public académique. Les recettes générées par une utilisation industrielle des IR restent très faibles et concernent essentiellement trois domaines : la santé, l'environnement et les sciences de la matière et l'ingénierie.

En fourchette basse, compte tenu des deux critères appliqués et du manque de précision des données collectées, ce sont 24 M€ qui ont été documentés pour 2016, soit 3 % des ressources totales des IR analysées. Pour mémoire, les infrastructures en biologie santé comptent pour la moitié de ces ressources industrielles.

Les livrables proposés par la DGRI pour l'édition 2017 des coûts complets distinguent au sein des ressources propres la part du public et du privé. Les IR pourront également identifier les recettes issues de la valorisation (par exemple concession de licences). Ces améliorations permettront une analyse plus fine à l'occasion de l'exploitation des résultats du prochain exercice.

Les opérateurs de recherche

La plus grosse partie des contributions provient des opérateurs de recherche nationaux, pour un montant total de 495 M€. Cette contribution globale est répartie entre 16 opérateurs nationaux de recherche, avec des niveaux d'engagement très différents.

Avec son positionnement généraliste le CNRS apparaît naturellement comme le principal contributeur aux IR de la feuille de route nationale, avec un montant global de 230 M€ (hors TGIR sur périmètre international) et 65 infrastructures financées, sur un total de 74 pour le périmètre France.

Le CEA arrive en second, du fait de sa participation, souvent en binôme avec le CNRS dans un grand nombre d'infrastructures, qui servent de nombreuses communautés scientifiques (SOLEIL, Orphée, GENCI...).

Derrière ces deux opérateurs généralistes, apparaissent des opérateurs nationaux sectoriels, qui disposent d'une forte présence dans les IR de leur ressort : ce sont l'Ifremer, l'INRA et l'Inserm et, dans une moindre mesure, l'IPEV, l'IRD ou le CNES.

Tableau n° 35 : principaux opérateurs nationaux contribuant aux IR du périmètre français

Opérateur	Contribution (k€)	Nb total d'IR financées	Dont nombre de TGIR financées
CNRS	229 907	65	16
CEA	88 690	31	8
Ifremer	48 510	7	2
INRA	42 654	18	3
MNHN	19 397	4	0
Inserm	18 607	20	1
IPEV	13 259	4	2
IRD	9 397	15	3
CNES	8 030	8	1
Météo France	4 726	6	0
Inria	3 691	11	2
CIRAD	3 167	7	1

Les établissements d'enseignement supérieur

Les établissements d'enseignement supérieur au sens large (universités, écoles d'ingénieurs et centres hospitaliers universitaires) contribuent à hauteur de 58 M€ au financement des IR du périmètre français. Ce sont les universités qui assurent l'essentiel des contributions avec un total de 49 M€ (en incluant une contribution de 3 M€ au budget de

GENCI, versée au titre de la CPU. Les grandes écoles (6 M€) et les CHU (2 M€) contribuent de manière nettement plus modeste.

Si l'on regarde dans le détail les contributions des principales universités impliquées, on constate que beaucoup d'entre elles financent plus d'une dizaine d'infrastructures de recherche. Les universités sont rarement membres en tant que telles des IR dotées de la personnalité morale, ce rôle étant historiquement dévolu aux organismes de recherche. Les universités contribuent rarement de manière significative aux budgets récurrents. C'est donc essentiellement par des contributions en nature, hébergement et personnels mis à disposition, que les universités soutiennent, de manière très significative, les IR nationales.

Tableau n° 36 : universités les plus impliquées dans le soutien des IR

Université	Contribution (k€)	Nb total d'IR financées	Dont nombre de TGIR financées
Université Pierre et Marie Curie	3 799	17	0
Université Grenoble Alpes	2 684	15	1
Aix-Marseille Université	2 605	17	1
Université de Strasbourg	2 541	14	1
Universités de Lyon	2 113	10	1
Universités de Toulouse	1 869	15	1
Université de Montpellier	1 726	10	0
Université de Clermont Auvergne	1 637	7	0
Universités de Lille	1 596	11	0
Universités de Rennes	1 316	9	1
Université de Caen	1 178	4	1
Université Paris Diderot	1 111	10	1
Université de Bordeaux	1 032	8	1

Les autres contributeurs

Le programme d'investissements d'avenir (PIA) contribue pour 80 M€, soit 9 % des ressources des IR du périmètre français en 2016. Ainsi sur le seul périmètre « infrastructures françaises », 46 IR ont reçu des ressources exceptionnelles du PIA pour un montant de 80 M€. C'est tout particulièrement le cas du secteur « biologie et santé » avec 45 % des ressources exceptionnelles en raison du poids du PIA (20 % des ressources des IR de ce secteur, soit près de la moitié des financements du PIA à la recherche). Ce déséquilibre est considéré comme une fragilité pour les IR du secteur, souvent jeunes et nées grâce aux financements de type PIA, dont la viabilité dépend donc fortement de ressources non pérennes.

