



**CSI
INSU**

2023

RAPPORT DE PROSPECTIVE

CONSEIL SCIENTIFIQUE D'INSTITUT

Comité national de la recherche
scientifique





CSI INSU

INSTITUT NATIONAL

DES SCIENCES DE L'UNIVERS

Béatrice MARTICORENA (présidente du CSI); Benoit DUBACQ (secrétaire); Sandrine ANQUETIN (membre du bureau); Sylvie DERENNE (membre du bureau); François BONNAREL (membre du bureau); Philippe STEE (membre du bureau); Jean-Marie BECKERS; Anne BONDIOU-CLERGERIE; Baptiste CECCONI; François CHABAUX; Vassilis CHARMANDARI; Daniel CORDIER; Alexandre DANO; Jean-Marc DENIS; Marianne FAUROBERT; Catherine JEANDEL; Jean-Lambert JOIN; Anne LE FRIAND; Roland MARTIN; Ginette SARACCO; Dominique SERÇA; Delphine SIX; Aline TRIBOLLET; Jérôme VERGNE; Marta VOLONTERI; Dominique WEISS.

Résumé

Ce rapport dit "de prospective" synthétise les questions que le CS de l'INSU a abordées au cours de son mandat et les avis et conseils donnés à la direction de l'INSU. Il ne saurait se substituer aux rapports de restitution des prospectives organisées par l'INSU pour l'ensemble de la communauté. De ce fait, il porte plutôt sur des questions de stratégie scientifique et de structuration de la communauté INSU. La première partie de ce rapport rappelle les grands enjeux propres aux domaines de recherche de l'INSU et l'exercice de prospective transverse organisé pour ces domaines et aux autres instituts du CNRS et les thèmes qui l'ont animée. La seconde partie présente une réflexion sur l'évolution des outils sur lesquels s'appuient l'essentiel des démarches scientifiques en Sciences de l'Univers : les observations, l'instrumentation et les approches numériques. Cette réflexion porte plus particulièrement sur la structuration de ces outils de l'échelle locale à l'échelle nationale et sur les nouveaux métiers qui leur sont associés. La troisième section rappelle l'engagement du CSI dans la préparation de la Loi de programmation pluri-annuelle de la recherche (LPPR), son analyse de la loi de programmation de la recherche (LPR) finalement adoptée et sur les inquiétudes associées à sa mise en application. Ces inquiétudes persistent car appuyées par des éléments de rapports récents, notamment le "rapport Gillet" et la mise en place de nouveaux outils de financement extrêmement dimensionnants, qui soutiennent des grands pans d'activités de l'INSU et en même temps questionnent sa capacité à conserver sa mission de pilotage national. Une analyse de l'évolution des effectifs de soutien à la recherche dans les unités INSU de 2009 à 2019 a été effectuée. La baisse des effectifs ITA est confirmée aussi bien du côté des personnels CNRS que non-CNRS et n'est manifestement pas compensée par de l'emploi CDD. Pour autant, la baisse des effectifs n'est pas d'une ampleur qui explique le fort ressenti de manque croissant de soutien à la recherche. Cela suggère que le fonctionnement sur appel d'offre génère des charges de travail plus lourdes que les moyens humains obtenus et qu'à un niveau d'encadrement très bas les pertes de quelques postes clés affectent les activités de façon critique. Dans les deux cas, cela doit amener à reconsidérer les priorités de l'INSU et de ses partenaires en termes d'emploi permanents. La dernière partie du rapport aborde des sujets qui ne sont pas spécifiques à l'INSU : la science ouverte, la parité, l'égalité et l'inclusion et l'empreinte environnementale de la recherche. En guise de conclusion quelques éléments sont donnés sur la façon dont le CSI a travaillé, en synergie avec la direction de l'INSU et certains points sont identifiés pour à améliorer et optimiser le travail du prochain CS.

Introduction

L'INSU, conformément à sa mission de coordination nationale en Sciences de l'Univers, organise de façon régulière des exercices de prospectives sur ses quatre grands domaines scientifiques qui produisent des restitutions écrites auxquels le rapport du CSI ne saurait se substituer. **Ce rapport du CSI de l'INSU est donc plutôt une synthèse des réflexions menées sur la période du mandat (2019-2023), des conseils et avis donnés à la direction de l'INSU, assortis de recommandations, principalement sur des éléments de politique scientifique et d'organisation de l'institut.**

Le mandat de ce CSI a été traversé par des événements marquants, propres au monde de la recherche française mais aussi d'origine totalement extérieure. Ainsi la préparation de la loi de programmation pluriannuelle de la recherche annoncée en 2019 et promulguée en décembre 2020 a mobilisé la communauté scientifique. Le CSI s'est fortement investi dans les étapes préparatoires de cette proposition de loi notamment en participant à la session extraordinaire du comité national (3 juillet 2019) et en analysant les retours des laboratoires de l'INSU interrogés par le CNRS sur cette proposition de loi. Le CSI s'est ensuite positionné par voie de motion pour décrire les attendus de la communauté INSU puis pour exprimer les inquiétudes que la loi a engendrées, et a poursuivi sa réflexion sur les déclinaisons concrètes de la LPR au fur et à mesure de la publication de ses décrets d'application et sur les conséquences pour les recherches et l'organisation de la communauté INSU.

La crise sanitaire du COVID-19 a fortement impacté les activités de recherche à l'INSU, notamment pour ce qui concerne les déploiements de terrain et les expériences de laboratoire. Le CSI est resté vigilant quant à l'évolution de la situation au sein des unités de recherche et de la direction de l'INSU au cours des périodes de confinement et des périodes de redémarrage des activités. Le fonctionnement du CSI a été adapté avec des séances organisées en format distanciel dès le printemps 2020. Cela n'a que peu freiné l'investissement des membres du CSI sur les différents groupes de travail constitués par le CSI et la direction de l'INSU. Le travail du CSI a pu reprendre en présentiel à partir de 2022, avec un recours accru aux participations en visioconférence pour les invités et les membres du CSI, dans un souci de respect de la qualité de vie et de diminution de l'empreinte carbone.

Des événements environnementaux marquants impliquant directement la communauté INSU se sont produits au cours de ces quatre années de mandature. Cela a conduit à des réflexions spécifiques quant à l'attribution de l'impact des activités humaines sur ces événements et à la contribution du monde de la recherche en sciences de l'Univers dans l'alerte, la prévention et la gestion de ces événements. Ainsi, la naissance du volcan sous-marin de Mayotte a amené des équipes de l'INSU à se mobiliser dans l'urgence pour fournir des observations pertinentes et contribuer aux prises de décisions pour la gestion de cette crise. Cette mobilisation a conduit à préciser la limite entre observation et surveillance, activités de recherche et soutien opérationnel, la gestion de crise n'étant pas le cœur de métier de l'INSU. La question de la responsabilité humaine sur des perturbations environnementales majeures s'est posée au cours des épisodes de séisme du Teil (Ardèche) et de Vendenheim (Alsace). L'INSU a été amené à contribuer à l'évaluation des possibilités de déclenchement de ces événements par des activités industrielles, soulevant des interrogations sur l'implication légale d'une analyse scientifique à brûle-pourpoint. Mais ces quatre années ont surtout été une période où les effets du changement climatique sont devenus évidents et perceptibles par tout un chacun. Dans ce contexte, la question de l'empreinte environnementale des activités de recherche au sein d'un institut de recherche qui a largement contribué à la mise en évidence du changement climatique et de la responsabilité des activités humaines dans ces changements est devenue aiguë. Si la perspective de devoir limiter le volume ou le type d'activité de recherche menées à l'INSU pouvait paraître impensable en début de mandat, cette prise de conscience associée à la crise énergétique liée à la guerre en Ukraine a modifié la donne pour les années à venir.

Soumis à ces contraintes internes et externes, la direction de l'INSU a développé une stratégie d'adaptation et d'évolution dans le double objectif de poursuivre des activités de recherche de haut niveau en sciences de l'Univers et de faire face aux enjeux environnementaux actuels et futurs, tout en mettant à disposition de la société les connaissances et les outils dont dispose la recherche. Le CSI de l'INSU a accompagné et assisté la direction dans ces évolutions dans un esprit de collaboration et au service de la communauté des sciences de l'Univers.

I. Les orientations scientifiques de l'INSU

Les activités de recherche de l'INSU sont structurées en 4 grands domaines : Astronomie-Astrophysique (AA), Océan-Atmosphère (OA), Terre Solide (TS), Surfaces et Interfaces Continentales (SIC), dont les périmètres et les enjeux les plus récents sont brièvement décrits ci-dessous. L'observation joue un rôle central dans chacun de ces domaines et nécessite le recours à différents outils, notamment à des grands outils partagés (télescopes, capteurs embarqués, flotte océanographique et aérienne, etc.) et à des services d'observations dont la structuration au niveau national est très largement engagée. Ces observations nourrissent des démarches intégrées incluant également les expériences et analyses en laboratoire et la modélisation numérique. L'évolution des moyens de calcul et les questions de distributions de données sont des problématiques communes aux quatre domaines.

Sur ces périmètres scientifiques, l'INSU a une mission nationale de pilotage de la recherche, ce qui implique de fortes interactions avec les autres instituts CNRS et les organismes de recherche associés aux différents domaines qui en sont également des acteurs clés.

Ainsi les exercices de prospectives de l'INSU sont ouverts à l'ensemble de la communauté nationale des sciences de l'Univers. Ils sont organisés par les commissions spécialisées de chaque domaine, avec un calendrier au cours duquel les prospectives des différents domaines se succèdent. La restitution de la prospective AA a coïncidé avec la première année de mandat du CSI en 2019 et un nouvel exercice est en préparation pour une restitution en 2024. La dernière restitution du domaine TS date de 2021, celle du domaine OA de 2023. La dernière restitution de prospective du domaine SIC date de 2018 et le nouvel exercice est en cours avec une restitution prévue début 2024.

A. Les domaines scientifiques de l'INSU : périmètres et grands enjeux

1. Astronomie – Astrophysique (AA)

Le terrain d'exploration du domaine AA s'étend de la frontière entre la haute atmosphère terrestre et l'espace interplanétaire jusqu'à l'Univers dans sa globalité, en passant par le système solaire et la Voie lactée. Les recherches couvrent l'étude de la structuration et des propriétés des constituants de l'Univers (matière baryonique diluée ou compacte, matière et énergie noire, poussière, petits corps, planètes, étoiles, milieu-interstellaire et intergalactique, galaxies et structures de galaxies), leurs interactions et leurs évolutions, la compréhension des lois physiques à l'oeuvre à toutes les échelles ainsi que l'exploration des conditions nécessaires à l'émergence de la complexité moléculaire et de la vie. A cela s'ajoute l'étude de la gravité et de la mesure et propagation du temps et des fréquences à très grandes précisions. Les recherches en AA reposent sur la combinaison d'observations, modélisations, explorations et expérimentations. En particulier, la science en AA s'appuie désormais sur l'observation multi-messagers (rayonnement électromagnétique à toutes les longueurs d'ondes, cosmique, ondes gravitationnelles, neutrinos) qui requiert de développer des méthodes de traitement et d'analyse de données hétérogènes et massives provenant d'infrastructures diverses. Cette démarche s'appuie sur les travaux pionniers de l'observatoire virtuel, initiative mondiale visant à coordonner et standardiser l'échange de données. Dans un contexte interdisciplinaire renforcé, on constate le développement notable de l'astrophysique dite "de laboratoire" qui s'applique à l'étude d'échantillons spatiaux ou d'analogues, aux simulations de processus physico-chimiques, de plasmas etc.

Ces travaux se font dans un contexte de collaboration aux interfaces disciplinaires entre les domaines de l'INSU, des instituts du CNRS (IN2P3, INP, INC) et des organismes de recherche (CEA, CNES). L'accès des chercheurs en France aux très grands observatoires internationaux au sol¹ ou dans l'espace², un élément fondamental de la réussite de nos recherches, nécessite une coordination forte dans un contexte mondial très compétitif. Le Centre de Données de Strasbourg (IR AA), est au

¹ ESO, CFHT, IRAM, ALMA, et bientôt CTA, SKA

² XMM, Integral, JWST, Gaia, JUICE, Solar Orbiter, EUCLID et ARIEL, PLATO, ATHENA, LISA dans le futur

cœur de la mise en valeur des produits scientifiques en AA. L'accès aux "petits" télescopes (OHP, Observatoire du Pic du Midi) reste un avantage important pour les campagnes de suivi de longue durée ou bien d'un grand nombre d'objets. Ils ont un rôle croissant dans l'étude des phénomènes transients et contreparties optiques de phénomènes à hautes énergies. Il existe un enjeu significatif de structuration autour de services nationaux d'observations ambitieux et mutualisés en support de nos infrastructures. Une des forces de l'astronomie française est une culture très poussée du développement instrumental basée sur une large palette de compétences techniques et de développements de longue haleine. La construction de l'ELT et de son instrumentation, de CTA et SKA sont des priorités qui reposent sur le maintien de ces compétences techniques et de financements dans la durée (e.g Equipex F-CELT, PEPR Origines). Maintenir ce niveau de R&D dans un contexte de ressources techniques limitées est clairement un défi, interagir avec les autres domaines INSU pour un partage d'expérience en est un autre.

Le domaine AA, en lien avec les autres domaines, doit affronter le mur du calcul exascale pour répondre aux besoins de grandes simulations et de traitement massif de données des TGIR et faire face à l'importance croissante de l'intelligence artificielle. Il existe donc un très fort enjeu d'attraction de savoirs-faire techniques nouveaux au sein de nos laboratoires/observatoires (calcul GPU, IA) pour porter et développer nos codes. On notera aussi un fort besoin de coordinations et mutualisations nationales en lien étroit avec les grands centres ou initiatives pour le calcul à haute performance (GENCI, CC-IN2P3, EURO-HPC) qui peuvent avoir des politiques et priorités de développement différentes. La dimension des infrastructures d'observation et de calcul nécessaires à l'astronomie pose inévitablement la question de l'empreinte énergétique et écologique de notre recherche ainsi que l'impact sociétal de celle-ci (par exemple dans la recherche de nouveaux sites). Il est de notre responsabilité de prendre notre part dans l'effort mondial de réduction mais également de s'appuyer sur de la R&D poussée intégrant ces contraintes. Enfin, on peut souligner que, bien que les objets de nos études soient extérieurs à la Terre, nos recherches ont des utilités multiples pour la société que ce soit sur des points très appliqués : météo de l'espace, protection planétaire, étude des rayonnements de haute altitude, instrumentation avancée ; que sur des points de méthodologie (simulation numérique, intéropérabilité des données) ou bien par la capacité de l'astronomie à valoriser la pensée scientifique dans la société.

2. Océan - Atmosphère (OA)

Le domaine OA recouvre l'étude des enveloppes fluides de la Terre, et plus précisément la dynamique et le fonctionnement des océans et de l'atmosphère, leurs interactions et leurs caractéristiques chimiques et biogéochimiques. Ce domaine englobe l'étude du climat et de son évolution sous influence anthropique, souvent désignés sous le vocable de "changements globaux".

La compréhension du système climatique et l'étude de l'impact des changements globaux sur les sociétés humaines est un élément structurant des sciences de la communauté OA. Pour y répondre dans les années et décennies à venir, la communauté OA a organisé sa réflexion autour de six grandes questions : (1) les variabilités, tendances et points de bascule du système climatique ; (2) les événements extrêmes et les enjeux sociétaux liés qui ne cessent de croître ; (3) la compréhension des mécanismes de convection atmosphérique à toutes les échelles de temps ; (4) les couplages, les interactions d'échelle ; (5) le rôle de la diversité du vivant dans les grands cycles élémentaires ; (6) l'impact anthropique sur tous les milieux. Pour chacune de ces questions, les enjeux sociétaux dans le contexte actuel de changements globaux sont prégnants. Faire avancer les fronts de la recherche fondamentale sur les enveloppes fluides (i.e. mécanique des fluides géophysiques) et leurs interactions reste une priorité. La communauté OA poursuit ses efforts d'articulation de son expertise sur les changements biogéochimiques et physiques de l'environnement avec l'essor de nouvelles méthodologies quantitatives (biométrie, génomique), complétées par des approches statistiques avancées (machine learning) et bioinformatiques pour compléter la vision offerte par l'analyse taxonomique classique. Enfin, si l'échelle planétaire reste l'horizon intégrateur du domaine OA, les questions scientifiques prioritaires vont s'appuyer sur des zones prioritaires : les zones urbaines pour étudier l'impact de l'anthropisation, la zone intertropicale pour étudier la convection, les régions polaires comme points de bascule climatique et le continuum continent-océan pour ce qui concerne en particulier

le lien avec le vivant et l'impact de l'homme sur le milieu. Ces zones constitueront des points focaux permettant de concentrer les efforts de la communauté à l'échelle nationale, transversalement aux organismes, et aussi en fédérant les forces à l'échelle internationale (européenne notamment). Ces enjeux mobilisent une communauté plus large que l'INSU au CNRS (INEE, INSB) et au-delà (IFREMER, IRD, MNHN, Universités).

L'océan et l'atmosphère sont des objets qui, de par leur taille et les échelles de temps associées, nécessitent des moyens d'étude mutualisés (e.g. sites instrumentés, avions et navires de recherche, instruments et codes communautaires) et des centres de données dédiés regroupés au sein d'Infrastructures de Recherches (IR) et de Groupements de Recherches (GdRs). Cela implique la mobilisation de compétences diverses sur des temps longs. Ces caractéristiques ont un rôle de levier dans la participation de la communauté française à de grands projets nationaux ou internationaux. Ces projets permettent de développer de fructueuses synergies entre disciplines, entre observation et modélisation, entre études de processus et études climatiques, entre échelles de temps, entre climats passés, présent et futurs... Dans le domaine de l'observation, ces synergies ont été favorisées par des développements instrumentaux qui ont permis une amélioration significative des mesures à des résolutions spatiales et temporelles toujours plus fines. La complémentarité des approches expérimentales (in situ, télédétection passive et active, mesures spatiales) est un atout pour l'étude de processus et la compréhension de phénomènes complexes. Enfin, l'organisation de campagnes de terrain multi-plateformes, multidisciplinaires et multi-instruments permet de mieux comprendre l'articulation entre processus de différentes échelles. Pour ce qui est de la modélisation, les synergies sont favorisées par l'utilisation croissante d'une hiérarchie de modèles destinés à la compréhension des processus et le développement de paramétrisations physiques. Le développement de nouvelles méthodes d'ajustement des paramètres libres à partir d'outils statistiques avancés a permis de mieux estimer l'incertitude structurelle des modèles. Ceux-ci ont par ailleurs vu une amélioration de leur contenu physique. La réalisation, la distribution et l'analyse de grands ensembles de simulations ont permis une amélioration de la représentation et de la compréhension du système climatique, des grands cycles biogéochimiques et de leurs perturbations naturelles ou anthropiques.

3. Terre Solide (TS)

Le domaine TS est centré autour de l'étude des enveloppes solides des planètes telluriques, la Terre en premier chef. Ces enveloppes interagissent entre elles et avec les enveloppes externes (hydrosphère, biosphère, atmosphère) en une perpétuelle évolution, suivant des processus aux dynamiques sensibles uniquement à l'échelle géologique ou au contraire quasi-instantanées. De même, la recherche en TS est à la fois basée sur des grandes questions fondamentales esquissées depuis des décennies mais toujours d'actualité et sur les mutations actuelles. Ces grandes questions incluent entre autres la naissance de la tectonique des plaques, l'évolution de la composition de l'atmosphère, la compréhension de la rupture sismique et les origines de la vie sur Terre. Les éléments de mutation incluent la place toujours grandissante du numérique (la communauté TS s'étant rapidement emparé des avancées les plus récentes) ainsi que l'ouverture à l'interdisciplinarité permettant la diffusion des techniques de pointe hors du domaine (en particulier analytiques). On peut mentionner notamment l'accroissement des observables par le recours au spatial. Le domaine TS fait face à des enjeux sociétaux majeurs tels que l'accompagnement des évolutions sociétales, dont la réponse au réchauffement climatique en termes de risque et la transition énergétique. TS a une histoire étroitement mêlée à celle de l'exploitation des ressources du sous-sol (minérales et combustibles) et a développé une expertise sur les processus de production de ces ressources, mettant à profit les financements industriels afférents. Désormais dans une logique de décarbonation, TS se trouve stratégiquement placé pour accompagner le nécessaire éloignement de la dépendance aux combustibles fossiles qui demandera le mouvement des types d'exploitation du sous-sol vers l'hydrogène, la géothermie, les métaux critiques, etc. TS occupe également une place de premier plan sur l'étude des risques naturels (sismicité, volcanisme, écroulements) dont les débouchés visent à l'amélioration de la définition du risque, de l'aléa, et de la compréhension des signaux précurseurs, pour sauver des vies et des biens. Ces mutations demandent un effort de structuration continu qui a vu l'émergence de réseaux (RÉSIF,

RÉGEF) et le couplage avec les autres domaines de l'INSU. Ainsi, les atouts de TS ont logiquement participé au succès de l'INSU aux projets PEPR.

