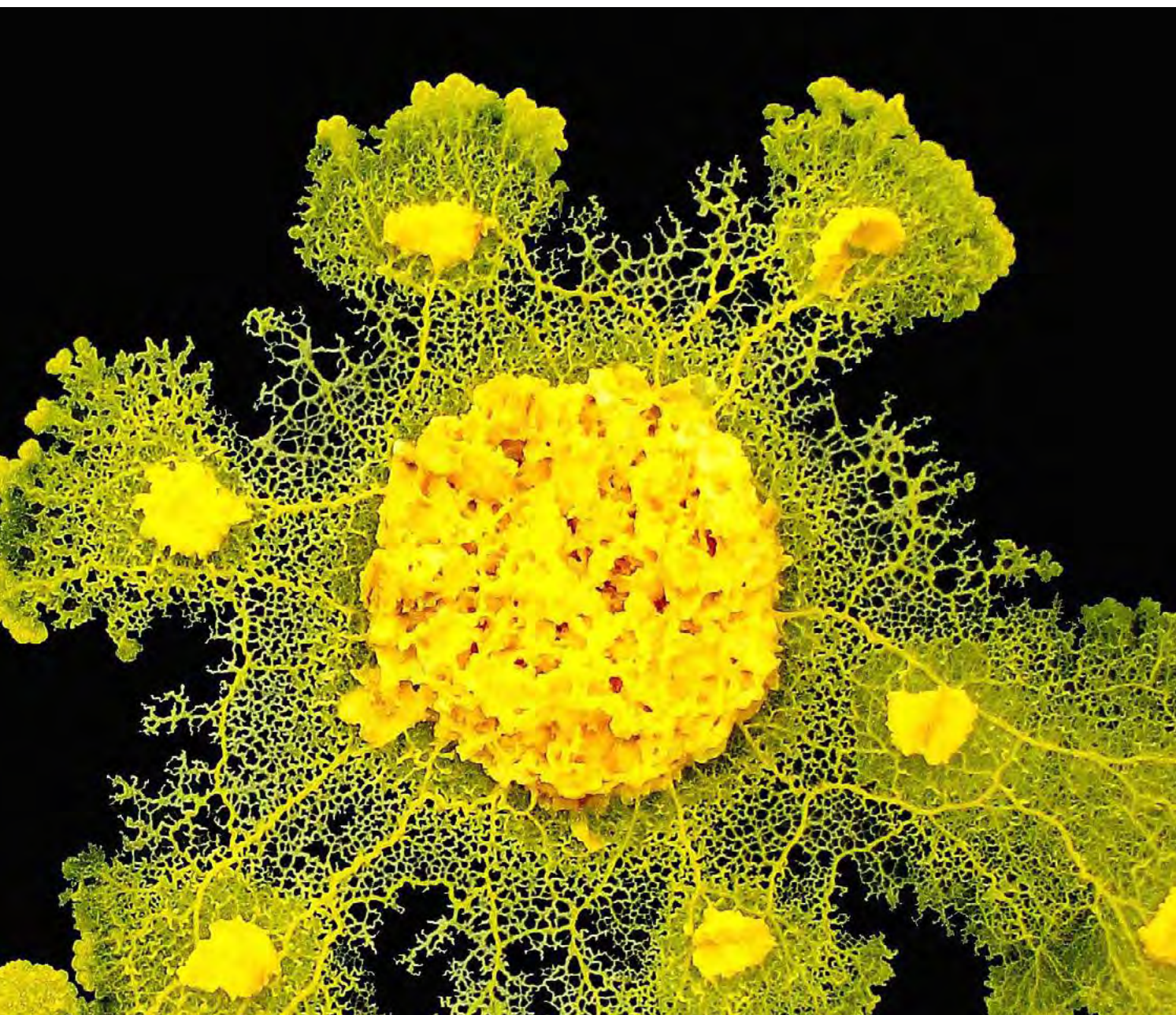




CONTRAT D'OBJECTIFS ET DE PERFORMANCE 2019-2023

**ENTRE L'ÉTAT ET LE CENTRE NATIONAL
DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

**CONTRAT D'OBJECTIFS ET DE PERFORMANCE 2019-2023
ENTRE L'ÉTAT ET LE CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE**
Signé le 27 janvier 2020

Frédérique Vidal,
ministre de l'Enseignement supérieur,
de la Recherche et de l'Innovation :

A blue ink signature of Frédérique Vidal, consisting of a stylized 'F' and 'V' followed by a horizontal line.