À noter toutefois que l'analyse sur ce point est tributaire de l'hétérogénéité méthodologique de comptage relevée par la DGRI, qui a conduit les infrastructures à appréhender différemment le caractère « récurrent » ou « exceptionnel » de leurs financements. Les chiffres de l'exercice 2017 devraient permettre de confirmer ou ajuster cette analyse.

Les contributions directes de l'État ne représentent que 4 % des ressources des IR du périmètre français, pour un total de 40 M€, et ne concernent qu'un nombre limité d'infrastructures, en fonction de situations particulières. La moitié de ce montant correspond aux contributions dans les infrastructures de service GENCI et Renater, dans lesquelles l'État est membre en tant que tel. D'autres contributions importantes de l'État qui ne transitent pas par des opérateurs de recherche sont par exemple la contribution du ministère de la culture à E-RIHS ou celle de la Marine nationale à FOF. Les ressources d'origine européenne apparaissent finalement assez limitées, avec 20 M€ qui ne représentent que 2 % des ressources des IR du périmètre français. Ce montant global inclut 9 M€ du PCRD, à travers le programme H2020 et 6 M€ de fonds FEDER identifiés en 2016.

Les contributions des collectivités territoriales et des contrats de plan État-région (CPER) représentent un montant global de 15 M€, soit moins de 2 % des ressources. La moitié de cette somme provient de contributions directes des communes, départements ou région, hors CPER. Ces contributions rappellent l'importance de l'impact socio-économique des infrastructures de recherche, qui peuvent induire des effets d'entraînement économique bien visibles à l'échelle locale voire régionale.

L'ANR, enfin, a contribué en 2016 à hauteur de 9 M€ au financement des infrastructures de recherche, sous forme de petites contributions assez dispersées, hormis un soutien de 2 M€ pour RENATECH ou une contribution du même ordre de grandeur pour France Life Imaging.

La catégorie « autres » représente un ensemble disparate de 169 M€. Elle inclut quelques grosses contributions ponctuelles qui n'entraient pas dans les catégories précédentes, comme 11 M€ de la Caisse nationale d'assurance maladie pour Constances ou la dotation de 9 M€ de la fédération nationale des maisons des sciences de l'Homme à RnMSH. Cette catégorie inclut aussi les ressources propres issues de prestations, et notamment les ressources industrielles des infrastructures de recherches, dont le montant est de 24 M€ *a minima*.

Bilan sur les emplois

Les dépenses salariales identifiées correspondent au montant cumulé des équivalents temps plein travaillé (ETPT) dédiés au fonctionnement des IR nationales (391 M€), additionné à la quote-part françaises des infrastructures et organisations internationales (133 M€).

Pour les infrastructures du périmètre français, le personnel identifié pour le fonctionnement représente 5 851 ETPT. Par ailleurs, les 7 089 ETPT indiqués sur un périmètre international se ramènent à 1 067 ETPT financés par la France, si l'on applique pour chaque IR le pourcentage de la contribution française. Cela représente donc en tout 6 918 ETPT consacrés au fonctionnement des infrastructures de recherche françaises ou en part française.

Quatre IR font état d'un nombre d'ETPT supérieur à 300, mais avec des profils très différents. RnMSH, le réseau des maisons des sciences de l'Homme, regroupe une vingtaine de sites avec leurs ressources et leur personnel dédié. Deux IR du secteur bio-santé ressortent : Celphedia, qui concentre de forts moyens techniques et humains autour de la souris et FLI,

regroupement de plateformes d'imagerie médicale à travers la France. Dans un cas, la société civile du synchrotron SOLEIL, un nombre élevé d'ETPT correspond à un ensemble à gouvernance unique.