Plus que jamais, l'étude de la Terre reste d'actualité, pour y vivre mieux comme pour interpréter les nouvelles données spatiales telles que celles liées aux exo-planètes.

4. Surfaces et Interfaces Continentales (SIC)

Les sciences du domaine SIC, en interface avec les autres composantes du système Terre (atmosphère, océan, terre interne, biosphère), contribuent à mieux comprendre, pour mieux anticiper, les réponses des milieux physiques et des milieux vivants face aux changements globaux. L'intensification du cycle hydrologique, la pression des sociétés humaines sur tous les milieux, anthropisés ou non (sol, eaux de surface et souterraine, basse atmosphère, biosphère), l'émergence de nouveaux polluants, l'urbanisation et la littoralisation des terres, la sur-consommation désormais irréversible des ressources, la perte de biodiversité végétale et animale sont autant de défis sur lesquels les scientifiques du domaine SIC sont engagés. Ces défis nécessitent de renforcer nos liens avec les porteurs d'enjeux. La notion de "zone critique", désormais pleinement intégrée dans la communauté, invite à développer des cadres de recherche destinés à la compréhension et appréhension des mécanismes sous-jacents aux conditions d'habitabilité sur Terre. Ces recherches pleinement holistes contribuent à la gestion des ressources naturelles et des risques, et soulèvent de nombreux défis tant cognitifs (e.g. liens entre processus biotiques et abiotiques; continuum d'échelles spatiales et temporelles (cycle longs - cycles courts); processus aux interfaces des milieux Homme-terre-atmosphère-mer; ...), que méthodologiques (e.g. changement d'échelles; approches intégrées observation - expérimentation - modélisation; l'observation long terme; apports de l'observation satellitaire;...) et structurels (e.g. construction des infrastructures de recherche nationales (OZCAR, ILICO, RZA) et européennes (eLTER); programmation inter-organismes (ANDRA, BRGM, CEA, CNES, IFREMER, IFSTTAR, INRAE, IRD, Météo-France, Universités); liens avec les porteurs d'enjeux;....

Compte tenu de l'ancrage scientifique du domaine SIC, la Commission Spécialisée SIC (CS-SIC) est co-animée par l'INSU et l'INEE. Le programme national EC2CO, un des bras armés des prospectives, est pleinement ancré dans une démarche inter-instituts du CNRS (INSU, INEE) et inter-organismes (ANDRA, BRGM, CEA, CNES, IFREMER, IFSTTAR, INRAE, IRD, Météo-France), bénéficiant d'un soutien financier diversement réparti dans lequel l'INSU, l'INEE, l'INC, l'IFREMER (jusqu'en 2021), l'INRAE et l'IRD comme étant sont les principaux contributeurs. Au niveau du CoNRS, la section 30 est la seule section à dépendre conjointement de deux instituts (INSU, INEE).

Cet ancrage scientifique inter-instituts du CNRS (INSU, INEE) et inter-organismes est à la fois une force (complémentarité d'expertise, lien avec plusieurs ministères de tutelle, etc..) et une "singularité" pour l'INSU-SIC dans sa politique scientifique (e.g. la construction de l'infrastructure européenne eLTER, regroupant l'IR RZA (INEE) et l'IR OZCAR (INSU) invite à une politique scientifique rapprochée et concertée entre les 2 instituts ainsi qu' une enveloppe budgétaire pour le programme EC2CO dépendante de politiques des organismes indépendants du CNRS; ...).

B. La prospective transverse

1. Les défis transverses

En parallèle à ses exercices classiques de prospective par domaine scientifique, la direction de l'INSU a lancé en 2019 une prospective dite « transverse » dont l'objectif était de traiter de questions scientifiques interdisciplinaires de façon large et complète en décloisonnant les approches par domaine pour mettre en commun des réflexions, des connaissances et des ressources et, de ce fait, apporter des contributions réellement transformantes à l'échelle nationale. Un certain nombre de questions transverses avaient déjà été identifiées dans le rapport de prospective du précédent CSI.

Une autre originalité de cet exercice a été d'adopter une approche bottom-up s'appuyant plus particulièrement sur les Observatoires des Sciences de l'Univers (OSU) déployés par l'INSU dans les Universités françaises et s'adressant également aux autres organismes de recherche concernés. Les retours de la communauté scientifique canalisés par les OSU ont été analysés par un comité ad hoc, incluant des membres du CSI, et ont conduit à identifier 17 sujets considérés comme des défis scientifiques, technologiques, environnementaux et/ou sociaux.

Parmi les 17 défis identifiés, 7 d'entre eux concernaient des questions scientifiques transverses aux différents domaines INSU, aux différents instituts du CNRS et aux organismes de recherche partenaires de l'INSU (CNES, INRAE, CEA, BRGM, IRD) et porteurs d'enjeux sociétaux

1. Origine de la Terre dans l'Univers
2. Signatures d'habitabilité des planètes et exoplanètes
3. Identification et compréhension des grandes crises
4. Interactions entre crises environnementales et écosystèmes
5. Modélisation intégrée du système Terre pour l'étude des risques environnementaux
6. Interactions entre cycles longs et cycles courts pour la mise en place des ressources
7. Rôle du vivant sur les cycles et sur la mise en place des ressources

Quatre défis ont concerné des lieux ou moments sensibles en terme de changement climatique et de lien environnement-société :

8. Milieux polaires
9. Zone Intertropicale
10. Continuum Terre-Mer
11. Environnements urbains

Les six derniers défis visaient des verrous technologiques sur l'instrumentation, le calcul et la donnée :

12. Nano-satellites
13. De la production de données à leur exploitation scientifique
14. Accès ouvert aux données scientifiques
15. Nouveaux capteurs environnementaux
16. Instrumentation en milieux extrêmes
17. Vers l'exascale : convergence HPC et HDA

Des séminaires de réflexion ont été organisés par les OSU concernés par ces différents défis, en présentiel en 2019 puis en distanciel en 2020. Les membres du CSI ont participé à ces ateliers et ont, pour certains, contribué à leur organisation et à leur animation. Le colloque final organisé en distanciel en novembre 2021 a remporté une vive adhésion de la communauté, avec plusieurs centaines de participants virtuels (250 connectés et 100 visionnages du live YouTube) et une restitution écrite (<https://www.insu.cnrs.fr/fr/prospective>).

2. La concrétisation des défis

Les attentes vis-à-vis de cette prospective transverse ont été à la mesure de la mobilisation qu'elle a suscitée. Le CSI de l'INSU a veillé à la mise en œuvre pratique des recommandations issues de cet exercice. Cette mise en œuvre s'est appuyée sur des actions diverses, avec une déclinaison d'outils variés selon les sujets et relevant autant de l'adaptation de dispositifs existants que de la création de nouveaux moyens. Dans un premier temps, les programmes nationaux de l'INSU ont été invités à soutenir plus fortement certaines des thématiques transverses identifiées, telles que "exobiologie/planétologie", "ressources du sous-sol incluant les fonds marins", "risques/aléas/vulnérabilité". La rédaction d'un livre blanc sur les paléoclimats a été initiée, notamment pour concilier les différentes profondeurs de temps. La structuration des pôles de données nationaux dans le cadre de l'IR Data Terra a été renforcée et les besoins techniques et humains en ont été évalués. Un comité HPC a été évoqué pour accompagner le développement du calcul exascale. En parallèle,

des réflexions sur les métiers associés à la donnée ont été entamées (voir section II. C) et plus largement sur tous les aspects associés à la Science Ouverte (voir section IV. A). Pour ce qui concerne l'instrumentation, une direction scientifique adjointe chargée des développements instrumentaux innovants pour la recherche et l'observation (DIIRO) a été créée au sein de la direction de l'INSU (voir section instrumentation). Une fédération de recherche sur les nano-satellites a été créée en 2022 en région Île-de-France, dont la vocation est d'agrèger les acteurs à l'échelle nationale en lien avec les priorités du CNES.

La concrétisation la plus spectaculaire de ces efforts a été l'ensemble des réponses (19 propositions) et le taux de succès aux appels d'offres successifs des PEPR (Programmes et Équipements Prioritaires de Recherche, Programme d'Investissement d'Avenir). En partenariat avec les universités et organismes de recherche, l'INSU est impliqué et/ou pilote six projets de type PEPR sur des périmètres qui recouvrent en grande partie les défis identifiés lors de la prospective transverse : FairCarbon (Cycle du carbone), IRIMA (Risques naturels et technologiques), One Water (L'eau, bien commun), ORIGIN (Origine de la vie), SousSol (Ressources et conflits d'usage du sous-sol), TRACCS (modélisation climatique et services climatiques). Ces projets, à divers stades d'avancement, ont été présentés et discutés en CSI. Ces outils vont apporter les ressources additionnelles requises pour adresser ces défis à l'échelle nationale. Ils ont également pour objectifs de structurer la communauté autour de ces questions et de ces moyens. Leur articulation avec la mission nationale d'animation de la recherche de l'INSU et les outils d'animation pilotés par l'institut pose donc question (voir section III.C.2).

Pour ce qui est des lieux/moments sensibles, les environnements urbains font l'objet d'un PEPR d'accélération (Solutions pour la ville durable et innovations territoriales) et sont au cœur de différents projets européens d'infrastructure dont les IR françaises sont partenaires (i.e. RI-Urban). Les autres propositions de chantiers (zone intertropicale, Continuum Terre-Mer, chantier Arctique) nécessitent des efforts supplémentaires de structuration et d'implications d'autres d'acteurs.

Tous les défis n'ont pas encore trouvé de cadre de réalisation formel et financier. Leur maturation doit être portée et soutenue par l'INSU au travers de ses outils de financement et de structuration habituels (programmes nationaux, etc ..).

Un dernier élément notable issu de cette prospective transverse a été l'émergence et la formalisation des attentes de la communauté en termes de liens science-société mais surtout en termes de bilan carbone et de développement durable des activités de recherche à l'INSU. Ce dernier sujet fait l'objet d'une section dédiée de ce rapport (section IV. C).

II. Les outils de la recherche

A. Observations

1. Les dispositifs labellisés et les IR

L'observation sur le long terme de variables pertinentes liées aux phénomènes affectant l'Univers et les enveloppes du système Terre est une des raisons d'être de l'INSU. Dans un contexte d'impact croissant de l'activité humaine sur notre planète, l'observation en sciences de l'Univers et de l'environnement est un enjeu sociétal majeur.

Structurer, à l'échelle nationale, ces activités d'observation et assurer la distribution large et ouverte des données associées ont toujours été, et restent, un leitmotiv de l'INSU et de l'ensemble de la communauté. Cette structuration s'organise depuis plusieurs décennies autour des Services Nationaux d'Observation (SNO) qui sont des structures labellisées et intégrées au sein d'Actions Nationales d'Observation (ANO) définies par domaines de l'INSU. Des outils labellisés tels que les Instruments Nationaux, les sites et parcs instrumentés ou les codes communautaires complètent le dispositif. Le rôle et le fonctionnement de ces services et outils labellisés sont clairs et bien intégrés par la communauté INSU (<https://www.insu.cnrs.fr/fr/les-outils-labellises>). Ils constituent des piliers de la recherche à l'INSU qu'il faut impérativement maintenir.

Depuis une vingtaine d'années, l'émergence des (Très Grandes) Infrastructures de Recherche (TGIR/IR, (<https://www.insu.cnrs.fr/fr/les-infrastructures-de-recherche>)) nécessite de repenser la structuration des activités d'observation et des moyens instrumentaux associés. Certaines IR sont issues d'une stratégie gouvernementale, d'autres ont été créées par regroupement de dispositifs labellisés autour d'objets ou de questions communes. Les IR constituent une réelle opportunité par l'acquisition d'instruments coûteux mutualisés (télescopes, parc d'équipements innovants, moyens de calculs ...) au cœur d'avancées scientifiques majeures. Elles élèvent le niveau de standardisation des protocoles, des instruments, des mesures et des données, et amènent à une forme de professionnalisation des activités d'observations. De par leur nature plus intégrative aussi bien en termes de thématiques couvertes que d'acteurs et organismes impliqués, le périmètre des IR est généralement bien plus large et structurant que celui des dispositifs labellisés. En parallèle à la construction des IR d'observations, les pôles de données des différents domaines (Aeris (Atmosphère), Odatis (Océan), Theïa (SIC) et Form@Ter (TS)) ont été englobés dans l'e-infrastructure Data-Terra pour répondre aux enjeux de l'accroissement majeur des volumes de données générés par les activités d'observation, du traitement déporté des données et produits, de la science ouverte des données (cf II.D).

Cet effort de structuration nationale s'accompagne d'une volonté de porter ces dispositifs au niveau européen. Ainsi certaines IR constituent, pour tout ou partie de leur périmètre, la contribution française à des ERIC (European Research Infrastructure Consortium) comme défini dans la feuille de route nationale des IR du Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche. C'est le cas des ERIC ICOS, ACTRIS, RESIF/EPOS, EMSO, EURO-Argo, eLTER.

La stratégie de l'INSU, discutée notamment dans le cadre de sa récente prospective organisationnelle (avril-octobre 2023), consiste à intégrer au maximum les outils labellisés aux IR de leur domaine. Si cette association/intégration est naturelle pour certains SNO ou certains domaines, elle est moins évidente pour d'autres. C'est le cas en particulier dans le domaine AA où il n'existe pas toujours une IR en lien avec les activités des SNO, et notamment pour ceux qui sont organisés autour des missions spatiales et où la dimension internationale est prégnante. Même si cette structuration des activités d'observation dans le cadre des IR a été très bénéfique pour certaines communautés, il faut éviter la chimère du modèle unique et accepter d'adapter la mise en place et le fonctionnement des IR aux spécificités des différents domaines de l'INSU. L'insertion dans les structures européennes a souvent été présentée comme le moyen de sanctuariser les ressources dédiées aux observations mais a finalement entraîné des développements/investissements supplémentaires qui ont parfois conduit à une augmentation des coûts généraux de fonctionnement, non compensée par une augmentation des dotations. D'une façon générale, les communautés doivent être accompagnées dans ces démarches de structurations, parfois perçue comme un processus à marche forcée, en associant les moyens humains et financiers nécessaires à ces transitions. In fine, les SNO et autres dispositifs labellisés doivent rester la brique de base de l'observation labellisée à l'INSU.

Tous les outils labellisés par l'INSU sont rattachés à l'échelle locale à des OSU, ce qui leur permet de bénéficier de soutiens de la part des Universités et organismes de tutelles des OSU. Aussi leur agrégation au sein des IR pose la question de l'articulation entre ces deux échelles. La réflexion sur cette articulation a débuté dans le cadre de la prospective organisationnelle (que l'INSU a annoncée en CSI en janvier 2023 et mise en place à l'automne 2023), et doit être menée à son terme. La question des moyens attribués aux IR au regard du soutien récurrent apporté aux dispositifs labellisés et la façon dont ils sont redistribués doit être posée. De même, l'articulation des activités de recherche au sein des IR et celles liées à l'utilisation des données dans les programmes de recherche doit être précisée. Après ces phases de construction des IR, il importe d'inciter la communauté à exploiter les données et services issues des IR et d'accroître leur degré d'utilisation notamment dans le cadre des programmes nationaux et des projets de recherche de l'ANR.

Une attention particulière doit être portée à l'équilibre entre les OSU et les UMR pour l'attribution des postes IT mais aussi à l'inclusion des personnels IT des OSU dans les projets de recherche pilotés par les UMR.

Il est également important de prendre en compte dans le budget des IRs, et donc à travers l'engagement de l'Etat et des organismes impliqués, les moyens nécessaires à la maintenance long-terme des équipements/infrastructures et à leur jouvence. Cette notion de maintien des mesures sur le "long-terme" est évidente pour l'INSU. Plus généralement, le vieillissement des instruments mais aussi des bâtiments associés aux observatoires (ex : station marine d'Arcachon) préoccupe la communauté.

2. Les métiers et les tâches d'observations

Les missions d'observation des personnels du CNAP³ sont actuellement centrales dans les dispositifs d'observations décrits ci-dessus, en lien avec l'ensemble des autres personnels ingénieur.e.s, technicien.ne.s, chercheur.se.s (Ch) et enseignant.e.s/chercheur.se.s (EC) des différents établissements. Mais ce corps est insuffisamment doté pour assurer toutes les tâches d'observation labellisées aussi bien en AA, TS et encore plus en SCOA (équivalent SIC+OA).

Une lettre de mission a été confiée en 2020 par le MESRI à E. Vergès sur la question des missions nationales d'observation. Elle en a fait un état d'avancement au CSI des 5-6 janvier 2021. Parmi les éléments rapportés, on note que les observations coordonnées au niveau national par l'INSU relèvent de 3 directions différentes au niveau du MESRI et que le dispositif des OSU manque de visibilité. Le rôle central des personnels CNAP est (ré-)affirmé avec la nécessité d'augmenter les effectifs face à des besoins croissants. Face à ce manque, force est de constater que des missions similaires sont assurées par des personnels Ch et ITA d'autres statuts (Universitaires, CNRS). Pour que ces tâches soient reconnues et valorisables dans la carrière de ces agents, une mission nationale d'observation doit être définie par un décret. Des actions ont été initiées en ce sens entre le CNRS-INSU et des Universités pilotes hébergeant des OSU qui visent à inscrire les tâches d'observation dans le référentiel "Référentiel d'Equivalence Horaire" REH des Universités. Des conventions ont été établies avec ces Universités pour définir les modalités de reconnaissance des missions d'observation réalisées par les EC ne relevant pas du CNAP, et les modalités de prise en charge financière par l'INSU-CNRS. En pratique, chaque OSU partenaire établit et fait valider chaque année par sa Commission Observation une liste des EC impliqués dans les missions nationales et locales d'observation ainsi que la valorisation horaire (en heqTD) correspondante. Les missions et la liste nominative des bénéficiaires sont présentées annuellement par la direction de l'OSU pour avis au Conseil de l'OSU et sont transmises en début d'année à l'INSU et à la commission recherche du conseil académique de l'Université qui prend en compte l'ensemble de ces missions dans le service d'enseignement des EC au travers de son REH. Les décharges s'adressent aux personnels exerçant des responsabilités lourdes au sein des SNO, ou lors de la mise en place d'un nouveau dispositif, ou là où les CNAP font le plus défaut (notamment en SCOA). **Les volumes horaires pourraient être adaptés selon la taille des SNO coordonnés dans les OSU ou selon leur nombre, ce nombre pouvant être extrêmement variable d'un OSU à l'autre. L'extension de ce type de dispositif aux autres outils labellisés de l'INSU devrait également être envisagée.**

La direction de l'INSU a également choisi d'attribuer les Chaires de Professeur Juniors (CPJ) CNRS dont l'institut a bénéficié sur des profils d'observations dans des structures reconnues (SNO et/ou IR). Elle a également progressivement impliqué les sections CNAP et CNRS dans les comités de recrutement puis dans la définition des profils prioritaires.

Ces deux initiatives permettent de répondre à des besoins urgents, de mobiliser et d'affecter des moyens humains supplémentaires aux tâches d'observation et aux activités de recherche associées, habituellement dévolues aux personnels CNAP. Si la reconnaissance des tâches d'observation des EC est une initiative saluée par la communauté, il faudra être attentif aux

³ Conseil National des Astronomes et Physiciens

perspectives de carrières des EC ainsi déchargés et s'assurer que la spécificité de leur carrière soit reconnue, en particulier lors des concours de Professeurs des Universités. Sur le principe, l'attribution de CPJ fait débat dans la communauté. La question de l'évolution de carrière de ces personnels pour aboutir à une titularisation pose également question. En effet, l'expérience des CNAP et des EC et CH impliqués montre à quel point les tâches d'observations sont prenantes et peu facilement valorisables aux échelles de temps auxquelles sont prévues les éventuelles titularisations de ces chaires. Si la démarche de l'INSU paraît pragmatique, aucune de ces deux options n'est une solution totalement adaptée pour pallier le manque de personnel CNAP. Elle pourrait s'avérer contre-productive et au contraire signer la fin de ce corps qui répond parfaitement aux besoins d'observations. La communauté INSU se doit de rester attentive à préserver ce corps et à maintenir la pression pour que les effectifs déployés soient proportionnés à des besoins croissants.