Antoine Petit,
président-directeur général du CNRS :

A blue ink signature of Antoine Petit, consisting of a stylized 'A' and 'P'.

TABLE DES MATIÈRES

	Introduction	6
1	Des orientations prioritaires thématiques	8
1.1	Ingénierie	9
1.2	Matière, ondes et particules	12
1.3	Numérique	14
1.4	Planète et Univers	15
1.5	Sociétés	17
1.6	Vivant	19
2	Interdisciplinarité et actions transverses	22
2.1	Actions de soutien à l'interdisciplinarité	23
2.2	Actions transverses	24
2.3	Six grands défis sociétaux	25
3	Partenariats avec les universités et politiques de site	32
3.1	Contribuer à l'émergence de grandes universités du meilleur niveau international	33
3.2	Un CNRS ancré dans les territoires	34
3.3	En pratique	34
4	Innovation	36
4.1	Soutenir la création de 50 start-up supplémentaires par an, à fort potentiel de croissance	37
4.2	Approfondir les relations avec les entreprises	39
4.3	Développer une gestion pragmatique et agile de la propriété intellectuelle dans le cadre de politiques de site intégrées	41

5	Europe et international	42
5.1	Horizon 2020, Horizon Europe et les programmes européens	43
5.2	Partenariats stratégiques en Europe et à l'international	44
6	La science dans la société et la science ouverte	46
6.1	La science dans la société	47
6.2	La science ouverte	48
7	Ressources humaines	50
7.1	Personnels permanents	51
7.2	Recrutements, promotions et mobilités des chercheurs permanents	52
7.3	Recrutements de personnels non permanents	54
7.4	Enseignants-chercheurs	54
7.5	Parité	55
8	Grandes infrastructures de recherche	56
9	Appui à la recherche	58
9.1	Évaluation et soutien aux unités	59
9.2	Simplification	59
9.3	Systèmes d'information	60
9.4	Immobilier	60
9.5	Délégations régionales	61
9.6	Développement durable	61
10	Mise en œuvre et suivi du contrat	62

INTRODUCTION

En 2019, le Centre national de la recherche scientifique (CNRS) a fêté ses 80 ans et a organisé de multiples manifestations en France et à l'étranger pour rappeler à la fois son histoire et l'importance de la science. Ces célébrations soulignent qu'aujourd'hui, plus que jamais, **s'appuyer sur la recherche est indispensable**. C'est important, d'abord, parce que la France a toujours été une grande nation de culture et de science et parce que **l'avancée des connaissances a toujours été un des moteurs du développement et du rayonnement de notre pays**. C'est important, ensuite, parce que de nombreux enjeux industriels et économiques ne peuvent être appréhendés qu'en s'appuyant sur la meilleure science. C'est ainsi que les **innovations de rupture sont essentielles** pour conquérir de nouveaux marchés, ou simplement pour les conserver, et pour créer, ou maintenir, des emplois sur le territoire national et créer de la valeur au service de notre société. L'apport de la science, enfin, est **vital pour atteindre les objectifs de développement durable**, notamment en ce qui concerne le réchauffement climatique, l'érosion de la biodiversité, les énergies renouvelables et la santé, mais aussi **pour relever d'autres grands défis auxquels sont confrontées nos sociétés** comme la sécurité, l'intelligence artificielle (IA) ou encore les migrations. Et il ne s'agit là que de quelques-uns des domaines dans lesquels la France et l'Europe ont besoin d'une recherche au meilleur niveau international. Il en va tout simplement de notre souveraineté et de notre avenir.