Tableau n° 37 : IR faisant apparaître le plus grand nombre d'ETPT

IR	Nb ETPT	Secteur
RnMSH	450	SHS
Celphedia	388	Bio-santé
SOLEIL	359	SMI
FLI	314	Bio-Santé

Les 1 067 ETPT (après proratisation) identifiés sur le périmètre international sont presque tous employés directement sous contrat à durée indéterminée par les TGIR ou les OI concernées. Ils bénéficient des conventions collectives en vigueur dans ces infrastructures et, dans certains cas, des fonds de pensions spécifiques et des avantages associés à l'expatriation.

On peut analyser plus finement la situation statutaire des 5 851 ETPT relevant des IR du « périmètre France ». Une petite part d'entre eux relève de la situation précédente (pour les quelques IR internationales pour lesquelles les données sont au périmètre français, comme CFHT ou HESS). Ces personnels sont directement salariés par l'infrastructure.

Quelques IR françaises dotées de la personnalité morale emploient également directement leurs personnels. C'est le cas des sociétés civiles SOLEIL (340 ETPT) et GENCI (16) ou du GIP Renater (50).

Certaines infrastructures ayant un statut d'unité de recherche ou de service, comme le LNCMI (71 ETPT) ou le CC-IN2P3 (62 ETPT), ont considéré comme « personnel directement employé », des agents d'un organisme de recherche affectés spécifiquement à l'IR. Cette interprétation est erronée ce qui surestime d'environ 1/3 les chiffres du tableau ci-dessous.

Tableau n° 38 : personnel « directement employé » par des IR (périmètre France)

Employés directement par les IR	ETPT
CDI	551
CDD	94
Total	645

Concrètement, la très grande majorité des personnels qui assurent le fonctionnement des infrastructures nationales sont des agents affectés à cette mission ou mis à disposition par les organismes de recherche, universités ou autres établissements. Cela représente 3 900 ETPT environ (après déduction des 551 CDI « directement employés » par les IR).

Tableau n° 39 : répartition du nombre d'ETPT

Catégorie de personnel	ETPT
CDI ou fonctionnaires	4 450
CDD sur financement récurrent	579
CDD sur projet	822
Total ETPT « périmètre France »	5 851

La proportion de personnels en contrat à durée déterminée (CDD) est de 24 % sur l'ensemble du périmètre France. Ce ratio élevé traduit notamment la possibilité d'une implication de doctorants ou post-doctorants dans le fonctionnement de certaines IR. Il découle aussi directement du recours à des financements sur projet, non récurrents, pour lesquels les infrastructures ne peuvent recruter que des CDD : 822 ETPT, soit 14 %, sont des CDD sur projet.

Cette proportion peut être sensiblement différente pour les secteurs dans lesquels les infrastructures sont plus récentes. En biologie et santé, par exemple, les CDD sur projet représentent 25 % des ETPT.

Le coût moyen par ETPT pour les infrastructures sur périmètre français est de 67 k€. On retrouve là de manière logique l'ordre de grandeur du coût salarial des chercheurs et techniciens de statut public, légèrement tiré vers le bas du fait que la moyenne calculée inclut une proportion significative de CDD.

La majorité des IR du périmètre français fait apparaître un coût par ETPT proche de cette valeur moyenne, ce qui apparaît cohérent puisque la plupart des agents qui les maintiennent en opérations sont de statut public. Les sociétés civiles ou autres IR qui disposent d'une personnalité morale et recrutent directement leur personnel sous des contrats relevant du régime privé (comme GENCI ou le synchrotron SOLEIL) affichent un coût par ETPT sensiblement au-dessus de cette valeur moyenne. Ainsi, la TGIR-GENCI travaille dans le domaine économique du numérique de pointe (HPC, Big Dat et IA), qui est un secteur en très forte tension actuelle sur le marché de l'emploi ce qui a une répercussion immédiate sur les salaires d'attraction des cadres de haut niveau à recruter à GENCI.

Pour les IR internationales, le coût par ETPT s'élève à 136 k€, le double du montant constaté pour les IR nationales. Cette valeur moyenne recouvre de fortes disparités entre les TGIR internationales, dont le coût moyen par ETPT est du même ordre de grandeur que celui de la société civile du synchrotron SOLEIL, et les organisations internationales qui font apparaître des coûts par ETPT pouvant être sensiblement plus élevés.