Comme mentionné précédemment, lors du mandat de la CSI, plusieurs événements naturels, souvent à fort impact et parfois d'origine anthropique, se sont produits (éruption volcanique à Mayotte, séismes du Teil et de Strasbourg, incendie de Lubrizol, tempête Alex...). Cela a généré des discussions autour du rôle et du positionnement des SNO pour la surveillance de ces phénomènes, alors même que la surveillance n'entre pas dans les missions des SNO. Mais les moyens mis en place par l'INSU et les OSU pour l'observation des phénomènes naturels sont utiles, et parfois centraux, dans la gestion de certaines crises par l'État (voir par exemple le rôle des observatoires volcanologiques). **Les Ch et ingénieur.e.s sont alors des interlocuteurs privilégiés des autorités dans l'aide à la décision en période de crise. Il faut arriver à mieux identifier les différentes structures, outils et personnes (qui doivent être formés aux situations de crise) pour organiser ces interactions et affirmer/clarifier le rôle de chacun. Par ailleurs, les autres ministères gagneraient à s'appuyer sur les observatoires pilotés par l'INSU et l'expertise associée et donc à soutenir leurs activités par l'attribution de moyens humains et financiers.**

B. Instrumentation

L'observation est centrale dans les activités de l'OSU, il en découle naturellement que l'instrumentation permettant de produire ces observations est également une activité clé. Pour autant, les recrutements de ces dernières années dans les sections INSU suggèrent que le développement d'instrumentation est une activité en perte de vitesse. Lors de la redéfinition des périmètres des sections en 2020, une revisite des mot-clés a conduit à afficher plus clairement les besoins relatifs à l'instrumentation pour toutes les sections INSU. Afin de renforcer cette activité, la direction de l'INSU a entamé une réflexion en 2019 en questionnant le positionnement de la Division Technique de l'INSU. Plusieurs défis de la prospective transverse ont émergé en raison de besoins particuliers en instrumentation, notamment sur les nouveaux capteurs environnementaux, l'instrumentation en milieux extrêmes et les nanosatellites. L'analyse de ces difficultés d'organisation et de ces besoins scientifiques a conduit la direction de l'INSU à créer une nouvelle direction scientifique dédiée aux développements innovants pour la recherche et l'observation. Cette nouvelle direction a été présentée au CSI en avril 2023. Le directeur scientifique de la DIIRO est épaulé par une direction technique adjointe. Comme les autres directions scientifiques, l'équipe de direction s'appuie sur une commission spécialisée (Commission Spécialisée Instrumentation Innovante et Transverse, CSIIT) composée d'experts de la communauté et bien évidemment sur la DT INSU.

1. La division technique de l'INSU

L'INSU dispose d'une unité « Division Technique » qui a le statut d'Unité Propre de Service (UPS 855 du CNRS) (voir <http://www.dt.insu.cnrs.fr/>) dédiée au soutien instrumental et au déploiement de dispositifs ou instruments communautaires. Cette division technique est au service de la communauté, qui peut faire appel à ses compétences techniques pour soutenir un développement instrumental ou

numérique via un appel d'offre. Le positionnement des contributions de la DT dans les projets de recherche (partenaires ou sous-traitants ?) a commencé à se poser en 2019. A ressources humaines constantes à l'échelle de l'INSU, la question de la délimitation du périmètre d'activité la DT et le choix des compétences à privilégier au regard de celles disponibles dans les UMR et/ou proposées par les OSU et les IR/TGIR se posait. Ces questions ont été abordées par un groupe de travail dédié comprenant trois membres du CSI.

Les spécificités et le devenir des trois sites sur lesquels la DT était distribuée faisaient également l'objet de nombreuses interrogations. Elles se sont posées de façon critique lorsque le projet de vente du site de Meudon a été connu en septembre 2021 puis ont été dramatisées par l'accélération précipitée de cette vente en mars 2023. Au cours de ces phases de réflexion et de mise en œuvre de la relocalisation du site de Meudon, le CSI a interpellé l'INSU sur la question du devenir des agents ainsi que sur le changement d'affectation de certains matériels. Pour finir, une solution de repli pérenne a été trouvée sur le campus de Gif-sur-Yvette. La direction de l'INSU a accompagné les personnels sur le plan humain et technique au cours de réunions régulières, modulé le plan de charge et le planning des agents et organisé des visites des nouveaux locaux pour organiser l'installation et assurer le retour à un fonctionnement nominal dans les plus brefs délais. L'INSU a également financé le déploiement sur ce nouveau site.

Le CSI tient à souligner l'investissement des agents de la DT INSU tout au long de cette opération et leur détermination à préserver leur outil de travail ainsi que la solidarité des unités du plateau de Saclay qui les ont accueillis. Il recommande également un suivi attentif des personnels qui pourraient subir après coup les effets du stress et de la fatigue que cette situation a pu générer.

Le périmètre et les missions de la DT INSU ont été précisés dans le cadre de son intégration à la DIIRO. La DT reste prioritairement dédiée aux développements instrumentaux et à l'accompagnement et la mise à disposition d'outils opérationnels. Elle vient en appui des programmes structurants de l'INSU (Equipex, PEPR, actions prioritaires telles que le déploiement lidar à la Réunion). La durée des demandes de soutien est étendue à 3 ans. En moyenne 50 développements instrumentaux sont soutenus chaque année, dans tous les domaines et toutes les unités INSU. La DT comprend un bureau d'étude qui doit monter en puissance, notamment dans le domaine de l'optique où les compétences et les besoins sont nombreux. Les activités de la DT seront bien évidemment articulées avec les priorités définies par le CSIIT et la DIIRO. Une charte de bonne conduite pour les utilisateurs des services proposés par la DT est en cours afin de garantir la reconnaissance de sa contribution dans les projets de recherche.

2. L'instrumentation et la DIIRO

L'objectif de cette nouvelle direction scientifique est de garder ou de ramener le développement instrumental au cœur de la communauté INSU et de faire transiter les expertises entre domaines pour homogénéiser les pratiques et mutualiser les compétences. Elle propose des réponses à un grand nombre des recommandations issues des défis instrumentaux de la prospective transverse (défis 15 et 16).

La CSIIT a été composée de personnels des organismes partenaires habituels de l'INSU et d'autres instituts du CNRS de façon à renforcer les synergies lors de discussions stratégiques notamment sur les filières technologiques. Les défis instrumentaux ont relevé une difficulté à identifier l'ensemble des guichets susceptibles de soutenir le développement instrumental. Si les appels d'offre de la MITI (Mission pour les Initiatives Transverses et Interdisciplinaires du CNRS) apparaissent comme un dispositif adapté pour lancer des études exploratoires et faire émerger de nouvelles idées, des outils de financement de plus grande ampleur doivent ensuite être trouvés. Un appel d'offre « instrumentation innovante transverse » a donc été lancé, son objectif est d'initier des développements technologiques émergents ou d'accompagner la montée en maturité technologique de développements instrumentaux pour des applications à la mesure et/ou à l'observation au sens large (≥ 300 k€ annuels, 20 à 50 k€ par projet et par an, sur 2 ou 3 ans). Ces projets doivent porter sur les thématiques scientifiques de l'INSU mais les interactions avec les autres instituts CNRS, les organismes partenaires et la DT-INSU sont encouragées. L'accompagnement des projets est « sans équivalent au niveau national » (notamment via les demandes de soutien à la DT), leur revue par la CSIIT est annuelle.

Une des recommandations fortes issues des défis instrumentaux de la prospective transverse était de partager et mutualiser les solutions pour les besoins génériques (gestion de l'énergie, systèmes d'acquisition et de stockage de données), les développements et les compétences. Cela nécessite de recenser les développements en cours et les composants disponibles sur étagère, les expertises et les métiers disponibles dans les UMR et les OSU. Dans cette optique, un catalogue des développements (innovants et génériques) et des compétences de la DT-INSU a été réalisé par la DIIRO pour être mis à disposition des communautés de l'INSU et au-delà. Le partage d'expertise peut passer par un plus grand développement des réseaux-métiers. La montée en expertise de la DT sur le spatial n'est pas à l'ordre du jour, mais une réflexion sur les besoins en contrôle-commande, notamment dans le domaine AA, doit être menée. L'articulation avec les IR doit également être affinée, le soutien de la DT devant être réservé aux développements innovants.

La CSIT organise également les ateliers bisannuels "Expérimentation et instrumentation" (150-200 personnes) qui visent à réunir les spécialistes du développement instrumental pour échanger sur les aspects de mesure, méthodologie, conception et réalisation, mise en œuvre et innovation sur les thèmes identifiés par la CSIT. Une des recommandations des défis instrumentaux était de renforcer la visibilité de cet atelier, notamment vers les autres instituts du CNRS et les autres organismes.

Les aspects émergents de sobriété sont également pris en compte et constituent un nouveau défi pour le développement instrumental.

Le CSI approuve cette structuration qui remet l'instrumentation et le développement instrumental à l'honneur ainsi que la proposition d'échange et de partage renforcé de compétences et d'expertises entre les différents domaines de l'INSU, les différents instituts du CNRS et au-delà. Le CSI a également fortement apprécié l'enthousiasme et le dynamisme de la DIIRO et suggère un examen régulier de ses activités en CSI pour soutenir au mieux sa mise en place et son développement.

C. Approches numériques et bases de données

1. Les nouveaux défis du numérique

Comme mentionné plus haut, la communauté fait face à de nouveaux défis en matière de calcul et d'approches numériques. Ces défis sont liés à la définition et à la mise en œuvre de grandes simulations numériques, par exemple en sciences du climat et en planétologie (High Performance Computation, HPC) et au traitement massif (High Performance Data Analysis, HPDA) des grands volumes de données obtenues par la modélisation mais aussi par l'observation spatiale et in-situ et les nouvelles méthodes d'analyses, notamment au sein des IR/TGIR. En parallèle, de nouvelles méthodes de calcul se développent, notamment les techniques d'intelligence artificielle, aussi bien pour le traitement de données qu'en appui ou en remplacement des modèles déterministes. Le passage à l'exascale s'appuie sur de nouvelles architectures de calcul (GPU, ARMs) qui nécessitent des transformations profondes des outils existants. Le portage des codes numériques actuels sur ces nouveaux calculateurs est un point crucial et nécessaire pour rester dans la course, au regard des avancées actuelles dans l'ère de l'exascale. Les progrès récents sur la première machine exascale Summit en sont une illustration. De la même façon, la mise en forme des données massives utilisées par les modèles ou les outils d'intelligence artificielle qui utilisent des bases de données d'apprentissage massives appellent des compétences et des moyens supplémentaires qui diffèrent des besoins de calcul HPC.

Des contraintes techniques s'imposent également, car les moyens de stockage doivent être très proches des serveurs de calcul à l'instar de ce qui est fait via l'IR DataTerra et le projet GAIA au niveau Européen. Dans le cadre du réseau MESONET visant à relier de manière transparente les différents mésocentres et centres nationaux GENCI entre eux, différents types de technologie pourront être plus faciles d'accès.

Ces questions ont été abordées dans le cadre du défi 17 de la prospective transverse qui recommandait la création d'une action nationale transverse. Cette réflexion, qui dépasse largement le cadre de l'INSU doit nécessairement impliquer les centres de calcul nationaux (GENCI) et régionaux, les centres de données nationaux (DATA-TERRA), les autres instituts CNRS (GDR "Défi Théoriques

pour les sciences du climat”) et organismes de recherche concernés ainsi que les IR (CLIMERI), GDR (NUTS pour TS) et les groupes de travail existants (par exemple, le Chantiers ENVIA, à Toulouse). A l’évidence, cette réflexion doit être au service des questions scientifiques à résoudre et menée avec les scientifiques des domaines concernés.

2. Les bases de données

Dès les années 1990, les domaines de l’astronomie, l’exploration spatiale et le secteur OA ont créé, dans le cadre des services nationaux d’observation, des actions nationales dédiées à l’archivage et la distribution des données. Ces actions ont donné naissance à des pôles de données, thématiques et/ou régionaux qui se sont progressivement agrégés et structurés pour atteindre une échelle nationale ou internationale.

Dans le domaine AA, dès 1972, un centre de données, le CDS, a été créé dans l’objectif de “collecter l’information « utile » sur les objets astronomiques au format électronique, d’améliorer et homogénéiser cette information et de la distribuer à la communauté astronomique internationale”. Dans ce cadre depuis plus de vingt ans, la communauté AA développe l’Observatoire Virtuel que l’on peut définir comme un ensemble de standards interopérables pour la découverte, la description et l’accès aux données et aux services. Fort d’une longue tradition de partage et d’interopérabilité des données, le CDS a été labellisé en tant qu’IR par l’INSU et le ministère. Plusieurs laboratoires de l’INSU sont à la pointe du développement et de l’utilisation de ces standards dans le cadre de l’IVOA (International Virtual Observatory Alliance, <https://www.ivoa.net/>), de projets européens comme ESCAPE (European Science Cluster for Astronomy and Particle physics ESFRI, <https://projectescape.eu/>), en encore à travers l’initiative EOSC (European Open Science Cloud, <https://eosc.eu/>). Dans le domaine AA, la structuration nationale est opérée au niveau international par objet, thème ou missions spatiales, en lien avec les agences spatiales qui les soutiennent. On retrouve la même différence que dans la structuration SNO/IR sans qu’elle pose d’autre problème que la non-homogénéité avec la structuration à l’œuvre dans les autres domaines.

Pour ce qui concerne les autres domaines, afin de centraliser et distribuer les données de façon optimale, une structuration en centre de données nationaux a été mise en œuvre en s’appuyant sur l’existant, c’est-à-dire les centres de données régionaux. Par exemple, le centre de données national AERIS (Atmosphère) regroupe le centre de données ICARE (Lille) orienté sur les données satellites terrestres, le centre de données SEDOO (Toulouse) très expérimenté sur les bases de données de mesures in-situ, notamment celles issues de grandes campagnes de mesures, et le centre de données ESPRI (IPSL, Paris) qui rassemble des données d’intérêt climatique. Du côté des sciences de la Terre, cette unification et harmonisation internationale a été plus difficile que dans les autres domaines de l’INSU en raison de la multiplicité des sous-disciplines ayant chacune leurs pratiques. Ces centres nationaux de données thématiques (Aeris (Atmosphère), Odatis (Océan), Theïa (SIC) et Form@Ter (TS)) ont été ensuite été englobés dans l’e-infrastructure Data Terra, pour proposer une approche intégrée des données en sciences de la Terre en lien avec le spatial. Data Terra affiche en effet une approche complète, depuis l’acquisition de la donnée jusqu’à son utilisation transdisciplinaire. L’objectif est de faire vivre et développer un dispositif global d’accès à des données, produits et services permettant d’observer, comprendre et prévoir de manière intégrée le système Terre : faciliter l’accès et l’utilisation des données et produits, fournir un service à valeur ajoutée de visualisation et traitement des données permettant l’accroissement de la volumétrie. L’IR se doit de répondre aux besoins des scientifiques mais aussi des politiques publiques et doit s’adapter progressivement aux besoins croissants des utilisateurs vers le multi-capteur/multi-sources.

En 2021, l’IR Data Terra, l’IR CLIMERI-France (Infrastructure Nationale pour la modélisation du système climatique de la Terre) et le PNDB (Pôle National de données de Biodiversité) ont obtenu un projet Equipex+, le projet GAIA DATA. L’objectif affiché est de développer et mettre en œuvre une plateforme intégrée et distribuée de services et de données pour l’observation, la modélisation et la compréhension du système Terre de la biodiversité et de l’environnement. Basé sur le partage, l’interopérabilité et l’accessibilité des données en toute transparence, ce projet comporte également un

volet technique qui vise à rationaliser les ressources existantes dans l'ESR. Il s'appuie sur 30 centres existants (centres de Calcul Nationaux (CINES, IDRIS); Centres de Calcul et données d'organismes (CNES, Ifremer, BRGM); Mésocentres Régionaux (GRICAD, UniStra, Univ Lille, Meso@LR); Mésocentres Thématiques (ICARE, ESPRI, IPGP-Dante)). Il permettra d'augmenter les capacités de stockage et de calcul et de soutenir l'évolution des infrastructures associées (réseau et sécurité, authentification, etc ..) en lien avec les projets PIA3/4 du même périmètre (MESONET, FITTS, CLUSTER).

Lors du renouvellement de la feuille de route nationale des IR en 2022, Data Terra et le CDS ont été retenus par le MESRI parmi les six IR élevés au rang de "Centre de Référence Thématiques"⁴, pour le système Terre et l'environnement d'une part et l'astronomie et astrophysique d'autre part. **Cela souligne la pertinence des efforts de construction et de structuration menés dans la durée et la qualité des services proposés par ces IR qui à elles deux couvrent la totalité des domaines de l'INSU. Le CSI invite cependant ces centres de données à maintenir des interactions fortes avec les IR d'observation afin de fournir les meilleurs services possibles aux producteurs et aux utilisateurs et ainsi contribuer efficacement à la valorisation des données distribuées.**

En parallèle à ces aspects techniques et organisationnels, l'atelier du défi 13 de la prospective transverse (De la production de données à leur exploitation scientifique) a porté une réflexion plus générale sur cette logistique des données et son évolution face à des flux de données et des besoins en croissance exponentielle. **Malgré la grande hétérogénéité des données et des besoins dans les différents domaines de l'INSU, des recommandations générales ont été émises⁵ qui pointent notamment la nécessité d'un pilotage qui soit à la fois national et guidé par les besoins scientifiques comportant la mise en place de plans de gestion des données, la certification des entrepôts, et le soutien pérenne, en moyens techniques et humains, à apporter aux activités liées aux données. Une chargée de mission sciences ouvertes a été nommée dès 2020 qui doit contribuer à la mise en œuvre de ces recommandations.**

3. Les nouveaux métiers

Les développements en cours et à venir dans le secteur du calcul et des données ne peuvent être réalisés sans un recours à des expertises et des compétences spécifiques. Des équipes alliant l'expertise scientifique des domaines de l'INSU et des compétences en IA, HPC, HPDA doivent être encouragées, soutenues voire créées. Des centres d'expertises ainsi que des alliances avec les experts de mathématiques appliquées/IA et HPC/Informatique doivent être développés et soutenus, par exemple via les projets nationaux ou internationaux (par exemple projet CHEESE) incluant à la fois l'INSU et les instituts CNRS et organismes de recherche concernés.

Des moyens humains spécifiques, techniques et scientifiques, doivent être déployés dans les centres nationaux et régionaux. Des postes d'ingénieur.se.s d'étude et de recherche expert.e.s pourraient être affectées au niveau régional, par exemple dans des structures et/ou services adossés aux OSU et mis en réseau au niveau national pour permettre de créer des équipes dédiées au portage ou à l'optimisation de codes ainsi qu'à la gestion de bases de données sur les nouvelles architectures modernes. Cela permettrait de créer une compétence au niveau national via un réseau d'équipes ancrées régionalement, et de concentrer localement des expertises tout en réduisant l'isolement possible de certains personnels. Le ciblage en termes de type et de niveau d'expertise devrait être arbitrés en amont par l'INSU au niveau national (via l'Action Nationale évoquée plus haut) en lien avec les OSU et MESONET.

Ces missions doivent être reconnues tant au niveau des recrutements que des évolutions de carrière, pour les Ch et pour les IT. Le soutien IT est d'autant plus critique qu'il s'agit de secteurs

⁴ <https://recherche.data.gouv.fr/fr/page/centres-de-referance-thematiques-expertises-par-domaine-scientifique>

⁵ https://www.insu.cnrs.fr/sites/institut_insu/files/ressourcefile/Prospective%20Sciences%20de%20la%20plan%3%A8te%20et%20de%20l%27Univers-light.pdf page 120/121

d'activités en tension (BAP E) dans lesquels même le recrutement permanent est difficile. Au-delà des aspects salariaux, qui peuvent être modulés via l'octroi de primes, les politiques de promotion et la refonte des grilles de salaire, l'attractivité pourrait également être améliorée en termes d'environnement et de conditions de travail.