Le CNRS occupe **une place singulière dans le dispositif national de l'enseignement supérieur, de la recherche et de l'innovation** (ESRI). Il est le premier acteur par la taille, et même le plus grand organisme de recherche en Europe, ce qui lui donne **une responsabilité particulière** pour développer une vision de l'ensemble de la science mondiale, ou pour porter des projets et des actions d'ampleur aux niveaux national, européen ou international, ou encore pour explorer de nouveaux domaines de recherche et pour s'impliquer dans des évolutions majeures comme celle de la science ouverte. Il est un acteur majeur qui mène dans tous les champs de la science des recherches fondamentales, en vue de développer de nouvelles connaissances qui sont un bien public et un bien commun. Par ailleurs, le CNRS, dont presque toutes les unités de recherche sont communes avec d'autres établissements, inscrit son action dans **un tissu de partenariats très riches** avec les universités, les écoles et les autres organismes nationaux, et il joue **un rôle spécifique**, en lien avec tous ces partenaires, **dans les évolutions du dispositif national de l'ESRI**.

La France a la chance de pouvoir s'appuyer sur le CNRS. Fort des travaux de l'ensemble des unités de recherche communes avec ses partenaires, il fait rayonner la science française dans le monde et il a acquis, au fil des années, une réputation d'excellence internationalement reconnue. Le CNRS est un fleuron de la France, et pas seulement de la recherche française.

Cela ne veut pas dire que le CNRS ne doit pas évoluer. Il le fait d'ailleurs régulièrement et le CNRS d'aujourd'hui est différent de celui d'il y a 20 ou 30 ans. Dans un contexte où la compétition internationale continue de s'intensifier en matière de recherche et d'innovation, et où le dispositif national de l'ESRI poursuit ses transformations, il convient de **poursuivre ces évolutions**, en sachant s'appuyer sur ce que sont les forces du CNRS.

La première d'entre elles est sans nul doute **la qualité de ses personnels**, scientifiques comme d'appui à la recherche. C'est un point essentiel sur lequel il faut sans cesse travailler car la concurrence est aujourd'hui féroce à l'échelle internationale; elle est aussi intense au plan national avec de nombreux acteurs publics et privés, notamment pour les fonctions d'appui. Il convient de **préserver, et même de renforcer, l'attractivité du CNRS et la compétitivité de ses recrutements** pour l'ensemble des personnels, scientifiques ou d'appui à la recherche, permanents ou non permanents.

Une autre force du CNRS est de **couvrir l'ensemble du spectre des domaines scientifiques**. Si faire travailler ensemble des spécialistes de disciplines différentes demande encore souvent des moyens incitatifs, l'ambition de plus en plus répandue des scientifiques de s'intéresser aux problèmes socio-économiques facilite l'interdisciplinarité. En effet, les questions posées par des enjeux industriels ou, par exemple, par l'atteinte des objectifs de développement durable ne sont jamais disciplinaires mais requièrent au contraire **des approches croisées et des coopérations entre disciplines**.

La troisième force du CNRS réside dans son **incomparable réseau de partenaires** : ses partenaires académiques nationaux, déjà évoqués, mais aussi ses partenaires scientifiques en Europe et à l'international et ceux du monde industriel et économique, du monde associatif ou encore des collectivités territoriales et des administrations. Ce réseau est unique, il doit être encore renforcé. Il donne au CNRS une vision pluridisciplinaire exceptionnelle, nationale aussi bien qu'internationale, qui doit être mise plus encore au service de l'ensemble des acteurs français. Au sein du dispositif national de l'ESRI, amplifier l'action du CNRS pour accompagner et **favoriser l'émergence de grandes universités de recherche au plus haut niveau mondial** est un des objectifs de ce contrat d'objectifs et de performance (COP).

Enfin, et il convient de ne pas l'oublier, **le CNRS offre** à ses personnels un élément fondamental pour conduire une recherche de qualité : **le temps long**. Ce temps long permet aussi la sérendipité, dont il ne faut pas sous-estimer l'importance. Nombreux sont les exemples d'applications très concrètes, ou de créations de start-up, issues de recherches initiées plusieurs années – parfois plusieurs dizaines d'années – auparavant, sans idée précise de retombées socio-économiques; mais, dans tous les cas, les recherches fondamentales à l'origine de ces applications se situaient au **meilleur niveau international**. Conduire de telles recherches doit donc être l'objectif constant du CNRS, dans tous les domaines.