Tableau n° 40 : Coût moyen par ETPT des TGIR internationales et des OI

IR	Catégorie	Nombre d'ETPT	Coût moyen/ETPT (k€)
EGO-Virgo	TGIR	107	64
IRAM	TGIR	110	71
ESRF	TGIR	683	82
ILL	TGIR	522	86
EMBL	OI	1 563	88
ESO	OI	687	114
CEPMMT	OI	344	118
CERN	OI	3 074	192

Pour l'ESO, le coût moyen affiché résulte d'une moyenne entre le coût par ETPT des personnels de statut international et celui du personnel local et des étudiants, sensiblement inférieur. Le CERN, enfin, tire la moyenne vers le haut avec un effectif important et un coût moyen par ETPT estimé à 192 k€ en 2016, sur la base d'un taux de change de 1,095 franc suisse pour 1 euro.

De manière générale, le caractère international ou national et le statut juridique sont les deux paramètres déterminants pour les coûts de personnel des IR.

Le statut international tire politiquement les coûts vers le haut pour permettre de recruter auprès de l'ensemble des pays membres. Ce mécanisme est en outre renforcé par le poids du fonds de pension dans le cas du CERN, alors que l'exemple d'ESO montre que les OI créées postérieurement aspirent naturellement à bénéficier de conditions alignées sur celles du CERN.

Sur le périmètre français, les TGIR créées sous forme de sociétés (SOLEIL, GENCI) ont des coûts significativement plus élevés que les infrastructures non dotées de la personnalité morale.

Si l'on considère que les dépenses de personnel représentent 39 % du coût complet des infrastructures de recherche, on mesure à quel point les choix statutaires initiaux peuvent peser sur les besoins budgétaires à long terme d'une IR, et donc sur la capacité du dispositif des infrastructures de recherche à s'installer dans la durée.

Annexe n° 13 : la question de la tarification

I – Principes généraux

Il s'agit d'une logique spécifique visant à pouvoir demander à l'utilisateur une contrepartie à l'usage de l'infrastructure. Si le principe général est bien celui de la « science ouverte », cet accès ouvert ne signifie pas nécessairement accès gratuit. Ainsi la loi du 7 octobre 2016 sur la République numérique distingue l'accès aux données qui est gratuit du traitement des données qui lui ne l'est pas. En ce qui concerne l'accès à l'infrastructure, il est fondé sur l'excellence scientifique du projet de recherche qui est évalué par des comités d'experts indépendants. Il faut, enfin, distinguer les partenariats scientifiques qui impliquent des industriels, où le critère essentiel qui définit les conditions financières d'accès est la publication des résultats des expériences. Ainsi, si un partenaire académique réalise une expérience, au sein d'une infrastructure en relation avec un industriel, le principe de gratuité s'appliquera si les résultats sont publiés. A l'inverse, la règle affichée, en vertu des règles sur les aides d'État, par les structures nationales ou internationales, est que les industriels doivent payer l'utilisation des machines à leur coût complet pour toute utilisation dont les résultats doivent rester confidentiels (comme les utilisateurs industriels ne faisant pas partie d'une collaboration académique ou des utilisateurs souhaitant de manière ponctuelle un accès accéléré à certaines installations).

Il y a cependant une concurrence effective avec les sources nationales étrangères, illustrée ci-dessous pour les centres de neutronique :

- la source de neutrons ISIS au Royaume-Uni est gratuite ; les industriels ne paient après avoir réalisé des expériences que s'ils veulent garder les résultats confidentiels, avec la conséquence que les industriels y travailleraient plus que dans d'autres centres (les chiffres ne sont cependant pas disponibles), mais qu'ils publient la plupart de leurs résultats, engendrant finalement une ressource budgétaire aussi limitée que dans les autres centres ;
- la source de neutrons FRM-II en Allemagne privilégie des contrats de co-développement avec des industriels, ce qui contribue au développement de l'installation et de son utilisation par des industriels.

Cet exemple illustre la difficulté de la comparaison des tarifs entre différentes infrastructures. Des missions d'étude aux États-Unis, au Japon, etc. ont conclu (dans un rapport interne d'ILL) que la facturation du temps de faisceau aux industriels, dans tous les pays, est une activité faiblement rémunératrice pour les centres de neutronique.

II – L'exemple français

Dès 2011, le Conseil supérieur de la recherche et de la technologie notait une très grande disparité des pratiques en matière de tarification selon les secteurs scientifiques. Il préconisait de maintenir la gratuité de l'accès pour les utilisateurs du monde académique tout en les informant du coût d'usage dès le dépôt de la demande, et d'engager une réflexion sur la détermination et la tarification des coûts d'accès pour les entreprises.