Du côté des profils de recherche, la curation et l'analyse des données émergent comme de nouveaux besoins. De tels profils existent dans certaines sections INSU, mais pour faire face à ce besoin, la direction de l'INSU a proposé au CNRS la création d'une nouvelle CID "Sciences et Données". Le CSI a apporté son soutien à cette proposition tout en recommandant qu'elle n'exclue pas de conserver dans les sections CNRS certaines activités historiques, telles que l'assimilation de données dans le domaine OA.

Pour disposer d'un vivier adapté à ces nouveaux métiers, des formations pensées et développées en commun avec les autres instituts du CNRS (INS2I, INSMI), les Universités et les centres nationaux devraient être envisagées. Ces métiers s'inscrivent dans des secteurs en tension et les conditions salariales et de travail proposées au sein des UMR ne sont pas compétitives par rapport au secteur privé. L'attractivité de ces métiers à l'INSU pourrait être renforcée en mettant en avant la finalité des recherches en sciences de l'Univers, de la Terre et de l'environnement, pour répondre à la quête de sens qui anime de plus en plus de jeunes diplômés.

III. L'organisation de la recherche face aux enjeux

A. la LPPR et la LPR

1. La mobilisation du CSI

Peu après le début de notre mandat en 2019, le gouvernement a mis en place une consultation visant à préparer une loi de programmation pluriannuelle sur la Recherche. (LPPR). Le travail de préparation s'est appuyé sur trois groupes de travail (Recherche sur projet /appels d'offres sélectifs ; Attractivité des emplois et des carrières scientifiques ; Innovation et recherche partenariale) et sur des contributions des organismes de recherche, dont le CNRS. Très rapidement, via la C3N, le comité national s'est mobilisé et a proposé la tenue d'une session extraordinaire de façon à exprimer les attentes de la communauté.

Le CSI de l'INSU s'est investi dès la phase de préparation de la loi et tout au long de son mandat, en commençant notamment par l'analyse des retours des UMR de l'INSU au questionnaire proposé par le CNRS pour élaborer sa contribution institutionnelle. Ce travail a donné lieu à la première recommandation du CSI votée le 24/06/2019. Cette recommandation met l'accent sur les spécificités de l'INSU en matière d'organisation et de moyens financiers, techniques et humains permettant de gérer les infrastructures de recherche ou grands équipements et les observations sur le temps long nécessaires aux recherches en sciences de l'Univers. Ces caractéristiques passent entre autres par un financement pérenne sur des objectifs suffisamment ambitieux pour permettre la réalisation de ses missions. Le CSI a également organisé une rencontre avec une des membres du groupe de travail 1, E. Cortijo, paléo-climatologue de renom, afin de comprendre comment se menait le travail de ces groupes composés à la fois de scientifiques et de politiques et d'être informé des travaux des groupes et du calendrier de préparation de la loi. E. Cortijo a présenté au CSI la méthode de travail (auditions d'organisations syndicales, d'organismes de recherches, d'agences de financement, d'établissements d'enseignement supérieur, d'entreprises etc., ...), les principales recommandations issues de ce travail assorties d'un chiffrage des moyens nécessaires (1 940 à 3 335 M€). La nécessité de porter le budget de la recherche publique à 1% du PIB avait été clairement établie par les différents contributeurs ainsi que le besoin d'un pilotage stratégique sous l'égide du MESRI et d'une coordination des financements Etat/Région.

La session extraordinaire du comité national s'est tenue le 3 juillet 2019 et a rassemblé environ 600 personnes. Un document de diagnostic avait été finalisé par voie électronique et un document de

propositions a été finalisé au cours de la session et diffusé à tous les membres du comité national⁶ et au-delà à la presse. De son côté, le CNRS a produit une contribution officielle qui comporte des points de convergence mais aussi des désaccords avec la contribution du CSI de l'INSU notamment sur la question de la nature de l'emploi scientifique.

Le CSI a suivi avec attention le processus de préparation puis d'adoption de la loi, devenue Loi de Programmation de la Recherche (LPR) ainsi que le protocole d'accord sur les rémunérations qui y a été adossé. La situation a été complexifiée par l'inclusion dans la LPR de crédits prévus dans le plan de relance mais il est rapidement apparu que le budget prévu serait bien en deçà des demandes exprimées par le CoNRS et par les groupes de travail préparatoires eux-mêmes, et qu'il comporterait des dispositifs de recrutement non pérennes (tenure-tracks et CDI de mission). Dans ce contexte, le CSI a voulu montrer à travers deux exemples historiques, celui de la découverte de la première exoplanète à l'OHP et celui des travaux pionniers de C. Lorius et J. Jouzel mettant en évidence les premières preuves du réchauffement climatique, que la science n'avance pas nécessairement dans un climat de concurrence et d'injonction aux résultats rapides. Ce récit a été diffusé à la presse en mars 2020 comme contribution au débat dans le cadre de la préparation de la loi. Malheureusement la crise sanitaire n'a pas permis une diffusion large de ce texte dans l'espace public. Le texte est fourni en annexe de ce rapport. La C3N s'est exprimée sur ces forts écarts entre les propositions du CoNRS dans une motion adoptée le 24 juin 2020. Le CSI de l'INSU a également émis une nouvelle recommandation le 22 septembre 2020 pointant les manques et les risques associés au projet finalement adopté en décembre 2020 au regard des attentes exprimées.

La mise en œuvre de la LPR et des décrets d'application associés a conduit à des modifications dans les modes de financement, de recrutement et d'organisation qui ont accéléré les changements amorcés par les réformes précédentes. Le CSI de l'INSU a adopté en octobre 2022 une motion rappelant les attentes non comblées par la LPR et les inquiétudes générées par le rapport de la cour des comptes sur l'évolution des Universités (Les Universités à l'horizon 2023) et les nouvelles procédures d'évaluation des unités de recherches introduites avec la vague C, par l'HCERES.

2. Des inquiétudes persistantes

Au final, les principaux sujets d'inquiétudes persistent :

- Malgré une augmentation globale du budget consacré à la recherche, la cible des 1% du PIB consacré à la recherche revendiquée par le co-CNRS n'est pas atteinte. C'est le budget de l'ANR qui devrait être le plus fortement bénéficiaire de cette augmentation (dont la plus grande partie est programmée sur la période 2024-2027). Pour ce qui concerne le CNRS, l'augmentation du budget est à peine supérieure à l'inflation jusqu'en 2023. La vente du site de Meudon, qui a entraîné le déménagement dans des conditions très contraintes de la DT-INSU et d'autres services du CNRS n'a finalement abondé le budget du CNRS après bien des péripéties qu'à hauteur de moins de 39 M€.

- **La dotation de l'INSU est donc restée constante ces dernières années avec des charges supplémentaires telles que les frais de déménagement de la DT-INSU, limitant fortement sa capacité à mener une politique scientifique ambitieuse.** Dans le cadre de la LPR, plutôt que d'augmenter les dotations des organismes de recherche et donc les dotations des laboratoires en crédits dits « récurrents », c'est un mécanisme de percolation qui a été retenu pour abonder ces budgets : les frais de gestion (« préciputs ») des projets de recherche et leur augmentation programmée et progressive (pour atteindre 40% à horizon 2030) doivent permettre aux organismes de recherche de retrouver des marges de manœuvre budgétaire. C'était pourtant encore loin d'être le cas en 2023 avec moins de 20 M€ de préciput pour le CNRS sur un budget hors masse salariale supérieur à 1200 M€. A l'échelle des UMR, un laboratoire qui obtient de nombreux ou de gros contrats récupère une partie des frais de gestion de ces contrats pour son fonctionnement et pourra adopter des règles de redistribution interne. Des règles de répartition de ces préciputs entre les établissements gestionnaires, hébergeurs et les UMR sont progressivement mises en place. Pour autant, il est difficile d'évaluer les montants effectivement en jeu et l'évolution prévue. Un chiffrage est nécessaire pour identifier les leviers et les ressources accessibles pour le CNRS, l'INSU et les activités de recherche des UMR.

⁶ https://www.cnrs.fr/comitenational/struc_coord/c3n/motions/Motion_C3N-recherche-publique-en-france-2019.pdf

- **La masse salariale du CNRS reste bornée et insuffisante** et l'augmentation des primes et du point d'indice des fonctionnaires en juillet 2022 et juillet 2023 n'a pas donné lieu à un abondement correspondant des budgets des établissements. Dans ces conditions, la perte d'emplois titulaires au CNRS et à l'INSU se poursuit : depuis 2005, il s'agit de 90 postes de CH CNRS et de 164 postes IT CNRS en moins la pression exercée sur les personnels permanents ne cesse de croître, quel que soit le statut et la fonction. **La réponse aux appels d'offre et la réalisation de contrats de recherche consomment globalement plus de ressources qu'ils n'en apportent. Le manque de soutien technique et administratif impacte fortement l'efficacité du système. La lourdeur administrative des différents nouveaux outils dont l'INSU bénéficie largement et leur modèle de financement (PEPR, ERIC, ...) font douter de l'efficacité globale de ces systèmes.**

- **Le statut des organismes de recherche est encore et toujours questionné et menacé** au profit d'un modèle de type anglo-saxon où la recherche serait laissée aux mains des Universités, ou plus précisément de quelques universités de prestige. Ainsi le rapport de la cour des comptes préconisait de transformer les organismes de recherche en « agence de moyens » quand **le rapport Gillet propose de leur donner un rôle d'«agence de programme», en supplément de leur rôle d'opérateur de recherche.** Cette mission est décrite comme « un rôle de structuration et d'animation de la communauté nationale en toute confiance et en toute transparence, l'organisation et la veille d'une prospective dynamique, le pilotage et la coordination de programmes nationaux de recherche ancrés dans le contexte international ». **Cette description s'avère très proche de la mission confiée par arrêté (29 avril 2016) à l'INSU pour préserver le rôle national qui lui avait été attribué à sa création en 1985. Dans ces conditions, la mise en pratique du rapport Gillet pourrait entériner la mission actuelle de l'INSU tout en étendant cette approche à d'autres disciplines. Ou bien au contraire, cette dilution de son rôle pourrait conduire à une forme d'effacement de l'INSU.**

- **En termes de statuts des personnels, le rapport de la cour de comptes préconise le reversement des personnels des ONR aux universités,** cette "simplification" des statuts va de pair avec la disparition des Organismes Nationaux de recherche. **Le rapport Gillet ne va pas si loin mais propose la prise en charge d'heures d'enseignement universitaires par les Ch.** Cela constituerait une "solution" supposée au sous-investissement et au sous-encadrement des Universités. En effet, les effectifs d'étudiants devraient continuer à augmenter jusqu'à 2029 (selon le rapport de la cour des comptes) sans que des ressources supplémentaires à la hauteur de cette augmentation ne soient apportées. Le rapport Gillet en appelle à la solidarité des Ch vis-à-vis des jeunes universitaires recrutés qui, en contrepartie, bénéficieraient de décharges d'enseignement. Cette proposition fait donc porter aux Ch le poids du manque de financement devenu chronique des Universités et organise une opposition entre les EC et les Ch. **Dans ces deux propositions, qui signeraient la fin du statut de chercheur présenté comme une sorte d'anomalie française, on comprend bien les avantages financiers, mais on ne voit pas ce que la science et la recherche française auraient à gagner.**

- Dans la même ligne, **le statut des UMR est régulièrement mis en question alors même qu'elles ont constitué un des seuls repères organisationnels stables des deux dernières décennies.** La proposition de simplification administrative du rapport Gillet s'apparente fortement à une formule déjà testée : la délégation de gestion vers un opérateur unique, l'organisme hôte. Pour une grande majorité des UMR INSU, ce sont les Universités qui jouent le rôle d'hôte. Mais toutes n'ont pas la culture et les capacités adaptées à la gestion des activités de recherche. On imagine aisément que les plus grandes Universités soient en capacité d'assurer cette gestion ou de s'en donner les moyens, assumant ainsi un statut de grande Université de Recherche. **Cette simplification administrative ne ferait qu'accentuer un fonctionnement à deux vitesses entre les plus grands pôles universitaires et les autres universités.** Par ailleurs, une double tutelle CNRS-Université permet une plus grande souplesse de gestion, salutaire lorsque les systèmes mis en place par l'un ou l'autre dysfonctionne, comme ce fut le cas avec la mise en place de l'application Notilus au CNRS à l'été 2023.

- Pour ce qui est du financement de la recherche, **si le rapport Gillet déplore la faiblesse du financement récurrent, il ne propose rien d'autre qu'un "super préciput" prélevé globalement sur les financements de type PIA et distribué aux établissements sur la base de leurs "performances" évaluées par le HCERES.** En effet l'évaluation réalisée par ce dernier devrait selon le rapport avoir enfin des conséquences budgétaires positives et négatives. C'en serait définitivement fini du principe du financement des laboratoires sur la base de leurs besoins. Et l'évaluation par les pairs, réalisée par le comité national, pourtant légale n'est même plus citée dans ce rapport. Il est vrai que la

question des performances en "innovation", concept relevant de l'économie, est selon la commande de la ministre et le rapport Gillet un des axes d'évaluation de la qualité des recherches. Comme le CSI l'a souligné dans sa recommandation de septembre 2020 : si "...les laboratoires et les chercheuses et chercheurs en sciences de l'Univers interagissent avec le monde économique et la société civile ... (ils et elles s'inquiètent) de mesures génératrices de risques déontologiques et de captation de valeur introduites ... par .. (la).. loi au nom de la nécessité du transfert des résultats de la recherche vers la sphère économique".

Les statistiques et les différents classements mondiaux démontrent clairement la productivité du système de recherche français qui s'appuie sur les contributions conjointes des ONR et des Universités, au sein des unités mixtes de recherche, avec un travail collectif et partagé des chercheur.se.s et des enseignant.e.s-chercheur.se.s. Et si tout le monde s'accorde sur le fait que la complexité du système de recherche français nuit à un fonctionnement optimum du dispositif, ce sont essentiellement les freins et les lourdeurs administratives de ce système qui en sont la cause. Ces freins et lourdeurs sont accentués par le système de financement de la recherche par appel à projets qui épuise les personnels quels que soient leur statut.

B. Réflexion sur les personnels d'appui à la recherche

Le CSI a pris la décision de créer un groupe de travail autour des conséquences de la diminution des postes à l'INSU et de la cartographie de la répartition des IT et Ch. Il s'agissait notamment d'expliquer le rapport observé IT/Ch avec cette impression de sous-encadrement chronique qui émane de la communauté et de s'interroger sur le bon niveau d'encadrement, sur l'attribution préférentielle des postes aux IR/TGIR au détriment des UMR et à leur gestion, d'identifier les branches d'activités professionnelles (BAP) les plus affectées par le sous-recrutement et d'en tirer les conclusions. Le CSI souhaitait aussi aborder la question du poids de la contractualisation dans l'emploi IT global et celle des équilibres entre les postes CNRS et les non-CNRS. Plusieurs de nos conclusions n'étaient pas celles attendues par la direction de l'INSU. Dans un contexte tendu en termes d'emploi, ce travail a pu éclairer les moins mauvais choix possibles.

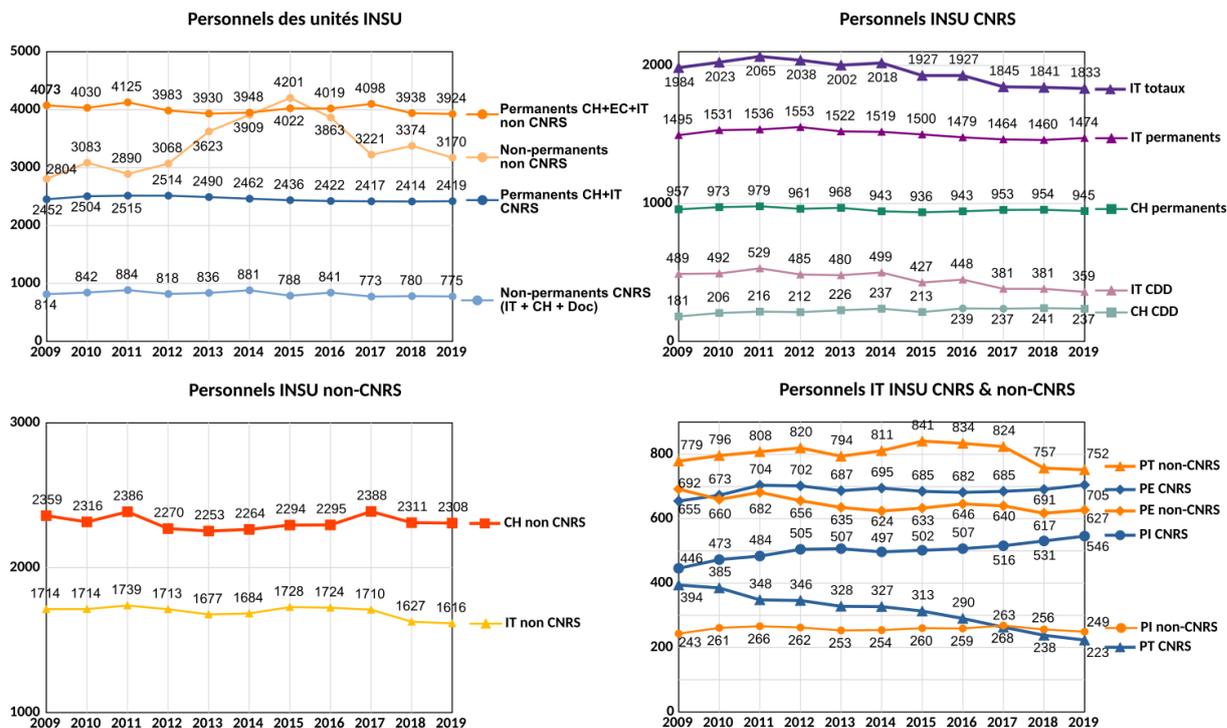
3. Evolution des effectifs sur 10 ans

Personnels CNRS et non CNRS des unités de recherche de l'INSU

Pour mener cette analyse, nous avons eu accès, via le service RH de l'INSU, aux bases de données anonymisées des personnels CNRS et non-CNRS des UMR et UMS entre 2009 et 2019. Une forte incertitude est attachée aux évolutions des effectifs des personnels non CNRS, à la fois en termes de nombre et de qualité, car les bases de données sont mal renseignées sur la durée. De la sorte, le présent chapitre, s'il s'efforce de dégager des grandes tendances pour les personnels INSU non CNRS, ne peut procéder à une analyse aussi fine que pour les personnels CNRS.

En 2019, les effectifs de l'INSU représentent environ 9700 personnels dont un tiers de contractuels (incluant doctorants et post-doctorants). Un quart (26%, soit 2504 personnels) sont des permanents CNRS et 40% (3931) sont des permanents des universités, EPIC et autres EPST. Les UMR et UMS (devenues UAR) hébergent environ 95% des personnels de l'INSU. En 2019, les contractuels représentent une part importante des personnels ITA (23,6%) et Ch (39,5%). Le rapport ITA/Ch varie donc beaucoup (de 0,94 ITA/chercheur à 0,76 IT/Ch) selon que l'on prend en compte ou non les personnels contractuels. La figure ci-dessous compare les effectifs et leur évolution 2009-2019 pour les personnels CNRS et non-CNRS. En 2019, l'INSU comptait environ 1840 personnels ITA CNRS titulaires et contractuels, avec une baisse de -1,4% de permanents de 2009 à 2019. La répartition des effectifs et leurs dynamiques diffèrent entre personnels CNRS et non-CNRS, où les personnels technicien.e.s et adjoint.e.s techniques (catégorie PT des statistiques fournies) restent largement majoritaires, suivis

des assistant.e.s ingénieur.e.s et ingénieur.e.s d'études (catégorie PE = AI+IE) puis des ingénieur.e.s de recherche (catégorie PI) avec une évolution faible vers une baisse des PT et PE pour une hausse des PI. Les effectifs des PT CNRS montrent une baisse bien plus marquée (-43% sur 2009-2019, soit -171 personnels) interprétée notamment comme une mesure sociale vers l'augmentation des corps et des grades palliant l'absence de revalorisation des salaires. Cette diminution s'est faite au profit des PE (+7,6% soit +50) et des PI (+22% soit +100).