En s'appuyant sur ces forces, le présent contrat quinquennal vise à **accentuer les dynamiques à l'œuvre au CNRS**. Ce contrat se veut **en prise avec la société** et **propose des choix et des priorités**, scientifiques bien sûr et aussi en termes de ressources humaines et d'organisation. Ce contrat se veut aussi très pragmatique en s'articulant autour d'actions et d'objectifs concrets, dont certains sont associés à des indicateurs, parfois assortis d'une valeur-cible à l'échéance de la période du COP. Une partie de ces objectifs suppose des moyens et des marges de manœuvre que le CNRS ne possède pas aujourd'hui. Ils devront donc être articulés avec l'évolution des moyens alloués à l'organisme par l'État, dans le cadre des perspectives qu'ouvrira la très attendue loi de programmation pluriannuelle de la recherche, et l'évolution de ses autres ressources. Le CNRS souhaite que le budget de l'État fournisse une partie des moyens nécessaires à l'atteinte des objectifs ambitieux fixés dans ce COP; il poursuivra ses efforts pour accroître ses ressources propres et projette que la montée en puissance de la Fondation CNRS, créée en 2019, facilite l'obtention de financements complémentaires.



1 | DES ORIENTATIONS PRIORITAIRES THÉMATIQUES

Chacun des dix instituts du CNRS conduit, dans son domaine, des recherches fondamentales principalement guidées par la curiosité avec la vocation de repousser les limites de la connaissance. La relative imprédictibilité des avancées de rupture rend indispensable que le développement du socle des connaissances soit assez large. Pour autant **il est nécessaire pour le CNRS d'identifier des priorités thématiques.**

Ces priorités thématiques, au nombre d'une quarantaine, traduisent la vision de l'organisme des évolutions de la science dans les cinq prochaines années. Elles tiennent compte des nombreux échanges que le CNRS a eus en 2019 avec ses partenaires académiques, et le CNRS proposera à ses partenaires de les mettre en œuvre conjointement. Ces priorités, qui ne couvrent évidemment pas l'ensemble des activités de recherche des équipes et des laboratoires du CNRS, bénéficieront d'une focalisation d'une partie importante des moyens des instituts au cours des cinq prochaines années.

Certaines de ces priorités traduisent des évolutions, voire des ruptures dans l'évolution de la science, alors que d'autres correspondent à des thématiques dans la continuité de recherches déjà bien développées mais dont la priorité reste d'actualité. Le CNRS a l'ambition d'apporter dans les cinq prochaines années une contribution marquante au meilleur niveau international pour chacune d'entre elles.

Ces priorités thématiques sont regroupées ci-dessous au sein de six grands domaines : Ingénierie ; Matière, Onde et particules ; Numérique ; Planète et Univers ; Sociétés ; Vivant. En complément de ces thématiques prioritaires, principalement disciplinaires, le CNRS, organisme national pluridisciplinaire, a identifié six grands défis sociétaux pour lesquels il a l'ambition d'apporter une contribution significative. Ces défis sociétaux – changement climatique, inégalités éducatives, intelligence artificielle, santé et environnement, territoires du futur, transition énergétique – sont décrits dans la section suivante.

ACTION 1

Établir en 2023, pour chacune des priorités thématiques, une synthèse des principales contributions scientifiques des unités dont le CNRS est tutelle.