La DGRI a récemment nommé un conseiller « Science ouverte » et constitué un groupe de travail pour tenter de dégager des règles communes. Cette démarche n'est rendue possible

que si l'on dispose de chiffres fiables sur les coûts complets. À cet égard, l'exercice lancé en 2016 doit donc être poursuivi et approfondi. Pour autant, il ne saurait déboucher directement sur une tarification. En effet, le financement et l'utilisation des IR/TGIR relèvent de mécanismes divers et parfois complexes. Il est délicat d'imposer une règle unique. Par exemple, il est possible d'imaginer des coopérations autour d'une IR/TGIR qui relève d'un réel partenariat scientifique et dont le but ultime ne soit pas la simple obtention de crédits. C'est le cas pour FOF où des coopérations relèvent de travaux en partenariat. Dès lors, dans ce cadre, l'idée d'une tarification systématique sur des bases de coûts complets ne semble pas complètement adaptée. Une approche par coût marginal pourrait être plus pertinente.

L'objectif de la DGRI est de créer un guide juridique de référence pour les partenariats industriels, en évitant le dumping et en établissant des règles harmonisées entre opérateurs. Il s'agit de professionnaliser la mise en place des tarifs. Ce guide serait du reste utile pour les différentes plateformes hors IR et TGIR. L'objectif affiché à ce jour est d'avoir un premier document de travail à l'été 2019, qui circulera entre opérateurs et s'affinera peu à peu tout en acquérant une meilleure légitimité.

L'alliance AVIESAN a également travaillé sur le sujet. Ainsi, une charte AVIESAN sur la tarification avait été produite en 2012, mais sa mise à niveau pour tenir compte de l'évolution des calculs des coûts complets, n'avait pas abouti. Si le travail engagé à l'époque était certainement prématuré, les acteurs aujourd'hui sont tous convaincus de la nécessité de disposer de méthodes concertées.

Des infrastructures ont également commencé à travailler, en ordre dispersé, sur ce sujet. Ainsi, Huma-Num, qui n'applique pas de tarification pour ses services proposés aux utilisateurs issus de l'enseignement supérieur et de la recherche français, a néanmoins mis en place une politique de tarification pour les cas où il est nécessaire de mettre en place un co-financement :

- dispositif de stockage de très grande capacité (pour des fonds de bibliothèques universitaires) : exemple avec « La Contemporaine » (ex. BDIC) pour leurs fonds numériques dédiés à la recherche SHS ;
- infrastructure pour un établissement de l'ESR (ex. Campus Condorcet).

Une réflexion est également engagée pour les utilisateurs partiellement hors du périmètre initial (projets interdisciplinaires au-delà des SHS, projets impliquant des structures du Ministère de la Culture), ou les utilisateurs internationaux.

Plusieurs cas peuvent être analysés (exemple des domaines de la physique nucléaire et des sciences de la matière) :

a) L'utilisation par les industriels est réalisée de manière assez variable : il existe, dans quelques cas des lignes spécifiques (GANIL, ILL), mais d'autres, conçues pour des expériences de recherche académique, sont également utilisées. Il n'y a pas de ligne spécifique à SOLEIL ni à ESRF. Pour les TGIR internationales du domaine, les lignes sont réservées aux utilisateurs des pays contribuant financièrement à l'investissement et au fonctionnement. Il existe, cependant, un volume restreint de l'ordre de 5 à 10 % du temps de faisceau qui peut être facturé.

b) En ce qui concerne la recherche académique, dans toutes les TGIR de rayonnement synchrotron et de neutrons, l'utilisation du temps de faisceau à des fins liées à la recherche publique est gratuite indépendamment de la nationalité des chercheurs. Ce n'est d'ailleurs pas

tant sur le coût d'utilisation que les accès à ces TGIR peuvent être comparés, mais plutôt sur le financement des missions. L'hébergement est généralement gratuit. En revanche, la prise en charge des frais de voyage, source de coûts importants, est assez variable et il peut exister une certaine compétition entre les installations à travers les règles de financement des frais de mission, même si le contexte est assez semblable d'une installation à une autre.

c) Pour les chercheurs étrangers, la réponse est différente selon les TGIR concernées, les principales caractéristiques des TGIR des secteurs de la physique nucléaire et des sciences de la matière sont donc les suivantes :