Pour les IT CNRS permanents, un maximum de 1553 postes a été atteint en 2012, mais 35 postes (sur 1495 en 2009) ont été perdus en 10 ans. Les effectifs d'ITA contractuels baissent nettement (-108 postes en 10 ans, soit -22%) avec un maximum à 529 postes en 2011. L'évolution des effectifs des permanents a pu être analysée par corps et par BAP. On observe en particulier une baisse franche des grades de catégorie B (-156 postes de PT, soit -40 %) au profit des AI (+28 postes soit +10 %) et IR notamment (+85 postes soit +19%). Les effectifs par BAP montrent une mutation des grades plutôt qu'une baisse saisissante. La BAP J gagne 4 postes sur 2009-2019 mais en perd 27 par rapport à 2012. La BAP E est en perte de vitesse après une augmentation jusqu'en 2015 (396 postes en 2015, 386 en 2019), la BAP C perd 7 postes en 10 ans. Au sein des corps les répartitions suivent une évolution semblable vers les grades plus élevés et une dominance de la catégorie A. Cependant de fortes disparités par BAP subsistent, la BAP J étant en 2019 dominée par les personnels techniciens (5 fois plus que d'IR), à l'inverse de la BAP E qui compte 15 fois plus d'IR que de technicien.e.s. L'interprétation de ces distributions et de ces évolutions englobe des effets divers : des effets démographiques avec des pics de départs à la retraite, un glissement vieillesse-technicité, l'arrêt des recrutements en catégorie B et aux grades les moins qualifiés, une tendance à recruter dans les grades plus élevés que nécessaire, un effort de revalorisation des métiers de la BAP J, l'apparition de nouveaux métiers (par ex. "IR ingénieur.e-projet" en BAP J). Il en résulte que la pénurie de technicien.e.s a un effet ressenti comme un surcroît de tâches de niveau technicien assurées par les ingénieurs ou les chercheurs.

Pour les IT non-CNRS, l'analyse par grandes catégories (PI; PE; PT) renvoie une baisse encore plus importante que pour les personnels CNRS à -5% de 2009 à 2019. Sur 2009-2019, la catégorie PT décroît de 3,5 % (-27 personnes soit 750 en 2019), -9,4 % pour la catégorie PE (-65 personnes soit 620 en 2019) et +2,5 % pour la catégorie PI (+6 personnes soit 250 en 2019).

Pour l'ensemble de l'INSU, les tendances d'évolution des effectifs IT titulaires de 2009 à 2019 sont pour les PI de + 15% (+106 personnes), pour les PE de -1% (-15 personnes), pour les PT de - 17% (-

198 personnes) soit une baisse globale de -3,3 % (- 107 personnes). En comparaison, la baisse est moins marquée pour les Ch et EC dont les effectifs ont diminué de 2 % de 2009 à 2019 (-63 personnes pour environ 3250 en 2019).

Pour les non-permanents, les CNRS diminuent de 5% (-39 personnes) sur la période 2009-2019 Les non-permanents non-CNRS sont 3 fois plus nombreux mais les données disponibles ne permettent pas de distinguer les IT/post-docs/doctorants.

L'analyse des bilans sociaux du CNRS sur la période 2009-2019 permet de comparer les dynamiques des effectifs des instituts. En ce qui concerne les personnels titulaires : le CNRS perd 400 postes de Ch de 2009 à 2015 puis on note une légère reprise sur 2016-2019 (liée à la politique des 300 postes ouverts annuellement et peut-être à la baisse des départs en retraite). Pour les ITA, la baisse est globale, forte et d'abord dans les corps les plus bas, avec 1000 postes d'IT CNRS perdus en 10 ans soit -7% dont -1900 techniciens (-38,7%) de rang B et C, et +1000 postes (+11%) de rang A (soit AI+IE+IR, augmentant chacun de manière assez comparable). Il reste 200 ATR CNRS en 2019. A l'INSU donc, la baisse des T est plus forte, mais la hausse des IR est également plus forte qu'au CNRS dans son ensemble.

Le constat est donc qu'à l'INSU, la baisse de personnel IT est générale et continue. Les effectifs de Ch et EC ont moins décliné que les effectifs IT, qui à l'INSU ont plus décliné qu'au CNRS dans son ensemble. Si la véritable hémorragie en termes de catégorie B dans les laboratoires INSU a pu être un temps, compensée par les partenaires universitaires, notamment en recourant à de l'emploi contractuel, cela est de moins en moins le cas. Ces catégories de personnels restent indispensables en particulier pour la logistique immobilière, la gestion et les tâches administratives ainsi que pour de nombreuses activités de laboratoire et d'instrumentation.

Pour autant, ces chiffres ne semblent pas proportionnés au très fort ressenti du manque de soutien dans les unités. L'impression générale d'un sous-encadrement technique et administratif semble donc renforcée par l'évolution du système de financement de la recherche qui a augmenté la charge de travail des personnels (BAP J en particulier), au transfert de population vers les corps plus élevés (augmentant mécaniquement les coûts salariaux). Il peut également être expliqué par le fait que le minimum critique était déjà atteint à la fin des années 2000, chaque perte individuelle dans un laboratoire est désormais très fortement ressentie.

Analyse rétrospective des affichages de postes l'INSU

La direction de l'INSU s'est également attelée à une analyse rétrospective des recrutements IT au CNRS-INSU, en incluant les affichages de poste, sur la période 2015-2020. Deux tiers des postes sont affichés au recrutement interne (campagnes de mobilité comprises). Les premières conclusions générales ont été que les BAP C, E et J couvrent 85 % des postes affichés. L'INSU recrute dans des corps élevés (IE + IR), la stratégie sera vers le repyramidage, notamment en BAP C et E, lors de l'analyse des campagnes DIALOG. L'INSU se considère attractif avec au moins un candidat sur 80 % des postes et en moyenne 2 candidats par poste. Les postes les plus attractifs sont ceux affectés à l'étranger, en DOM-TOM, en BAP E, et dans les corps les plus élevés (IR/IE). Les 20% de postes sans candidatures sont équitablement répartis entre BAP, et pas particulièrement focalisés sur l'Île-de-France qui est perçue comme profitant du grand bassin d'unités CNRS permettant la mobilité. La direction de l'INSU attribue plutôt le manque de candidatures à la mauvaise rédaction des fiches de poste, avec des emplois mal ciblés (ex : confusion gestion financière et administration, IE/AI). De la sorte, l'impression d'asphyxie en BAP J serait liée à l'augmentation de la charge de travail.

Recommandations sur les effectifs

La généralisation du financement de la recherche sur contrat génère un alourdissement des tâches de gestion. Si elle s'accompagne aussi de l'embauche de nombreux CDD, on constate cependant que le nombre d'emplois de ce type ne progresse plus et ne compense pas la perte d'emplois de titulaires. De plus, la nature temporaire de ces emplois nécessite des remises à zéro permanentes et ne permet pas la capitalisation des compétences dans les laboratoires.

L'érosion continue des personnels permanents est une menace primordiale pour l'INSU, dont chacun a conscience. L'INSU est un institut de premier plan, performant et pertinent, pleinement engagé dans les grandes transitions sociétales actuelles et pionnier sur nombre d'aspects fondamentaux. Le CSI-INSU recommande donc une politique de soutien forte, s'incarnant en premier lieu par des recrutements de titulaires suffisamment nombreux pour permettre aux unités et équipes de recherche de remplir efficacement et sereinement leurs missions. Le rapport actuel entre effectifs IT et Ch/EC ne peut plus diminuer sans que le manque de soutien technique ne devienne un repoussoir aux métiers de l'INSU.

La réforme des retraites de 2023 risque encore de fragiliser les recrutements au CNRS et chez ses partenaires : en effet la capacité des établissements à recruter tient compte de prévisions de départ en retraite sur les années à venir. Le fait que nombre de collègues se voient contraints de retarder leurs départs d'un certain nombre de trimestres (jusqu'à deux ans) à partir de septembre 2023 risque d'entraîner une révision à la baisse des ouvertures de postes de titulaires. La facilitation introduite du maintien en poste pour tout fonctionnaire jusqu'à 70 ans peut aussi avoir un effet sur le recrutement de jeunes collègues.

Au-delà de la question des salaires et du nombre de recrutements, un autre levier d'attractivité serait de renforcer les perspectives de carrières des IT en ouvrant des possibilités supplémentaires de progression et de reconnaissance, autres que les concours et l'augmentation mécanique de l'indice. Cela par l'attribution transparente et basée sur des objectifs préétablis de primes, d'augmentation d'échelon ou même de changement de corps par sélection professionnelle pour les unités bénéficiaires des services des agents IT. Par exemple, au lancement d'un projet, fixer des objectifs qui, s'ils sont atteints, ouvrent voie à rétribution. Les entretiens annuels doivent constituer un levier pour valoriser la carrière des IT et mettre en adéquation les projets prioritaires des laboratoires et les besoins de formation des agents. Ils doivent être l'occasion d'une réactualisation des fiches de postes qui tiennent compte des réalisations et des évolutions de l'agent et de ses fonctions. La facilité d'accès à des formations nombreuses et variées, en interne ou via des acteurs extérieurs, demeure une force exemplaire et remarquable du CNRS et doit être maintenue, voire renforcée. Cela permet aux agents de construire leur parcours et de faire évoluer leurs compétences sans nécessairement dépendre de leur unité. La définition des filières métiers est parfois à revoir pour rendre plus attractives les carrières. Actuellement il y a parfois un manque d'adéquation entre la définition des métiers dans le répertoire des métiers et leur réalité actuelle (par exemple en BAP F, voir section IV. A).

C. Les nouveaux outils de structuration et de financement

1. La refonte des programmes nationaux

Les programmes nationaux (PN) sont un des outils historiques qui permettent à l'INSU d'assurer sa mission nationale de coordination et de pilotage des recherches en Sciences de l'Univers. Chaque domaine de recherche de l'INSU porte un programme national, décliné en sous-programmes ou en Actions Thématiques, certains étant communs à deux domaines. Certains sont pilotés par les commissions spécialisées du domaine, d'autres par des comités scientifiques indépendants. Dans les deux cas, l'évaluation est menée par des scientifiques issus de la communauté INSU au sens large. Ces programmes bénéficient du soutien financier de l'INSU et des partenaires des différents domaines (ADEME, CEA, CNES, IFREMER, INRAE, Météo-France, IRD, etc.). Chaque année, ces PN financent environ 100 projets de recherche pour un montant de 6 M€, dont en 2022 3.7 M€ de l'INSU. Au cours de la dernière décennie, la contribution des partenaires a décru de façon significative et continue. L'INSU a choisi de maintenir le niveau de financement de ces programmes en augmentant d'autant sa propre contribution.

Une refonte de ces programmes a été proposée par la direction de l'INSU en 2020 dans l'objectif de rendre plus lisibles les actions financées par les PN, de restaurer leur attractivité vis-à-vis des partenaires habituels, voire d'intéresser de nouveaux financeurs. Cette refonte, présentée en CSI,

consiste à introduire cinq catégories de projets auquel les proposant doivent se rattacher avec des indications en termes de niveau de financement et de durée : les projets à risque et de rupture (10k€, 2 ans, 1 UMR), les projets en lien avec les IR/TGIR (5-15 k€, 2 ans, plus d'une UMR), les projets en réseau (10-30 k€, 2 ans; plus de 3 UMR), les projets répondants à des défis transverses (inter-domaines INSU) (200-300 k€, 5 ans, plus de 3 OSU) et des projets systémiques impliquant d'autres instituts du CNRS (50 k€, 5 ans). Un bénéfice de cette proposition est d'encourager l'utilisation et la valorisation des données issues des IR/TGIR et de favoriser le décloisonnement entre domaines et instituts. L'application de cette grille à tous les PN doit également permettre une harmonisation de leur fonctionnement dans les différents domaines et peut-être une plus grande fluidité entre les programmes.

Le CSI a proposé aux responsables des PN de faire un bilan à l'issue du premier appel d'offres en janvier 2021. Un point d'étape a également été réalisé en 2022. L'appropriation de ces outils n'a pas été immédiate. La première année, la majorité des projets entraient dans la catégorie "projets à risque" (54%) ou projets collaboratifs. Une faible proportion des soumissions relevait de projets en lien avec les IR/TGIR, la nature du lien ayant été assez mal comprise par la communauté. Il a également été relevé que ce dispositif n'était pas adapté pour les projets de campagne à la mer que l'INSU cofinance habituellement. Pour ce qui est du fonctionnement, cette grille commune a amené la plupart des PN à un mode de financement pluriannuel, avec une fiche de rendu en fin de projet, permettant notamment de renseigner des effets de leviers vers des financements additionnels (thèses, post-doc) ou de plus grande ampleur (ANR, ERC). Malgré tout, des différences entre domaines persistent, avec par exemple un nombre de projets soumis très élevés en AA mais des demandes financières modestes (perçues comme non-transformantes par la direction) et un nombre de projets plus limités et des demandes financières plus élevées dans les autres PN. La soumission de lettre d'intention est préconisée dans le cas de projets à budget élevé (>70 k€). L'année 2020 a enregistré une forte baisse du nombre de projets soumis (-30 %) qui apparaissait comme plus liée à la crise sanitaire qu'à la refonte des programmes. Cette diminution s'est poursuivie en 2022 dans tous les PN, quel que soit le domaine, sans que la cause soit clairement identifiée. Par ailleurs, cette refonte n'a pas conduit au réinvestissement espéré des partenaires habituels de l'INSU.

Un suivi de l'évolution des programmes nationaux par le prochain CSI sur la base d'indicateurs chiffrés est donc recommandé par le CSI, au regard notamment de la mise en place des PEPR et de leurs appels à projets.

2. Les PEPR

En 2020, dans le cadre du plan de relance France 2030, un appel à Programmes et Équipements Prioritaires de Recherche (PEPR) est lancé. Cet appel à projets visait à financer des projets "structurants" dans des domaines scientifiques larges ayant des effets transformants dans les sphères technologique, économique, sociétale, sanitaire ou environnementale. Ces projets d'envergure (sur 8 à 10 ans) sortaient des cadres habituels pour les communautés scientifiques, pas forcément toutes préparées à un tel « exercice ».

Dans les dynamiques des prospectives organisées par les quatre domaines de l'INSU, d'une part, et la prospective transverse de l'INSU, d'autre part, la communauté INSU accompagnée par la direction a su se mobiliser malgré le calendrier très contraint, imposé par le ministère pour porter des propositions en phase avec de grands thèmes prioritaires définis par la communauté. In-fine les quatre domaines de l'INSU bénéficient aujourd'hui d'un ou plusieurs PEPR (ORIGINS pour AA, TRACCS pour OA, Sous-sol et IRIMA pour TS, Onewater et FairCarboN pour SIC). Ces projets apportent des moyens très conséquents (plusieurs dizaines de millions d'euros sur 7 à 10 ans) d'une part aux équipes directement impliquées dans les « projets ciblés » de chacun de ces PEPR mais également à une communauté plus large (ce qui est l'objectif du PEPR) via des appels à projets mis en place par ces PEPR dont les termes de référence sont co-écrits au sein de chacun des PEPR. Il s'agit donc d'une réussite à mettre au crédit des personnels impliqués et de la direction de l'INSU. Il s'agit également d'un soutien fort et à long-terme sur des éléments clés pour le futur de nos sociétés puisqu'ils touchent au climat et au cycle du carbone, aux ressources en eau et aux ressources minières, à la gestion du risque, et à l'apparition de la vie.

Cette réussite ne doit néanmoins pas cacher quelques interrogations voire préoccupations sur les interactions entre la politique de l'INSU et les PEPR à moyen et long termes.

Tout d'abord, comme mentionné précédemment, chaque PEPR dispose de trois types de financement : i) un projet de gouvernance visant à structurer la communauté scientifique tout au long du projet pour être « réellement » transformant, ii) des financements de plusieurs projets ciblés dont les contours scientifiques et les acteurs scientifiques sont d'ores et déjà identifiés et iii) les appels à projets qui sont/seront gérés par l'ANR et ouverts à toute la communauté. La répartition de ces trois types de financement est très variable d'un PEPR à l'autre. **Cette diversité interpelle les communautés scientifiques exclues du processus car non impliquées dans les projets ciblés et conscientes que l'enveloppe réservée aux appels à projets ne répondra pas à leurs besoins.**

Concernant les appels à projets gérés par l'ANR, la constitution des comités d'évaluation reste floue et interpelle cette fois-ci les porteurs des PEPR sur une éventuelle déconnexion entre les objectifs scientifiques et structurels tels qu'ils sont proposés dans les textes des appels à projets et l'évaluation des projets sur des critères uniquement "d'excellence", telle que le revendique l'ANR.

Par ailleurs, compte tenu des outils déployés par l'INSU, et plus spécifiquement les programmes nationaux, l'articulation entre les programmes nationaux de chacun des domaines et les PEPR pose questions. Des réflexions sont en cours au sein de chaque commission spécialisée, mais il semble important de défendre ici le besoin d'une répartition équitable des moyens, notamment vis à vis des thèmes non couverts par les PEPR.

Enfin, comme indiqué dans leur définition, les PEPR visent à « structurer » les communautés scientifiques multi-disciplinaires, on peut donc naturellement s'interroger sur la façon dont l'INSU envisage de maintenir le pilotage national des activités scientifiques qui relèvent de son périmètre dans ce contexte. Cette remarque s'applique en réalité à l'ensemble des activités développées sur des financements non CNRS (ANR, EUR) mais elle pèse de façon plus importante sur les PEPR au vu de leur dimension temporelle et financière.

3. Les projets européens et leur gestion

Les financements européens (ERC, H2020, Horizon-Europe, etc) sont perçus comme des outils de financement qui permettent de pallier les baisses de ressources des organismes de recherche. Les équipes de recherche sont donc très fortement incitées à soumettre toujours plus de propositions à ces appels d'offre pour financer les actions de recherches.

Le soutien administratif pour le montage de ces projets est reconnu et apprécié, comme le rappelle le rapport "Réflexion sur les entraves à la recherche" produit par le Conseil Scientifique du CNRS début 2023. **Mais lorsque les projets sont sélectionnés, les équipes se retrouvent souvent très seules face à la complexité de la gestion juridique, financière et administrative. Le soutien administratif n'est clairement pas en adéquation avec les taux de prélèvements effectués sur budgets (sur le coût indirect et les remboursements de temps de travail des personnels permanents).**

Ces modes de financements peuvent être très utiles et très efficaces pour mener des projets de grande ampleur en partenariat avec des équipes européennes. En particulier, ils permettent de construire ou consolider des infrastructures de recherche européennes, qui prolongent souvent les IR nationales. Ces contrats sont très structurants à l'échelle européenne et les domaines de l'INSU y sont souvent bien représentés. Ces contrats sont aussi souvent l'occasion pour les équipes de mettre en place des bonnes pratiques pour la gestion et l'ouverture de leurs données. D'ailleurs, certains appels à projets européens (comme ceux autour d'EOSC, l'European Open Science Cloud), sont explicitement ouverts aux communautés qui se sont constituées en IR européennes (ERIC ou ESFRI, typiquement, équivalents européens des IR nationales). Cependant, ces appels à projets compétitifs sur tout le périmètre européen impliquent nécessairement de restreindre le nombre de partenaires français. Une première conséquence est un certain éclatement des collaborations nationales (les partenaires, parfois historiques, non financés, ne participent plus aux développements). **Une veille, voire une coordination, de l'INSU serait bienvenue pour identifier les équipes ou laboratoires exclus des financements du fait des nécessaires équilibres géographiques, et de leur apporter un soutien**

qui leur permettrait de continuer à contribuer aux avancées de la thématique. Par exemple, dans le cadre de la participation du CNRS au développement de l'EOSC, le CNRS a amorcé une veille de ce type, afin de pouvoir mieux coordonner ces activités. Les programmes nationaux et les actions spécifiques pourraient être le bon niveau pour ce type d'action, et cela permettrait d'avoir une vue plus complète de l'implication de la communauté concernée au niveau européen.

Comme pour les PEPR, il s'agit de conserver une vision nationale des activités de recherche de la communauté INSU, indépendamment des sources de financement, et de sauvegarder la mission de coordination nationale de l'INSU.