INDICATEUR 1

Pourcentage du soutien scientifique compétitif consacré aux priorités thématiques. (valeur-cible : 66 % chaque année)

1.1 INGÉNIERIE

1. Caractérisation multi-échelle de la matière

Pour simplifier les synthèses chimiques, concevoir des matériaux nouveaux et mettre en place des procédés innovants, pour détecter des espèces à l'état d'ultra-traces dans des milieux complexes (environnement, vivant...), il faut observer la matière dans son environnement, de l'échelle macroscopique à celle de l'intermédiaire élastique, pendant le temps de la réaction jusqu'à l'état de transition. Il faut pour cela pousser les performances des techniques analytiques et spectroscopiques au-delà de leurs limites actuelles, coupler capteurs et instruments, et disposer de réacteurs reproduisant à l'identique les conditions industrielles. Ces avancées expérimentales doivent être accompagnées par de nouveaux développements en chimie théorique et en simulation numérique ainsi que par des outils de fouilles de données pour représenter, comprendre et prédire des phénomènes à l'échelle moléculaire. Ces nouveaux outils sont des enjeux majeurs pour la chimie au service de la santé, l'environnement et la transition énergétique.

L'ambition à cinq ans est qu'une série d'équipements de type in situ ou in operando soit en place, et qu'au moins 25 % d'entre eux soient sur des plateformes ouvertes.

2. Bio-inspiration/Biomimétisme

Véritable opportunité pour le futur, la bio-inspiration observe et décrypte les mécanismes du vivant pour tirer parti des solutions et des inventions produites par la nature. Appliquée à un niveau d'intégration supérieur, celui des systèmes écologiques, elle anime les démarches d'ingénierie écologique et permet de concevoir des méthodologies innovantes de restauration des milieux, de compensation écologique et de gestion durable et efficiente des services écosystémiques. La bio-inspiration représente un vrai défi qui concerne une communauté scientifique large et variée. Ses définitions et usages sont multiples et varient d'un pays à l'autre. Ses apports commencent à être intégrés par les entreprises et les PME qui construisent leur démarche d'innovation à partir

Site hydrothermal de Dallol, un environnement unique sur la planète situé dans la dépression de Danakil, en Ethiopie.
© Purificación LOPEZ GARCIA / ESE / www.deemteam.fr / CNRS Photothèque

des connaissances accumulées au travers d'une recherche fondamentale pluridisciplinaire sur les propriétés de la nature, pour optimiser produits et applications.

L'ambition à cinq ans est qu'au moins une opération nationale d'envergure reposant sur un concept bio-inspiré ait été mise en place.

3. Materials by design

Face à une demande croissante de matériaux multifonctionnels, aux propriétés optimisées, combinées, voire extraordinaires (métamatériaux), la démarche classique de *materials by design* consistant à ne jouer que sur la chimie et le raffinement nanostructural des matériaux ou sur leur forme macroscopique peut atteindre ses limites. Pour outrepasser ces dernières, il faut exploiter une échelle intermédiaire, la « mésostructure », dans laquelle il s'agit de contrôler l'architecture des matériaux par l'optimisation géométrique (topologie et morphologie) des hétérogénéités et/ou l'hybridation : matériaux cellulaires, composites ou fibreux, structures sandwich et surfaces structurées, matériaux enchevêtrés, matériaux à mésostructure active, matériaux programmables, etc. Le recours à des concepts issus de la fouille des bases de données et de l'intelligence artificielle couplée à des systèmes robotisés ou automati-

sés est une voie qui mérite d'être explorée. Cette nouvelle démarche de *materials by design* doit se faire en lien étroit avec l'optimisation des procédés d'élaboration et de mise en forme de ces matériaux : mise en forme des matériaux composites, impression 3D et 4D, etc. Elle donne au mécanicien des matériaux et des structures un rôle central.

L'objectif à cinq ans est la conception de nouveaux (méta)matériaux architecturés en rupture avec les solutions existantes, en progressant substantiellement sur (a) les algorithmes d'optimisation de mésostructures pour mieux appréhender et intégrer leurs instabilités et leurs fortes non-linéarités matérielles, (b) les procédés d'élaboration de ces nouveaux matériaux.