- ESRF : les seuls chercheurs que l'on puisse considérer comme « étrangers » sont ceux venant des pays tiers, soit les pays qui ne sont ni membres, ni associés à ESRF. On peut alors considérer que ces chercheurs viennent à ESRF pour des raisons essentiellement liées à la qualité des installations et à la performance, souvent unique, des instruments. Pour ESRF, tous les États membres et associés ont les mêmes conditions d'utilisation des installations. Dans la mesure où il n'y a pas d'autres synchrotrons internationaux, on ne peut pas parler d'une quelconque réciprocité ;

- SOLEIL : concernant l'attractivité de SOLEIL ses coûts sont sensiblement équivalents entre les différentes installations. Il n'existe pas de réciprocité formelle ; toutefois, à titre d'illustration, les Allemands sont les premiers utilisateurs « étrangers » de SOLEIL, et les français sont les premiers utilisateurs « étrangers » au laser à électrons libre FLASH à Hambourg ;

- ILL : la demande des chercheurs « étrangers » est principalement motivée par la performance et le caractère unique de l'infrastructure, la qualité des services, ainsi que par la disponibilité de temps de faisceau, dans un contexte de compétition scientifique. Les centres de neutrons essaient donc d'attirer les meilleurs projets scientifiques. Les chercheurs, de leur côté, tentent d'obtenir les meilleurs outils d'investigation auprès de ces centres. Concernant la réciprocité, il est important de préciser que plus de 90 % des neutroniciens d'Europe font partie des pays membres d'ILL et qu'il n'y a que très peu d'autres centres de neutrons dans ces pays. L'équité est intégrée dans le modèle économique d'ILL avec une contribution correspondant à la part d'utilisation. En outre, ce modèle économique qui prévoit que les membres financent, par l'intermédiaire de leurs contributions, les frais de mission des chercheurs, peut présenter un avantage pour les équipes de chercheurs des pays membres ;

- Orphée/LLB : concernant les pays disposant de sources de neutrons de qualité similaire à Orphée ou meilleure, les chercheurs de LLB les utilisent régulièrement et gratuitement sur le même principe que l'accès à Orphée pour les chercheurs étrangers. Ces sources de neutrons ont assuré au CEA qu'elles continueraient à accueillir les équipes CEA, après l'arrêt d'Orphée fin 2019. Concernant les pays de l'UE et associés à l'UE ne disposant pas de sources de neutrons, depuis 1993, LLB, ainsi que toutes les autres sources de neutrons de l'UE, ont participé aux différents programmes européens qui ont été montés pour financer l'accès aux neutrons pour les chercheurs de pays ne disposant pas de source de neutrons. Ces programmes, arrêtés en 2015, ont permis à des équipes de ces pays de mener des recherches au meilleur niveau. Depuis 2015, comme le pratique le CEA, les autres sources de neutrons de l'UE continuent à leur attribuer du temps de faisceau sur la base de l'excellence de leurs demandes ;

- GANIL : La demande des chercheurs étrangers est liée à la qualité de GANIL et à ses spécificités uniques, en termes de faisceaux, et détecteurs de dernière génération. L'ensemble

des installations dans le monde en physique nucléaire (RIBF/RIKEN au Japon, GSI/FAIR en Allemagne, MSU aux États-Unis, LNL/SPES en Italie...) sont sur le même modèle, avec un temps de faisceau pour la recherche académique gratuit.

Au total, la tarification doit tenir compte de quelques éléments-clés : le chercheur, d'abord, qui est attiré par la qualité (spécificités et excellence techniques) d'une infrastructure et du service qu'il peut y trouver mais aussi, et dans un rapport difficile à évaluer, par le prix d'accès à cette infrastructure.

La définition d'une infrastructure de recherche constitue le deuxième point-clé. Il est sans doute illusoire de penser que la tarification des services d'une infrastructure de recherche pourra un jour constituer une partie importante de leurs ressources, sauf à ce que cette infrastructure ne soit plus consacrée à la recherche mais à des prestations de service industriels. Une infrastructure comme SOLEIL obtiendrait actuellement 4 à 5 % de ses ressources de la tarification et selon la DGRI, 10 % serait un maximum si l'on souhaite rester dans l'épure. Enfin, il convient de pratiquer des tarifs d'accès aux industriels qui respectent le cadre des règles de concurrence européennes.