Face à la pénurie de budget, la tendance actuelle des organismes de recherche est d'accroître les prélèvements sur les contrats européens, jusqu'à des taux qui ne permettent plus de gérer les projets, ni de préparer les suivants. Les équipes en viennent à s'auto-censurer et ne plus participer à ces projets. Ceux-ci doivent en effet servir à construire des collaborations et à faire avancer la recherche, et non pas à renflouer les organismes.

IV. Questions supra-instituts

Dans cette section sont abordées des questions qui ne sont pas propres à l'INSU mais sur lesquelles l'INSU et le CSI a pu porter un regard particulier.

A. La Science ouverte

Le CSI s'est saisi dès son installation de différents aspects liés à la science ouverte en organisant des échanges avec les chargés de mission pour la science ouverte du CNRS.

Le premier aspect a concerné la question de l'accès ouvert aux publications. Le besoin de transparence des coûts de publication notamment au regard de l'évaluation des Ch a été posé. Le principe de l'open access et de ses modes de financement ont été discutés. **Dans une démarche volontariste, une charte de bonne pratique a été élaborée par l'INSU et adoptée par le CSI en 2022.** Cette charte rappelle la typologie des différents modèles de publication (voie traditionnelle avec abonnement ; voie verte de type auto-archivage tel que HAL; voie dorée dans les revues en accès ouvert incluant la voie Diamant sans Article Processing Charges). Elle formule également des recommandations pour la démarche de publication et fournit une synthèse d'informations réglementaires. **Pour une mise en application effective, le CSI a recommandé l'élaboration d'une liste "verte" des journaux aux critères de publication vérifiés, ainsi qu'une liste des journaux pour lesquels les frais de publication sont payés par l'ESR français.** Une première liste a été établie et diffusée aux membres du CSI qui doit être complétée des revues françaises qui répondent aux critères d'accès vert voir gold (CRAS, Palevol, BSFG). **On note également qu'un très grand nombre des revues listées sont très peu connues, voire un peu obscures. Cela illustre les conflits actuels qui perdurent entre la volonté, voire la nécessité d'être lu et reconnu et la volonté de se plier aux principes de la science ouverte. Certaines revues en gold access restent très coûteuses pour les auteurs et ces coûts peuvent être insoutenables, notamment quand les publications paraissent après la fin des contrats de recherche. Des revues scientifiquement fiables, en libre accès et gratuites pour les Ch dont le pays soutient la revue (comme Astronomy & Astrophysics) constituent un excellent modèle. Le soutien institutionnel et national à la science ouverte, abordable pour les Ch, est un besoin crucial.**

Dans les premiers plans autour de la Science Ouverte, l'accent a été placé sur l'accès ouvert aux publications, avec la mise en place de HAL (<https://hal.science/>). Cet outil, encore perfectible (données bibliographiques erronées, référencement multiples, problèmes d'interopérabilité...), n'a pas remplacé les moteurs de recherches communautaires déjà bien établis, notamment dans le domaine AA (par exemple, NASA/ADS ou ArXiv pour l'astronomie). Il ne permet pas d'intégrer d'autres produits de recherche (données, notamment de longue traîne, codes numériques,..), mais il est devenu une

référence de fait, par son intégration dans les modalités d'évaluation de la recherche. Cet effort accompagne l'évolution des modes d'évaluation qui vise à abandonner les critères numériques (indices de citation, facteur h) pour aller vers une évaluation qualitative des produits de la recherche au sens large. Les chercheuses et chercheurs CNRS sont maintenant invités à commenter les articles, en nombre obligatoirement limité, de leurs rapport d'évaluation et de promotion afin de mettre en avant la qualité et l'impact de leurs travaux et de contrecarrer les biais des publications dans les revues à très fort impact. Ce changement de paradigme ne deviendra opérant qu'avec le temps et un changement de pratiques des sections CNRS et des personnes évaluées.

Le second axe du deuxième plan national pour la science ouverte (2021-2024) est intitulé «Structurer, partager et ouvrir les données de la recherche ». Il s'agissait, entre autres, de promouvoir la distribution ouverte très large des données scientifiques obtenues sur fonds publics selon les principes FAIR (Findable, Accessible, Interoperable, Reusable), d'encourager leur réutilisation, d'étendre la certification des entrepôts de données mais aussi de créer l'initiative Recherche.Data.Gouv (RDG) qui joue un rôle de fédérateur d'expertises thématiques en matière de distribution de données, et offre en même temps un service d'entrepôt pour les données orphelines aux côtés d'un répertoire des infrastructures et des archives déjà existantes.

Pour des raisons scientifiques, les domaines de l'INSU ont été, à bien des égards, précurseurs dans ce domaine (voir section II.C). En effet, l'approche de phénomènes naturels complexes nécessite de croiser et d'échanger des données d'origines très diverses pour une appréhension globale pertinente de ces phénomènes. Comme rappelé plus haut, la communauté AA est l'héritière d'une tradition ancienne de partage et de standardisation des données ainsi que de mise en commun des connaissances à l'échelle nationale et internationale. Dans les autres domaines de l'INSU, de nombreux centres de données ont été mis en place dans les années 90 pour donner progressivement naissance à des centres de données thématiques nationaux puis à une base de données intégrée du Système Terre (Gaia Data).

Le partage ouvert des codes logiciels et des données de la recherche est aussi une nécessité pour la science ouverte en autorisant la vérification et la reproduction des résultats publiés. Les agences de financements françaises et européennes ont mis un accent très fort sur cette ouverture. Cela conduit à mieux formaliser la gestion des produits de la recherche. Les plans de gestion de données, souvent perçus comme une contrainte supplémentaire par les équipes de recherche, doivent être considéré comme un outil à leur service pour mieux gérer et valoriser les résultats scientifiques.

Si des efforts très significatifs ont porté sur la mise en place de ces grands centres de données, le traitement des nombreux "petits" jeux de données (mesures, programmes informatiques, ...) produits par les Ch ne semblent pas bénéficier de la même attention. Presque chaque article de recherche est sous-tendu par des données qui devraient être systématiquement mises à disposition, comme demandé de façon croissante par les revues internationales. Ce type de données, dites de "longue traîne", ne disposent pas formellement de "réservoirs" organisés et leur stockage et leur durabilité dépend des personnes qui les ont produites et des laboratoires qui les hébergent. L'échelle des OSU pourrait être adaptée pour répondre à de tels besoins. L'héritage scientifique de nombreux.chercheur.se.s est constitué de données de ce type. La mise au propre de ces données et codes et la documentation des méta-données associées pourrait être un des éléments pesant dans l'attribution des éméritats et devraient être fortement encouragés pour les personnes n'y ayant pas accès.

Cette politique de mise en ligne des données selon les principes FAIR nécessite de nouvelles expertises techniques, à acquérir par les personnels à qui seront confiés ces missions. Il s'agit aussi bien de Ch exerçant ainsi une branche spécifique parmi les services nationaux d'observation, que d'IT de BAP E (informatique - services et bases de données) ou BAP F (documentation - spécialisation en traitement des données scientifiques). Ces missions doivent être reconnues aussi bien pour les CH et EC que pour les IT. Il est à déplorer que le répertoire

des métiers⁷ ne reconnaisse le métier spécifique de traitement des données scientifiques qu'au niveau IE (mais pas aux niveaux AI et IR), ce qui freine la reconnaissance des qualifications des agents.

Dans cette démarche de Science Ouverte, plusieurs écueils doivent être impérativement évités. Le premier est la récupération gratuite des jeux de données publics par des acteurs privés mais menant à une commercialisation ensuite. La prolifération des plateformes de dépôt pose problème. Ces déploiements pourraient être coordonnés à l'échelle nationale, par l'INSU pour ce qui est des sciences de l'Univers, en lien avec les IR et les OSU. (3 600 entrepôts à l'échelle internationale, plus de 110 en France selon <https://www.ouvrirelascience.fr/les-donnees-de-la-recherche-un-sujet-strategique/>). La mise en œuvre de ces nouvelles directives, avec des procédures de mise en ligne aussi complexes que changeantes, fait peser un poids supplémentaire sur les emplois du temps déjà surchargés des scientifiques, faute de soutien technique adéquat. Pour finir, l'empreinte environnementale grandissante du numérique que ces dépôts alimentent doit être évaluée et limitée, même si en contrepartie l'accès ouvert aux données pourrait s'avérer un levier pour amortir leur coût d'acquisition et éviter l'acquisition de nouvelles mesures qui ne seraient que des duplications.

Le CSI de l'INSU n'a pas eu l'occasion de se pencher sur les opportunités et les problèmes liés aux "usages et développements des intelligences artificielles génératives pour la démarche scientifique" qui ont fait l'objet d'une recommandation du CS du CNRS (24-25 avril 2023). Le CSI soutient la proposition du CS du CNRS de participer à un groupe de travail interdisciplinaire sur ce sujet et ne peut qu'encourager le prochain CSI à poursuivre cette démarche.

B. La parité et l'égalité

Le CSI de l'INSU a souhaité documenter la situation de l'INSU en termes de parité femmes/hommes. Au préalable, tous les membres du CSI ont été invités à suivre le module en ligne de formation aux biais de genre mis en place par la Mission pour la Place des Femmes du CNRS. Elisabeth Kohler, directrice de cette mission, est intervenue à la séance du 14 avril 2021 pour présenter la situation du CNRS et de ses instituts en matière de parité, le dispositif déployé (comité parité-égalité, réseau de référents des délégations régionales et des laboratoires) et le plan d'action égalité 2021-2023 du CNRS. L'analyse des données RH fournies par l'INSU et traitées par le bureau du CSI a permis de quantifier la proportion de femmes dans les différents corps et grade à l'INSU et son évolution sur 10 ans (2009-2019). Les référent.e.s parité égalité des sections INSU (s17-18-19) ont contribué à ce travail en analysant le fonctionnement de leur jury et les proportions de femmes recrutées et promues.

Globalement à l'INSU la tendance d'évolution est en hausse, la proportion de femmes est passée de 30 à 34 % de femmes dans le corps des CR, et de 23 à 27 % pour les DR, sur 10 ans. Cependant la situation est très contrastée selon les sections et parfois selon les mandats des sections. Par exemple en s.17 la proportion de femmes DR est basse mais plus grande que celle des femmes CR, alors qu'en s.18 la proportion de femmes CR est plus élevée qu'en section 17 et très supérieure à celle des femmes DR. La baisse du nombre de postes à l'INSU de 2009 à 2019, particulièrement sensible sur les postes CR, a été moins marquée chez les femmes (-15 CR) que chez les hommes (-77 CR). A l'inverse, il y a eu une augmentation des postes DR plus forte chez les hommes (+ 44 postes) que chez les femmes (+36 postes). L'indice d'avantage masculin (calculé comme le rapport des proportions DR/CR chez les hommes puis chez les femmes) a tendance à baisser (de 1.5 à 1.4 en 10 ans) mais n'atteindrait la valeur de 1 qu'après 2100 si la tendance reste la même.

Il est donc impératif de maintenir les efforts de correction des biais systémiques au niveau de recrutement et des promotions, tout en renforçant l'attractivité des métiers de l'INSU pour les femmes. Si l'analyse a principalement porté sur les chercheuses et les chercheurs, le constat s'applique également aux personnels IT, pour lesquels le caractère genré des métiers doit être examiné et repensé. Le dispositif de référents parité/égalité en section apparaît efficace pour limiter les biais de

⁷ <https://metiersit.dsi.cnrs.fr/index.php?page=cartofamille&codeBAP=F&codeFamille=A;>
https://www.cnrs.fr/comitenational/cs/recommandations/23-24_nov_2017/Reco_Les-moyens-du-partage-des-donnees-scientifiques.pdf

recrutement et de promotion : en l'absence de consignes sur la parité, les écarts observés sont plus importants. Le domaine AA de l'INSU, sensibilisé par des affaires de violences sexuelles et sexistes a accepté de tester la mise en place de référent.e.s parité-égalité dans les laboratoires proposée par la MPF. **Leur bilan de cet essai présenté en CSI en septembre 2023 est très positif et l'extension à l'ensemble des laboratoires INSU a pu être entérinée.**

Des formations aux biais de genre doivent être systématiquement proposées aux membres des jurys de recrutement et de promotion (CR et IT) pour limiter les biais systémiques constatés à tous les niveaux. Une modification des critères d'évaluation doit permettre de rendre visibles et valorisables les tâches collectives de support et d'encadrement assurées par les femmes et de cesser de surcoter les fonctions électives remplies par les hommes.

Une vigilance reste nécessaire sur plusieurs points, depuis les ressentis et la sur-sollicitation des femmes aux comités jusqu'aux mesures compensatoires qui visent à tenir compte de l'impact de la maternité sur la production scientifique mais qui au final entérinent les écarts d'âge de promotion. Il reste impératif de continuer à abonder le vivier de CR femmes même si aujourd'hui, la proportion de femmes candidates sur des postes de CR à l'INSU apparaît comme le facteur limitant principal pour l'augmentation générale du niveau de parité. Il importe donc de soutenir les campagnes de sensibilisation des jeunes femmes aux formations et carrières scientifiques et de rendre plus visible les femmes investies dans les thèmes de recherche de l'INSU, à tous les postes et grades. Une attention doit également être portée à la perception de ces mesures dans les milieux et secteurs très masculins, où le rétablissement de proportions équitables peut être perçu comme un avantage donné aux femmes, en particulier chez les jeunes candidats. De la même façon, la consigne de promouvoir autant de femmes que la proportion du vivier pourrait s'avérer très complexe les secteurs où la proportion de femme est très faible et le vivier quasi-inexistant. Le non-respect de cette consigne pourrait être compensée par un taux de recrutement supérieur à la proportion de femmes candidates.

Un soutien pour orienter les carrières féminines sur les bonnes trajectoires vers le recrutement CR et la promotion DR par des approches de reconnaissance positive doit être mis en œuvre et appuyé par des incitations institutionnelles systématiques et ciblées. Au niveau des laboratoires, les informations en matière de parité et de diversité doivent être diffusées. Des formations aux biais de genre doivent être proposées à tous et rendues obligatoires pour les DU et les responsables d'équipes. Les DU doivent être sensibilisés et responsabilisés sur la construction des carrières féminines. Le rôle des DU doit inclure l'accompagnement vers l'égalité et l'inclusion au sens large.

C. Le handicap

Le CSI s'est également intéressé à la question du handicap, à l'occasion d'une discussion sur les procédures dédiées de recrutement pour les personnels handicapés. La réflexion a été étendue à la gestion et l'évolution des carrières et la prise en compte du handicap dans l'évaluation des personnes. Le handicap n'a pas de sexe et une situation de handicap peut survenir à tout stade de la vie. Un premier rapport de la commission handicap est paru en 2021 ("Étude de l'impact du handicap sur le recrutement et le déroulé de carrière des chercheurs au CNRS" disponible sur HAL). **Comme pour la parité, il importe de sensibiliser et de former les jurys et les directions de laboratoire à chaque nouveau mandat. Des mesures spécifiques pourraient être mises en œuvre telles que des délais pour la soumission aux appels d'offres aux programmes nationaux, comme cela existe au niveau des appels à projets européens. Au-delà de la prise en compte du handicap de la personne, la prise en charge d'un enfant ou d'un parent handicapé, plus souvent constatée chez les femmes que chez les hommes, devrait pouvoir donner lieu à des mesures compensatoires.**

D. L'empreinte environnementale de la recherche

1. L'évaluation

La question de l'empreinte carbone environnementale liée aux activités de la recherche s'est imposée ces dernières années dans la communauté scientifique. C'est d'autant plus le cas à l'INSU, qui est l'institut au sein duquel les recherches sur le climat et les changements globaux sont menées. C'est aussi ce qui impose à notre communauté, au-delà de sa mission de diffusion des connaissances sur le sujet, un devoir d'exemplarité en termes d'évaluation et de réduction de son empreinte environnementale. Cet aspect moral a d'ailleurs été récemment reconnu par le Comité d'Ethique du CNRS (COMETS) dans son avis n°2022-43 du 5 décembre 2022.

De nombreuses initiatives, co-portées par des personnels de recherche et des personnels techniques d'origines disciplinaires très diverses (pas seulement issues de celles de l'INSU) ont vu le jour ces dernières années. Le CSI s'est saisi de cette question des transitions afin de porter ce débat dans un cadre plus large et de réfléchir collectivement aux implications et aux évolutions nécessaires que l'INSU devrait promouvoir dans ce contexte de réduction des émissions de gaz à effet de serre.

Des présentations de l'initiative Labo1point5, des retours d'expérience d'un laboratoire INSU qui a établi son bilan carbone et adopté une trajectoire de réduction, du bilan carbone de l'INSU et de l'outil collaboratif de recherche de solutions Ma Terre en 180' ont permis de lancer les débats lors de la session du 19 septembre 2022. Ces présentations ont permis de prendre connaissance de ces démarches et de ces outils et de leur complémentarité en identifiant les manques actuels, et d'apprécier le nécessaire dynamique collective à mettre en place pour converger durablement vers des solutions partagées de réduction de l'empreinte carbone à l'échelle d'un laboratoire ou d'un institut.

L'initiative Labo1point5 vise trois objectifs 1/ cartographier et quantifier l'empreinte carbone de la recherche (via l'outil GES1point5 qui prend en compte les achats, les déplacements liés aux missions, les déplacements pendulaires domicile-travail), 2/ implémenter des solutions conçues et délibérées localement (quelques laboratoires pilotes expérimentent les options de réductions proposées), 3/ organiser le travail réflexif sur l'éthique environnementale de la recherche. Ils contribuent notamment au débat médiatique, notant une forme de climato-scepticisme dans la façon dont l'utilisation de l'avion par les chercheurs est relayée par la presse. Disposés à mieux renseigner sur l'empreinte carbone des structures de recherche, ils invitent les directions des structures locales et/ou nationales à être plus présentes pour émettre des recommandations. Les procédures d'évaluation de l'empreinte carbone de labo1.5 sont largement utilisées par les laboratoires qui s'inscrivent dans cette démarche. Ces procédures, qui tirent parti des outils de gestion et des bases de données utilisées par les organismes de recherche, permettent d'obtenir des résultats comparables entre laboratoires et organismes.

Si ces recommandations doivent être portées au plus haut niveau, leur appropriation et leur acceptation durables par les personnels sont également un enjeu essentiel. Pour aider à cet objectif, l'outil collaboratif MaTerre en 180' permet de tester des scénarios de réduction de l'empreinte carbone co-construits par les participants. Ce jeu collaboratif permet aux équipes de "joueurs" d'élaborer leurs propres trajectoires de réduction de leur empreinte carbone en fonction de leur ancrage scientifique (e.g. observation, modélisation, expérimentation) et de sa composition (chercheurs, IT, doctorants, post-doctorants). En jouant un "rôle", cet outil permet dans un premier temps de se détacher de son identité et de son quotidien, limitant ainsi les effets anxiogènes liés aux recherches de solutions de réduction. Puis, une fois approprié par les participants, MaTerre en 180' peut faire émerger des solutions de réduction adaptées aux contextes réels de chaque entité. Il ambitionne à être déployé très largement au sein de l'ESR français.

La trajectoire d'un laboratoire de l'INSU, dont le périmètre de recherche concerne le changement climatique (LOCEAN, Paris), a été présentée et discutée depuis la prise de conscience de certains personnels jusqu'à l'évaluation de l'empreinte carbone et de son évolution, en passant par la mise en place de mesures concrètes de réduction par le conseil de laboratoire. Les aspects psychologiques ont été abordés. En effet, plusieurs de ces initiatives portées par "la base" trouvent leur origine dans un sentiment de dissonance cognitive conduisant parfois à une situation de mal-être des personnels concernés. Engager des actions répond donc non seulement à l'urgence environnementale mais également à la mise en cohérence des résultats scientifiques avec les méthodes et organisation de travail des chercheurs qui portent ces recherches (c'est donc aussi une question de qualité de vie au

travail). Sur la base de cet exemple, la question du poids des différents postes sur les activités des laboratoires a été discutée notamment pour les activités s'appuyant sur des infrastructures lourdes, telles que les centres de calcul nationaux, les grands observatoires, la flotte française ou les avions de recherche, voire les satellites en orbites terrestre et les missions spatiales. La décarbonation des activités de recherche ne peut pas être menée seulement à l'échelle des laboratoires, elle doit aussi porter sur les grands outils nationaux. Il s'agit a minima d'optimiser et de réduire les consommations énergétiques, la quantité de matériel consommé, voire le volume d'activité mais surtout de repenser en amont ces dispositifs, notamment au moment de leur jeunesse ou de leur mise en œuvre.