4. Fluides actifs et interfaces

Les systèmes fluidiques originaux récemment explorés en ingénierie impliquent l'analyse de phénomènes de couplages multiphysiques qui ouvrent de nouvelles questions scientifiques et perspectives d'applications. On peut ainsi contrôler un écoulement à des échelles choisies, en introduisant des particules actives ou des interfaces mobiles. Les exemples sont notamment les fluides électro-rhéologiques comme les suspensions de micro-particules conductrices ; les biofilms où la colonie de bactéries

provoque des comportements collectifs et interagit avec le fluide porteur ; les interactions aux interfaces plasmas/solides pour le traitement et la fonctionnalisation de surfaces ; le pilotage du comportement macroscopique d'un milieu granulaire humide par sa fraction massique, etc. Les enjeux sont majeurs en hydrologie, bio-écologie, traitement des effluents, dépollution, agroalimentaire, micro-réacteurs chimiques et procédés industriels.

L'ambition à cinq ans est de développer de nouvelles stratégies pour contrôler les mouvements fluides en volume par les effets particuliers collectifs ou interfaciaux, appliquées à : (a) des procédés de dépollution et de traitement des effluents polyphasiques ; (b) l'optimisation de systèmes fluidiques en chimie, criblage biologique, énergétique ; (c) de nouveaux concepts pour la délivrance ciblée de molécules thérapeutiques.

5. Micro-énergie

Le développement toujours plus massif de l'internet des objets pose la question de l'alimentation en énergie de ces dispositifs qui sont connectés et nomades, capables de faire des calculs, de recevoir et/ou transmettre des informations, et que l'on veut également pouvoir rendre autonomes en énergie. La miniaturisation des sources d'énergies renouvelables par récupération de l'énergie ambiante sous forme solaire, thermique, vibratoire, chimique, etc., la miniaturisation des dispositifs de stockage de l'énergie électrique (micro-batteries, micro-supercondensateurs), ainsi que la conception et la fabrication d'architectures de calcul bio-inspirées qui reprennent les principes de fonctionnement connus du cerveau pour un traitement/prétraitement de l'information beaucoup moins gourmand en énergie sont devenues des enjeux majeurs.

L'objectif à cinq ans est la conception de nouveaux micro-systèmes de récupération d'énergie, intégrant sur la même puce le dispositif de récupération de l'énergie ambiante, le dispositif de microstockage, l'unité de traitement de l'information efficace en énergie, ainsi que le dispositif de transmission. Il s'agira de prendre en compte particulièrement les aspects de compacité, d'intégration, d'efficacité énergétique et d'éco-compatibilité, ainsi que les aspects systèmes (variabilité, optimisation, ...).

6. Des chimies plus sobres

Un développement durable requiert la réduction de l'empreinte des activités humaines sur l'environnement (rejets de CO₂ et CH₄) et le déploiement de technologies permettant la production et le stockage d'énergies renouvelables. Le réchauffement climatique rapide impose que ces objectifs soient atteints au plus vite et que la chimie soit à même de concevoir et produire les intermédiaires industriels et les produits finis de demain de façon économe, en ressources et en énergie. La première urgence sera de substituer des éléments déjà rares (de faible abondance sur Terre ou à

l'origine de conflits et déséquilibres stratégiques) comme ceux utilisés par les sources d'énergies alternatives, ou encore pour remplacer des composés présentant des risques pour la santé globale (pour l'Homme et son environnement). Une autre sera d'identifier de nouvelles réactions permettant de transformer sobrement des molécules complexes, abondantes et fortement oxydées (biomasse, CO₂) en des molécules utiles et à haute valeur ajoutée.

Les ambitions à cinq ans sont d'une part de permettre de substituer des éléments rares (de faible abondance sur Terre ou à l'origine de conflits et déséquilibres stratégiques) comme ceux utilisés par les sources d'énergies alternatives, ou encore pour remplacer des composés présentant des risques pour la santé globale (pour l'Homme et son environnement) ; d'autre part d'identifier de nouvelles réactions permettant de transformer sobrement des molécules complexes, abondantes et fortement oxydées (biomasse, CO₂) en des molécules utiles et à haute valeur ajoutée.