2. Les solutions

Si les solutions de réduction de l'empreinte carbone peuvent être élaborées et remontées depuis la base, un cadre institutionnel s'impose pour accompagner les unités dans cette transition tout en garantissant la qualité de nos recherches dans un contexte international compétitif. Dans un premier temps, il importe d'évaluer le coût environnemental associé aux outils de grande envergure qui font pour partie la spécificité des sciences de l'Univers. L'empreinte carbone des infrastructures de recherche en astronomie (grands observatoires, missions spatiales, ...) est très élevée. Elle doit également être évaluée pour les dispositifs nationaux tels que la Flotte Océanographique Française, les moyens aériens SAFIRE, les missions spatiales des autres domaines, et les centres de calcul nationaux (IDRIS, par exemple). **De telles évaluations sont nécessaires à une prise de conscience et à la définition de trajectoires de réduction.**

Une analyse en profondeur des rapports intérêt-coûts doit être réalisée en amont des futurs investissements européens, nationaux et régionaux. A terme, cette réflexion ne doit pas se limiter à l'empreinte carbone, mais intégrer autant que possible l'ensemble des impacts environnementaux et tenir compte de la limitation future de certaines ressources (énergie, métaux rares, etc...). Par exemple, la machine exascale que la France va accueillir pourrait avoir une consommation annuelle équivalente à celle de l'ensemble des laboratoires CNRS. La contrepartie en termes de gain de calcul et de résultats scientifiques espérés doit être établie. La construction de nouvelles infrastructures est une approche forcément coûteuse et le coût doit être mis en balance avec le bénéfice apporté. La définition et l'évaluation du bénéfice des activités de recherche, en termes de connaissances additionnelles, de résultats scientifiques ou de conséquences sociétales est une question complexe et délicate mais sur laquelle il est urgent de se pencher.

Ces trajectoires doivent être co-construites et endossées par l'ensemble de la communauté scientifique en impliquant l'ensemble des partenaires de l'INSU (Météo-France, CNES, BRGM, INRAE, IRD, etc.). La limitation de l'empreinte carbone suppose une optimisation des ressources, trop souvent dispersées à l'heure actuelle, notamment pour éviter les doublons. **En ce qui concerne l'INSU, les exercices de prospectives à venir devront inclure les questions environnementales dans l'analyse coût-bénéfice des futurs enjeux scientifiques et des moyens déployés pour y répondre. D'une façon générale, il faut une cohérence entre les appels d'offres des agences de financement et la volonté de déployer des mesures de réductions de l'empreinte environnementale des activités de recherche qui pourrait aller jusqu'à des financements incitatifs pour les projets visant la sobriété.** Aujourd'hui, le sentiment général est que de demander l'acquisition de nouveaux instruments plus performants est le seul moyen d'obtenir des financements. A l'inverse il est très difficile d'obtenir des financements pour des réparations, des mises à niveau ou des extensions de garantie permettant de prolonger la durée de vie des instruments. Des choix entre nouveaux instruments plus performants / mise à niveau d'instruments existants / réutilisation de données déjà acquises devront inévitablement être faits. **Mais le développement de nouveaux instruments et de techniques innovantes alliant performance et sobriété peut constituer un challenge extrêmement enthousiasmant.**

A l'échelle nationale et notamment au niveau du CNRS, l'INSU se doit de poursuivre son travail de diffusion des connaissances sur les changements globaux et leurs conséquences, d'entraîner l'ensemble des instituts du CNRS dans la réflexion sur l'empreinte environnementale de la recherche afin de définir de façon concertée des trajectoires d'évolution. Un « tableau de bord » des émissions de GES de l'INSU pourrait être mis en place pour suivre dans le temps l'évolution

de ces émissions et l'effet des mesures adoptées (à quelle distance se trouve-t-on de la trajectoire qui mène à la neutralité carbone en 2050 ?) puis étendu aux autres instituts du CNRS. Cette réflexion doit également intégrer le fait que le changement climatique peut faire peser des menaces concrètes sur les installations de recherche (feux, inondations ..).

Les questions de prévention et d'adaptation vont devenir prégnantes et peser sur les demandes adressées à la communauté INSU. Par exemple, le déploiement de plans régionaux d'adaptation aux changements globaux nécessite des expertises spécifiques. C'est le cas également de la formation des fonctionnaires et de l'ensemble des étudiants prévus par le rapport Jouzel ("Sensibiliser et former aux enjeux de la transition écologique et du développement durable dans l'enseignement supérieur").

A l'échelle locale l'utilisation par l'ensemble des acteurs des mêmes outils de quantification de l'empreinte carbone (e.g. GMES1point5), tout en contribuant, si possible, à leur amélioration est encouragée. **Les obstacles administratifs à leur mise en œuvre doivent être levés, en particulier l'accès aux données financières permettant ces estimations. Il semble également nécessaire de veiller à ne pas sur-solliciter les chercheurs dans ces étapes de quantification, et d'encourager à une mutualisation de ces calculs annuels à l'échelle des OSU, qui constituent un bon niveau d'interface entre les laboratoires et les tutelles.** A cette échelle, des démarches de sobriété et de parcimonie peuvent être mises en œuvre et leur efficacité évaluée : mutualisation d'instruments, allongement de leur durée de vie, optimisation de la consommation des petits matériels, économies d'eau et d'énergie, utilisation de logiciels libres pour limiter l'obsolescence programmée, intégration des coûts carbone associés aux déplacements dans les plateformes de gestion des missions (notamment Etamine). La liste des pistes est longue et ne demande qu'à être adaptée à chaque OSU, laboratoires, équipes.

En ce qui concerne les personnels de recherche, le changement climatique et l'adaptation pourra induire des modifications de la structuration interne de la recherche, ceci en favorisant les travaux plus appliqués, de type service climatique. Mais l'attribution de moyens sur ces sujets ne peut pas se faire au détriment de la recherche fondamentale et disciplinaire de l'INSU. Certains chercheurs pourraient s'engager dans des changements thématiques avec ce type de motivation. Les projets de reconversion thématiques depuis des secteurs à forte empreinte environnementale vers des secteurs où elle est plus faible doivent être accompagnés. De telles reconversion pourraient bénéficier à certains domaines couverts par l'INSU (e.g. recherche sur climat et l'environnement, ...) tout en étant possiblement problématiques pour d'autres (e.g. astrophysique, planétologie, ...). Le recrutement pourra également être affecté, en particulier au niveau du choix des sujets de thèse, les étudiants pourraient préférer se tourner vers des activités faiblement émettrices ou en lien direct avec la recherche climatique ou environnementale.

Le dernier point de vigilance porte sur les liens avec le secteur privé. A plusieurs reprises, le CSI a alerté sur les possibles conflits d'intérêts avec des entreprises privées sur des questions de portée sociétale. Il est donc crucial de maintenir cette indépendance. **S'il importe de ne pas contribuer au greenwashing pratiqué par certaines sociétés privées, la nécessaire mise en place de mesures de réduction des émissions, d'adaptation et de mitigation concerne également le secteur privé qui a besoin d'expertise et d'accompagnement par la recherche fondamentale. C'est un véritable contrat moral qu'il conviendra de définir pour ne pas renoncer à ce type de partenariat.**

IV. Remarques conclusives sur le fonctionnement du CSI

Les attributions statutaires des CSI sont limitées à l'examen de la composition des jurys d'admissibilité et à la production d'un avis sur les créations/suppressions d'unités dans les cas de divergences entre la direction de l'Institut et les sections qui ont évalué les propositions. Pour autant, les CSI peuvent s'autosaisir et mettre en place des groupes de travail sur les sujets qu'ils souhaitent aborder. Des échanges avec le président du CS sortant (Franck Poitrasson), la présence de membres

effectuant un second mandat et le soutien de la correspondante du Comité National ont permis de trouver très rapidement un mode de fonctionnement efficace et de ne pas revenir sur les points traités en profondeur par le précédent CSI. **Les thèmes abordés au cours de ce mandat ou qui ont donné lieu à la constitution de groupes de travail internes (LPPE, ITA, Parité, ..) ont été définis de façon conjointe par le bureau du CSI et sur proposition des membres du CSI et par la direction de l'institut.** Ce travail a été mené de façon constructive mais sans complaisance et dans un climat de confiance réciproque. La direction de l'INSU s'est montrée assidue aux réunions avec la présence des directions adjointes scientifiques, administratives et techniques, en plus du directeur et du directeur-adjoint. **Chaque séance de CSI comprenait un temps de présentation par la direction de l'INSU pour communiquer des éléments factuels concernant la politique de l'institut, ses ressources financières et RH et leur évolution, ses propositions d'évolutions des différents niveaux d'organisation nationale (programmes nationaux, OSU, ..) et tout autre sujet d'actualité d'intérêt pour la communauté. Ces éléments ont pu être commentés et discutés de façon ouverte par les membres du CSI.** La direction de l'INSU a également accepté de réserver à chaque séance un temps de discussion du CSI sans la direction pour permettre d'aborder plus ouvertement des questions essentielles.

Les président.e.s des sections CNRS de l'INSU, ainsi que les président.e.s des sections CNAP et des commissions spécialisées de l'INSU ont été systématiquement invités aux sessions du CSI et ont contribué de façon extrêmement active aux travaux du CSI. Cela a permis par exemple de mener une réflexion commune sur le périmètre et les mots clés des sections et des CID au moment de leur renouvellement et sur la définition de missions d'observations pour les enseignants-chercheurs. **Cette participation effective doit perdurer et être encouragée car le CSI est finalement le seul lieu de partage d'information et de réflexion commune à ces instances et qui aborde l'ensemble des problématiques de l'INSU.** Deux membres du conseil scientifique du CNRS connaissant bien l'INSU ont également été systématiquement invités, de manière à pouvoir se relayer aux séances du CSI de l'INSU.

Au cours de la mandature, une réflexion a été menée au CNRS sur une éventuelle révision des attributions des CSI. Par exemple, l'examen des dossiers d'éméritats par les CSI plutôt que par le CS du CNRS a été discuté. Le CSI de l'INSU s'est déclaré favorable à ce transfert de responsabilité vers un comité plus proche des chercheurs du domaine et donc plus à même d'apprécier la portée des projets déposés. Au sein de la C3N a été évoqué le fait qu'une présentation de politique scientifique par la direction de l'institut à son conseil scientifique soit rendue obligatoire et donne éventuellement lieu à un vote. **Comme décrit plus haut, la direction de l'INSU a présenté de façon régulière sa politique scientifique et managériale au CSI qui a pu, en retour, questionner ouvertement la direction de l'INSU et remplir sa mission de conseil, comme en attestent les compte-rendus du CSI. Si cette pratique ne tient qu'à la bonne volonté du directeur d'institut, il serait opportun de formaliser les choses et de la rendre effectivement obligatoire.**

La composition du CSI à l'issue des élections de 2019 et des nominations par la direction de l'INSU est apparue équilibrée en terme de domaine de recherche (AA, OA, TS, SIC), de statuts de personnels (CNRS, CNAP, Université) avec un léger biais vers l'observation pour ce qui est des approches de recherche. Les membres extérieurs provenant du monde académique se sont bien intégrés et ont participé de façon active, cela fut moins le cas pour les représentants du secteur privé, parfois en décalage avec le fonctionnement, l'organisation, les règles et les enjeux de la recherche publique. Le CSI comporte statutairement des personnels IT en nombre relativement limité. **Le bilan de nos représentants IT est relativement mitigé, considérant que les sujets traités étaient souvent éloignés de leurs préoccupations et de leurs champs de compétence. Une meilleure inclusion de ces personnels et l'ouverture à des questionnements qui les concernent plus directement est sans doute un point à améliorer pour les futurs mandats.**

Le bilan du CSI en termes de fonctionnement et de contenu nous semble très positif. Le niveau d'échange et de partage d'information avec la direction de l'institut était remarquable et le travail réalisé nous semble avoir été utile et bienvenu pour la direction de l'INSU. Les compte-rendus, riches mais fidèles, des séances du conseil en témoignent. **Le seul bémol que l'on pourrait apporter est le manque de visibilité de cette instance et de son travail dans la communauté.** A plusieurs reprises, nous avons évoqué les possibilités de diffusion de ces compte-rendus de façon large et ouverte. Leur mise en ligne sur le site du comité national qui diffuse les recommandations des CS est techniquement

peu praticable pour des raisons de responsabilité éditoriale. Le site de la C3N comme celui de certains CSI ou de certaines sections CNRS ne sont pas des sites institutionnels et sont hébergés et gérés par des hôtes bénévoles. Le fait de ne pas disposer de dépositaire a rendu caduque la proposition d'annoncer la publication de ces CR dans la newsletter de l'INSU. Aussi, le seul vecteur de diffusion durable possible est l'envoi de ces CR aux directrices et directeurs d'unité. Cela suppose de partager les listes de diffusion de l'INSU et donc que la direction de l'INSU valide au minimum, voire organise cette diffusion aujourd'hui difficile car se heurtant souvent aux restrictions de distribution des messages. C'est donc un point sur lequel le prochain CS pourra apporter des améliorations.

ANNEXE 1

Recommandation adoptée le 24 avril 2019 par le CS de l'INSU



Conseil scientifique de l'Institut National des Sciences de l'Univers (INSU)

Recommandation

A propos de la préparation d'une loi de programmation pluriannuelle

Suite à l'annonce par le gouvernement de la mise en place d'un exercice de réflexion sur une loi de programmation pluriannuelle de la recherche (LPPR) et en parallèle à la consultation des Directeurs d'Unités mise en place par la direction du CNRS, le Conseil Scientifique de l'INSU a souhaité émettre des avis et recommandations sur les conditions et les moyens nécessaires pour que l'INSU assure au mieux ses missions. Le CS de l'INSU a élaboré et adopté la contribution ci-après.

Béatrice Marticorena
Présidente du CSI INSU

Recommandation adoptée le 24 Juin 2019
24 votants (sur 24) : 23 oui, 0 non, 1 abstention

Destinataires :

- M. Antoine PETIT, Président-directeur Général du CNRS,
- M. Alain SCHUHL, Directeur général délégué à la science du CNRS,
- M. Nicolas ARNAUD, Directeur de l'Institut national des sciences de l'Univers,
- Mme Dorothee BERTOLOMEU, Présidente du Conseil Scientifique du CNRS,
- M. Olivier COUTARD, Président de la CPCN,
- M. Dimitri PAUCELLE, coordinateur de la C3N,

Copie à :

- M. Benoit MOSSER, Président de la section 17 du CNRS
- M. Pierre CARDIN, Président de la section 18 du CNRS
- M. François LOTH, Président de la section 19 du CNRS
- Mme. Gudrun BORNETTE, Présidente de la section 30 du CNRS
- M. Stéphane CHARLOT, Président de la CSAA de l'INSU
- Mme Bruno SAILLET, Président de la CSTS de l'INSU
- M. Cyrille FLAMANT, Président de la CSOA de l'INSU

- Mme Jean-Luc PROBST, Présidente de la CSSIC de l'INSU
- M. Hervé WOZNIAK, Président de la section CNAP AA
- Mme Alessia MAGGI, Présidente de la section CNAP TI
- M. Jean-Pierre CHABOUREAU, Président de la section CNAP SCOA

Contribution du CS de l'INSU-CNRS à la préparation de la Loi de Programmation Pluriannuelle de la Recherche

Suite à l'annonce d'une réflexion pour la mise en place d'une loi de programmation pluriannuelle de la recherche (LPPR), la direction du CNRS a sollicité les unités de recherche pour se positionner sur les thèmes de réflexion des 3 groupes de travail mis en place pour préparer le projet de loi. Des synthèses de ces retours ont été réalisées par les instituts du CNRS, dont l'INSU. Sans se substituer à ce processus, le Conseil Scientifique de l'INSU a souhaité émettre des avis et recommandations sur les conditions et les moyens nécessaires pour que l'INSU assure au mieux ses missions.

- **Les recherches en sciences de la Planète et de l'Univers (SPU)** combinent des observations et des expérimentations *in-situ* ou en laboratoire, des mesures satellitaires, des approches théoriques et de la modélisation numérique. **Ces recherches doivent se développer sur le long-terme pour aboutir à des connaissances utiles et exploitables.** La contribution des équipes françaises sur l'impact des activités humaines sur le dérèglement climatique, sur la qualité des eaux et des sols ou leur implication dans la recherche sur la météorologie de l'espace sont des exemples qui démontrent très largement l'utilité de ces travaux pour la société. L'origine de l'Univers, de la Terre et de la vie sont des interrogations fondamentales qui interpellent tout un chacun. Face à ces questions, **la demande sociétale de savoirs et de connaissances sur notre environnement proche ou lointain, qui est au cœur des activités de l'INSU, n'a jamais été aussi forte.** Dans ce contexte, il n'est pas imaginable que la LLPR ne vise pas à **accroître les moyens alloués à la recherche publique**, garante de la production de connaissances fondamentales, indépendantes de tout lobby industriel, politique ou même religieux. Il importe également, pour limiter l'emprise de tels lobbies, de renforcer la diffusion de ces connaissances et que cette culture scientifique soit partagée le plus largement possible.

- La spécificité des recherches en SPU est d'être organisée autour d'objets issus du milieu naturel, complexes parce qu'ils couvrent d'immenses échelles spatiales, interagissent entre eux et évoluent dans le temps. L'étude de ces objets s'appuie donc sur des démarches collectives : les observations et mesures de l'atmosphère, de l'océan, d'un trou noir, de la sismicité de la terre **ne peuvent se faire par un individu ou groupe isolé, d'où le développement de grands programmes collaboratifs internationaux.** La génération de bases de données mondiales s'appuie sur des inter-calibrations et qualifications des mesures réalisées. Ce sont donc des communautés de fait, interdisciplinaires, qui échangent des protocoles et fonctionnent en **collaboration plus qu'en compétition.** Les SPU interagissent donc naturellement avec les disciplines de base comme les mathématiques, la physique, la chimie, ou les sciences de la vie avec un interfaçage entre les chercheurs des différents départements du CNRS ou d'autres organismes intéressés par la question ou l'objet étudié. Un **système de financement majoritairement basé sur la réponse à des appels d'offre ultra-compétitifs est donc inadapté à la mise en œuvre de ces démarches collectives et multidisciplinaires.**

- La communauté de recherche en SPU, consultée par la direction du CNRS, réaffirme la nécessité d'une **coordination nationale dans le domaine des Sciences de l'Univers**, et soutient la mission de coordination assurée par l'INSU-CNRS en collaboration étroite avec les universités et les instituts et organismes de recherche concernés. Il s'agit notamment de renforcer une cohésion d'ensemble non prise en compte par les initiatives d'excellence mises en place dans les universités et par les financements régionaux. Par ailleurs, et bien que les budgets attribués soient faibles au regard d'appels d'offre tels que ceux de l'ANR et l'ERC, la communauté continue d'émarger aux programmes nationaux de l'INSU car ils autorisent entre autres des projets de rupture et un soutien à l'activité des jeunes

recrutés. Force est de constater que les enveloppes financières disponibles ont atteint des niveaux tels (historiquement les plus bas), que cela risque de remettre en cause cette mission de l'INSU, considérée comme majeure pour la communauté.