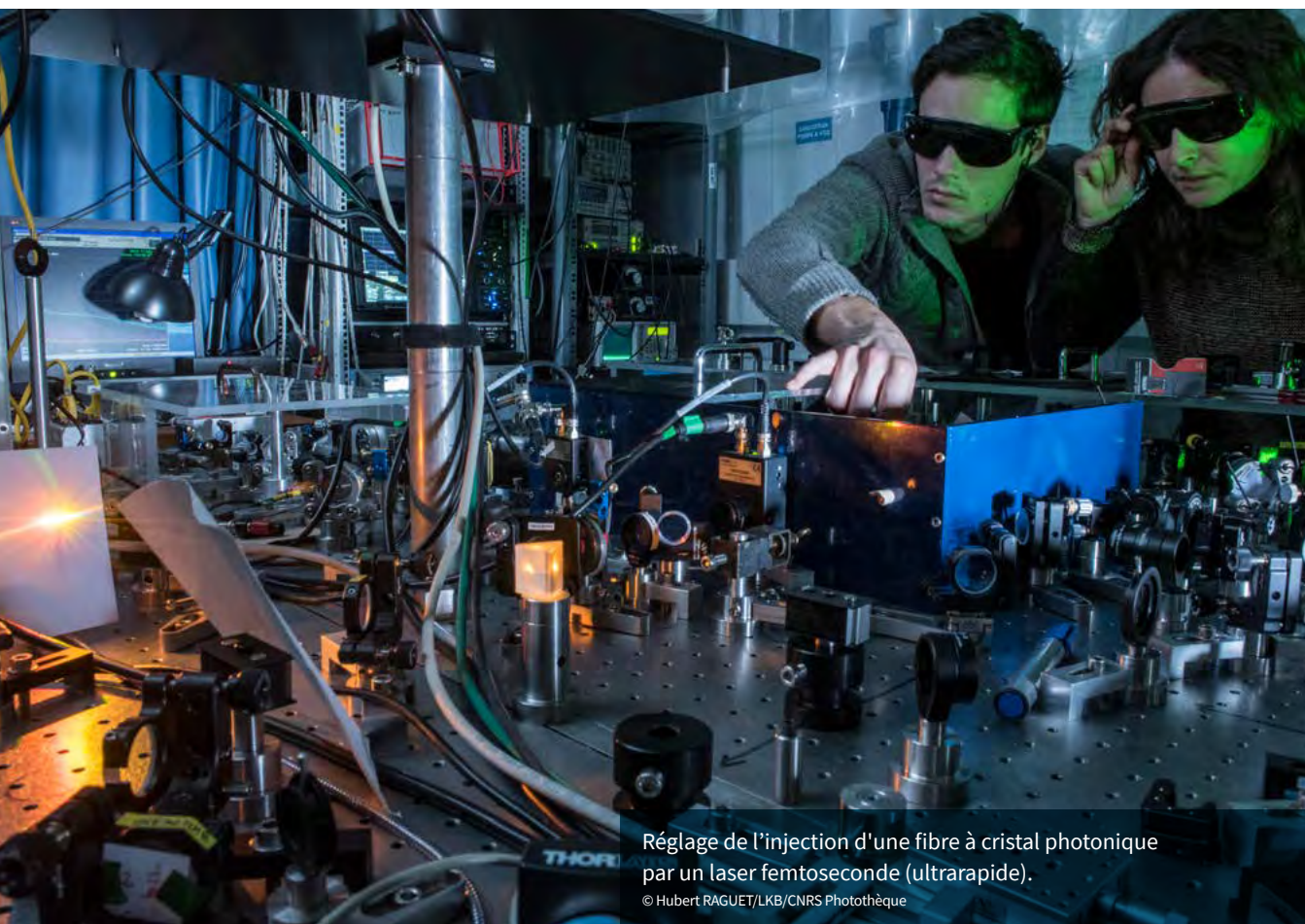
7. Valorisation massive du CO₂

La maîtrise de la production (« émissions négatives ») et de la valorisation du dioxyde de carbone (CO₂) constitue un enjeu de premier ordre dans la limitation du changement climatique. Le CO₂ peut être considéré comme une matière première très élémentaire et plusieurs méthodes pour sa valorisation ont déjà atteint un niveau industriel. Mais la quantité de CO₂ utilisée ainsi (pour la synthèse d'engrais, de certains plastiques, ou de mousses et caoutchoucs) reste très faible (environ 0,5 % des émissions mondiales, soit moins de 200 MT par an). De nouvelles directions de recherche apparaissent avec les procédés de minéralisation et de carbonation, notamment pour durcir le béton. Mais la cible ultime est sans doute la production de vecteurs énergétiques (méthanol, acide formique, méthane ou carburants de synthèse). Un large éventail de réactions et procédés donne déjà accès à ces molécules, mais elles restent à l'échelle du laboratoire seulement. Transformer des quantités massives de CO₂ est un défi immense et urgent qui se double de celui, pas moins difficile, de produire suffisamment d'hydrogène « décarboné » pour effectuer cette transformation.

L'ambition à cinq ans est d'organiser une cellule interdisciplinaire de coordination d'actions de recherche entre industriels du secteur et équipes de recherche.

8. Matière, information et technologies quantiques

La physique quantique, au niveau mondial, se positionne sur l'étude de questions fondamentales ouvertes qui concernent : les gaz quantiques pour l'étude des problèmes à N-corps hors équilibre, et leur dynamique ; l'essor des systèmes hybrides alliant atomes et nanostructures photoniques ou supraconductrices ; l'électrodynamique quantique en lumière extrême avec la production de matière à



Réglage de l'injection d'une fibre à cristal photonique par un laser femtoseconde (ultrarapide).

© Hubert RAGUET/LKB/CNRS Photothèque

partir du vide ; les nouveaux états de la matière et de types d'excitations. Ses applications principales sont le calcul, la communication, la simulation et les capteurs quantiques, ainsi que l'ingénierie de nouveaux matériaux quantiques.