- **L'observation de la Terre et de l'Univers** est un élément central des activités de recherche menées à l'INSU. Cela nécessite le recours à une large panoplie de dispositifs instrumentaux dont la dimension va de l'infrastructure internationale ou nationale jusqu'à des ensembles de petits instruments, ou à des services d'archivage et de distribution de données. Les périodes d'observations peuvent être ponctuelles mais intensives avec un déploiement très lourd, ou à très long terme avec des mesures plus simples pour déceler des tendances d'évolution pluri-décennales. L'acquisition de très gros équipements, le développement de nouveaux instruments et la mise en œuvre de grandes campagnes de mesures impliquant, par exemple, des mesures à bord de navires ou avions, nécessitent des budgets qui dépassent ceux alloués dans les appels d'offre de recherche actuels. Cela impose de solliciter un grand nombre de guichets, ce qui induit une perte de temps et d'énergie considérable pour les personnels de recherche concernés, et *in fine*, un détournement des salaires de leurs objectifs principaux (la recherche et non la recherche de financements). Le guichet de l'INSU est l'un des rares à permettre le financement de petits instruments. D'une façon générale, le financement des frais de fonctionnement et de jouvence des instruments est un problème récurrent, quelle que soit la dimension du système d'observation considéré. Des moyens importants ont été alloués à la mise en place de plateformes d'observations et d'analyses par les initiatives d'excellences et les régions, mais le financement des frais de fonctionnement et des moyens humains revient le plus souvent à la charge des laboratoires alors que les crédits de fonctionnement récurrents et les effectifs ITA ne cessent de diminuer. Le recensement et la cartographie de ces plateformes devraient permettre d'optimiser les futurs déploiements en évitant les redondances et d'anticiper les besoins associés. L'activité de **gestion, de standardisation et de mise en ligne des données d'archive** pose des problèmes du même ordre (frais de fonctionnement et moyens humains) même si l'échelle des investissements et de l'infrastructure matérielle est différente. Les besoins en calcul intensif et en stockage massif sont en croissance continue et constituent des éléments incontournables pour les exploitations de types « big data ». Aujourd'hui l'usage de données en ligne et le réemploi des données est devenu prégnant dans certaines disciplines telles qu'en astrophysique, et tend à le devenir dans d'autres. Il importe donc de répondre urgemment aux besoins actuels et d'anticiper les demandes à venir dans un contexte de " Science Ouverte ".

- **Les tâches d'observations** sont assurées par des personnels de grade (chercheurs et ITA) et de statut divers (CNAP, CNRS, Observatoires, Universités ...). Ces tâches doivent être reconnues en tant que telles et prises en considération dans l'évaluation des travaux conditionnant l'évolution des carrières, et quel que soit leur organismes de tutelles. La demande d'observations est croissante et ne peut pas être assurée à effectif constant. Une réflexion doit être menée sur la façon dont les organismes concernés peuvent assurer ce besoin tout en garantissant une évolution de carrière au personnel en place. D'une manière générale, les carrières des personnels de l'ESR doivent être revalorisées pour être plus attractives.

- Des **développements de long-terme, en observation, études de processus et modélisation** ont permis de donner des réponses aux questions actuelles sur les changements globaux. C'est cette démarche dite 'fondamentale' qui permettra de répondre aux défis sociétaux et environnementaux de demain qui sont tout aussi nombreux et importants : comment mettre en place une transition environnementale, et évaluer de façon objective les effets des politiques de mitigation et remédiation envisagées et leur rapport coût/bénéfice ? Comment gérer les ressources disponibles sur Terre ? Est-il envisageable de trouver des ressources ailleurs dans le système solaire ? Si les **réponses aux questions sociétales** doivent bien évidemment être prises en compte dans les activités de recherche financée par les fonds publics, **la recherche fondamentale est la pierre angulaire de toute recherche appliquée**. Rappelons ici que les observations astronomiques permettent de tester et de contraindre les lois élémentaires de la physique et de la matière pour les faire évoluer, les ajuster et mener à des applications concrètes au service de la société (par exemple, les systèmes de positionnement GPS prennent en compte les effets de la relativité générale). Dans les appels d'offre, l'injonction à l'innovation et à la valorisation, restreinte à une dimension économique, est souvent pénalisante pour la recherche fondamentale qui doit pouvoir bénéficier de soutien dédié : les grandes découvertes ne se décident pas.

Par ailleurs, une meilleure communication entre recherche publique et privée permettrait d'identifier des thèmes de recherche fondamentale porteurs de développement, notamment pour la mise en œuvre de la transition énergétique /écologique.

- **Le principal atout de la recherche française, basée sur l'emploi permanent, est de pouvoir mener des recherches fondamentales et à long-terme.** Il faut capitaliser sur cet atout et renforcer cette politique en **rehaussant les recrutements de chercheurs, enseignants-chercheurs et personnels ITA.** Pour ce faire, la France doit tenir l'engagement pris au niveau européen de consacrer 1% de son PIB à la recherche publique. La proportion très élevée de contractuels travaillant dans les unités de recherche en SPU, notamment chez les IT (à l'INSU en 2018 20 % du total des IT CNRS, 26 % des IT non CNRS, 29 % des chercheurs CNRS et 43 % des chercheurs non CNRS) est inacceptable pour les agents concernés, hautement qualifiés, et engendre des problèmes de pérennité de l'expertise acquise par les équipes et les services d'observations. **La reconnaissance de la contribution de la recherche** passe également par **l'amélioration des conditions de travail des personnels** de recherche. D'une façon générale, l'activité des chercheurs est entravée par une multitude de tâches, notamment administratives, qu'il conviendrait d'alléger au travers de l'assouplissement de certaines règles administratives (report des crédits annuels, assouplissement des règles des marchés publics pour l'achat de matériel scientifique, ..) mais aussi et surtout en assurant un financement de base suffisant pour soutenir durablement les services support (généralement en sous-effectifs) et les activités de recherche.

Recommandation adoptée le 22 septembre 2022 par le CS de l'INSU



Conseil scientifique de l'Institut National des Sciences de l'Univers (INSU)

Recommandation

Sur la Loi de Programmation de la Recherche

Dans une contribution publiée le 18 juin 2019 dans le cadre de la préparation de la LPR, le CS de l'INSU-CNRS exprimait les attentes et les besoins de la communauté de recherche des sciences de l'Univers en matière de financements, de personnels et d'organisation.

En substance, nous soulignons la nécessité d'un refinancement massif de la recherche pour des disciplines qui apportent des réponses aux défis environnementaux et sociétaux et à la quête de sens de nos contemporains.

Notre contribution soulignait aussi le fait que la nature collaborative de notre activité souffre de la concurrence exacerbée et du financement majoritairement par appel à projet, qui use les agents de l'ESR et leur fait perdre un temps précieux qui devrait être consacré à la production de connaissances. Elle rappelait le rôle des femmes et des hommes qui font la science, l'importance de leurs statuts et de la stabilité de ces statuts dans les succès de la recherche française dans nos domaines.

Elle valorisait également le rôle irremplaçable de coordination nationale que jouent l'INSU et le CNRS, pour nos disciplines. Elle mettait en avant la nécessité de fournir des financements significatifs sur le long terme, pour le développement des infrastructures de recherche, des moyens collectifs d'observation, des plateformes, des archives et des centres de données en ligne. Elle rappelait aussi que la recherche fondamentale ne peut être sacrifiée au profit de la recherche appliquée. Sans recherche fondamentale nous hypothéquons l'avenir, le développement durable de nos sociétés et notre capacité à nous adapter aux changements futurs. Les sciences de l'Univers jouent également un rôle central dans la quête ininterrompue de connaissance des ressorts les plus intimes de la nature.

Force est de constater aujourd'hui que le projet de LPR discuté en ce moment même à l'assemblée nationale ne va pas dans une direction qui nous paraît souhaitable, tout comme une large majorité de la communauté scientifique française.

La relance de l'embauche sur emploi de titulaires n'est pas envisagée, au lieu de cela une simple stabilisation au niveau très bas actuel est évoquée. L'extension du financement de la recherche par appel à projets produira inmanquablement une augmentation de la part des personnels contractuels. La promotion des « chaires juniors » et des CDI de mission institutionnalise la précarité de l'emploi, déjà massivement à l'œuvre dans nos disciplines. Une remise en cause des modalités de recrutement statutaire est même proposée, ouvrant la voie à des recrutements sur des critères non scientifiques.

Aucun réinvestissement massif ou augmentation de la subvention de service public n'est envisagé. Le mécanisme de financement par appel à projet, même accompagné (comme cela semble envisagé) par un important « abondement » ou « préciput » sur contrats attribué aux établissements et laboratoires « hôtes », ne palliera pas ce manque de financement régulier du fonctionnement des laboratoires. L'histoire des laboratoires de l'INSU a déjà montré l'importance du soutien de base aux chercheurs, des fonds « hors compétition mondiale » qui permettent des développements sur le très long terme. Certains de ces développements, menés contre vents et marées en s'appuyant sur des fonds propres (spectrographe Elodie de l'Observatoire de Haute Provence) ont abouti à des découvertes spectaculaires récompensées au niveau international (Michel Mayor et Didier Queloz ; Prix Nobel de Physique 2019).

Dans un tel contexte basé sur la compétition de projets individuels et la montée en force des sites régionaux, concurrents les uns des autres, le CNRS et l'INSU ne seront plus à même de jouer leur rôle de coordination et d'animation nationale, ni leur rôle de pilotage de la coopération internationale !

Nous constatons également l'insuffisance notoire de la revalorisation des rémunérations des personnels de l'ESR. Le texte de la LPR lui-même ne donne aucun objectif précis et les mesures annoncées par ailleurs dans le cadre d'un projet de protocole d'accord sont à bien des égards insatisfaisantes.

Elles évoquent un montant de 92 millions supplémentaires en 2021 sans engagement pour les années suivantes, ce qui est clairement en deçà du montant nécessaire pour soutenir l'engagement des acteurs de la recherche dans les grands projets long terme, En outre cette revalorisation se ferait essentiellement sous forme de primes, et notamment pour une part significative, de primes à la fonction et au mérite. L'activité collective indispensable pour les recherches en sciences de l'Univers sera plus que jamais mise à mal.

Les laboratoires et les chercheurs en sciences de l'Univers interagissent avec le monde économique et la société civile. Cependant, nous nous inquiétons de mesures génératrices de risques déontologiques et de captation de valeur introduites par le projet de loi au nom de la nécessité du transfert des résultats de la recherche vers la sphère économique. Le nécessaire effort d'innovation de l'économie française ne peut pas s'appuyer sur une réorientation exclusive de la recherche publique pour satisfaire ces besoins et faire fi de la recherche fondamentale indispensable aux avancées économiques et sociales significatives. Par ailleurs, les questions environnementales dans lesquelles les laboratoires de l'INSU sont engagés fortement doivent pouvoir être traitées sans subir de pressions du secteur privé. Comment faire de la recherche fondamentale en toute liberté, indépendance et dans le respect des règles déontologiques et éthiques sans financement public ?

En conclusion nous rappelons que de très nombreux syndicats, sociétés savantes ainsi que le comité économique social et environnemental ont signifié leur opposition ou leurs très fortes réserves sur ce texte. Nous réaffirmons donc ici notre soutien total aux conclusions de la plénière du comité national du 4 juillet 2019 et nous soutenons pleinement la motion adoptée par la C3N le 24 juin dernier.

Béatrice Marticorena
Présidente du CSI INSU

Recommandation adoptée le 22 septembre 2022
23 votants (sur 24) : 23 oui, 0 non, 0 abstention
Destinataires :

- M. Antoine PETIT, Président-directeur Général du CNRS,
- M. Alain SCHUHL, Directeur général délégué à la science du CNRS,
- M. Nicolas ARNAUD, Directeur de l'Institut national des sciences de l'Univers,
- Mme Dorothee BERTOLOMEU, Présidente du Conseil Scientifique du CNRS,
- M. Olivier COUTARD, Président de la CPCN,
- M. Dimitri PAUCELLE, coordinateur de la C3N,
- M. le Député Cédric VILLANI, Premier Vice-Président de "l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques".

Copie à :

- M. Benoit MOSSER, Président de la section 17 du CNRS
- M. Pierre CARDIN, Président de la section 18 du CNRS
- M. François LOTH, Président de la section 19 du CNRS
- Mme. Gudrun BORNETTE, Présidente de la section 30 du CNRS
- M. Jean-Philippe BERGER, Président de la CSAA de l'INSU
- Mme Andréa TOMASSI, Présidente de la CSTS de l'INSU
- M. Cyrille FLAMANT, Président de la CSOA de l'INSU
- Mme Sylvie DERENNE, Présidente de la CSSIC de l'INSU
- M. Denis MOURARD, Président de la section CNAP AA
- Mme Anne LE FRIANT, Présidente de la section CNAP TI
- M. Laurent LONGUEVERGNE, Président de la section CNAP SCOA

ANNEXE 2

Texte grand public du CSI publié le 24/02/2020 dans le cadre du débat sur la préparation de la LPR.

La recherche demande du temps, de la persévérance, le droit à l'erreur et aussi la liberté de pouvoir prendre des chemins originaux.

La recherche demande du temps, de la persévérance, le droit à l'erreur et aussi la liberté de pouvoir prendre des chemins originaux ; Et une collaboration entre scientifiques de divers domaines, cultures et pays, mais certainement pas cette stérile et absurde idée de compétition ou concurrence !

Les membres du Conseil Scientifique de l'Institut National des Sciences de l'Univers du CNRS (INSU) alertent sur les dangers d'une politique globale qui pousse vers une recherche de plus en plus soumise à la pression de résultats rapides, finalisées, dans une ambiance de compétition accrue et de course aux publications.

Deux récompenses particulièrement prestigieuses ayant couronné des collègues de nos communautés illustrent combien l'aboutissement de recherches fondamentales peut demander de temps (jusqu'à plus de 25 ans) et même passer par de fausses pistes sur la base de théories ou premiers résultats pourtant interprétés en accord avec le "courant de pensée" de l'époque.

ELODIE, l'Observatoire de Haute Provence (OHP) et le prix Nobel de physique 2019

La recherche d'exoplanètes est une quête millénaire. Début 90, les précisions des instruments limitaient toute avancée dans cette exploration, qui se focalisait sur des recherches de compagnons massifs autour d'un faible nombre d'étoiles de masses comparables à celle de Jupiter avec une période de rotation de plusieurs années. L'idée de Michel Mayor est de construire avec André Baranne de l'Observatoire de Marseille, Didier Queloz de l'Observatoire de Genève, la Direction et l'équipe de l'OHP, un spectrographe de haute précision et de scruter un plus grand nombre de cibles en couvrant une plus large variété de périodes (plusieurs jours à plusieurs années) pour de potentielles variations des vitesses radiales des étoiles cibles. Un spectrographe existe déjà à l'OHP, CORAVEL (Corrélation de Vitesses Radiales). L'idée est de construire un super CORAVEL : ELODIE.

Seulement la communauté n'adhère pas aux idées des provençaux et en 1990 la Commission spécialisée Astronomie de l'INSU (CSAA) refuse de soutenir le projet ELODIE. Pire, en 1991 le rapport de prospective de Carqueiranne envisage la fermeture de l'OHP. C'est sans compter sur la motivation et la détermination des chercheurs.

Le Directeur de l'OHP, Philippe Véron, avec ses équipes de l'OHP leurs collègues suisses et marseillais élaborent et construisent alors le spectrographe ELODIE avec du budget propre de l'OHP et l'aide financière de la région PACA. Ce développement instrumental se fait donc avec des fonds « hors compétition mondiale » et une très haute technicité que les ingénieurs en poste à l'OHP possèdent dans la construction de spectrographes.

ELODIE est opérationnel en 1994. Plus performant que prévu (15 m/s de précision), il permet dès novembre 1994 de détecter autour de l'étoile 51 Pegasi, distante de 50 années-lumière, une planète d'une masse de la moitié de celle de Jupiter, d'une période orbitale de 4 jours et

qui est 20 fois plus proche de son étoile que ne l'est la terre du soleil. Les connaissances de l'époque et aucune théorie ne prédisaient une telle configuration.

Ces recherches ont placé depuis 25 ans l'astronomie française au premier plan mondial dans le domaine des exoplanètes et impulsé les recherches en exobiologie, et cela grâce à ELODIE puis à son successeur SOPHIE.

En 2019 le Prix Nobel de Physique est attribué à Michel Mayor et Didier Queloz, 25 ans après la découverte de 51Pegasi-b à l'OHP avec ELODIE...pour des recherches menées contre vents et marées, sur une montagne de Provence, dans un site alors considéré comme non prometteur pour l'Observation Astronomique.

Histoire de la mesure du réchauffement climatique

Dans les années 1970, la communauté scientifique internationale estimait probable que la Terre soit au début d'une nouvelle période de glaciation. Le climatologue Claude Lorius, et Jean Jouzel, jeune chercheur avec lequel il collaborait, pensaient alors de même. Selon les propos de Jean Jouzel, « Les trois précédentes périodes interglaciaires avaient duré environ 10 000 ans, la nôtre s'approchait de 12 000 ans, et comme il y avait eu une petite baisse dans les années 1960-1970, on envisageait le refroidissement. Claude. Lorius aussi, du reste ».

C. Lorius, J. Jouzel, et leurs équipes de Grenoble et Saclay entament alors un long processus de recherche basé sur l'interprétation de la géochimie des glaces de l'Antarctique. Ces recherches conduisent Jean Jouzel à s'impliquer, dès les années 90, dans le GIEC (le Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat).

L'ensemble des analyses des isotopes de l'eau et des concentrations de gaz carbonique piégés dans les carottes de glace prélevées dans l'Antarctique a complètement renversé la vision des climatologues.

En effet, celles-ci révèlent que la température moyenne de la planète augmente depuis le début de l'ère industrielle ainsi que la concentration de gaz carbonique, gaz à effet de serre. Ces mesures confortent les résultats des modélisateurs et physiciens du climat qui prédisaient par le calcul l'augmentation des températures provoquées par les émissions de gaz à effet de serre sans la preuve de l'observation. La relation entre température moyenne et concentration

de CO₂ est alors parfaitement établie. Les glaces montrent qu'au cours des 800000 dernières années, des périodes froides (glaciaires) ont alterné avec des périodes chaudes (interglaciaires), alternance orchestrée par des paramètres astronomiques. Si les concentrations de CO₂ sont plus élevées pendant les périodes interglaciaires, elles n'ont jamais excédé 280 ppm (parties par million, soit 0.028%) alors qu'elles atteignent 410 ppm aujourd'hui : le réchauffement climatique dû aux activités humaines est avéré. Il est maintenant conforté par un large faisceau d'observations (atmosphériques, océanographiques, biologiques via des archives telles que coraux, cernes d'arbres, carottes de glace, enregistrements de l'intensité paléomagnétique, etc...).

Démontrer que l'on était en période de réchauffement du climat et non en début de glaciation aura demandé une sérieuse remise en question du paradigme de l'époque, le temps de longues campagnes de terrain, d'observation décennales, de mesures très délicates à mener, le temps de la démonstration et de l'acceptation.

Pour leurs travaux, Jean Jouzel et Claude Lorius ont été honorés de la Médaille d'Or du CNRS en 2002, du Prix Nobel de la Paix avec le GIEC en 2007 ; En 2012 enfin, Jean Jouzel a reçu avec Susan Solomon le Prix Vetlesen, qui est équivalent au prix Nobel en Sciences de la terre et de l'univers.

Quelles leçons tirer de ces deux aventures scientifiques aux résultats prestigieux ?

Si l'équipe de l'OHP a pu résister aux injonctions de fermeture, c'est parce qu'ils disposaient de deux atouts majeurs : des fonds de fonctionnement « hors contrats » permettant la construction d'ELODIE, mais aussi des équipes d'ingénieurs et techniciens extrêmement compétentes, sur des métiers d'optique, d'électronique ou d'imagerie très spécialisés.

De même, les forages dans les glaces de l'Antarctique puis les analyses d'échantillons extrêmement précieux de retour au laboratoire requièrent une technicité exceptionnelle sur le terrain comme au laboratoire, en particulier en spectrométrie de masse.

Les compétences requises pour ces postes de soutien à la recherche sont tellement pointues qu'elles ne peuvent s'acquérir sur des contrats courts. Les équipes sont soudées dans une ambition collective, la plupart du temps ne comptant pas leurs heures.

Quant aux chercheurs, au-delà de la confiance dans leur idée initiale, il leur a fallu déployer persévérance et motivation pour mener à bout leurs travaux avec leurs collègues et étudiants.

Au-delà de ces exemples, on ne compte plus les opérations s'étendant sur plusieurs décennies, initiées par quelques visionnaires et qui aboutissent à la découverte des ondes gravitationnelles, une sonde sur mars, des mesures très fines de la chimie marine, la compréhension du fonctionnement du noyau terrestre et d'écosystèmes complexes, ...

Si les visionnaires finissent en général par recevoir promotions et médailles, la plupart témoignent avoir affronté des résistances voire des propos ironiques, comme par exemple « exotique » au lancement de l'idée. Ces prises de risque ne peuvent se faire sans sérénité, autrement dit sans le soutien du poste titulaire.

Cet esprit de recherche en équipe est essentiel pour ces communautés qui explorent la planète et l'univers. Les injonctions à être meilleurs que le voisin sont absurdes et ridicules dans ce contexte : on gagne ou on perd ensemble, la nature ne permet pas les combats individuels.