Les objectifs à cinq ans concernent chacun de ces aspects pour contribuer significativement à la maturation des technologies quantiques : observer expérimentalement des modes exotiques et leur manipulation pour le calcul quantique

1.2 MATIÈRE, ONDES ET PARTICULES

1. Origine de la masse des particules

Les prochaines années vont voir une augmentation forte des performances du LHC et de ses grandes expériences dans leur capacité à mesurer les propriétés intrinsèques du boson de Higgs à l'origine de la masse des particules. L'accroissement de la précision des mesures va permettre de tester, dans nombre de ses aspects, le modèle standard de la physique des particules et d'améliorer les contraintes sur l'existence d'une nouvelle physique, voire de la mettre en évidence. En parallèle, la conception, le développement et le prototypage de nouveaux accélérateurs de particules sont plus que jamais nécessaires pour atteindre des énergies plus élevées indispensables à la production de nouvelles particules.

topologique pour rendre ce dernier intrinsèquement robuste aux erreurs ; démontrer l'accélération quantique sur un calculateur avec un apport au niveau du design et de l'architecture en qubit de silicium, incluant les corrections d'erreur ; développer en parallèle avec les architectures matérielles de nouveaux logiciels quantiques ; et établir des liens de communication quantique sécurisés entre plusieurs sites sur le territoire national.

L'objectif à cinq ans est de pousser les précisions de mesure du boson de Higgs afin de mettre en évidence les déviations au modèle standard et d'intensifier le développement des technologies nécessaires à la réalisation des futurs accélérateurs.

2. Explorer les limites de la stabilité des noyaux atomiques

Une limite naturelle de la cohésion des noyaux atomiques est celle des éléments super-lourds dont la formation au-delà du Fermium dans les explosions stellaires reste une question ouverte. Produits en laboratoire, grâce au nouvel accélérateur SPIRAL2 du GANIL, ces éléments pourront être étudiés avec une sensibilité encore jamais atteinte et la présence attendue d'un îlot de stabilité des noyaux testée plus avant.

L'objectif à cinq ans est la mise en opération des expériences de nouvelle génération auprès de l'accélérateur SPIRAL2 sur GANIL.

3. Comprendre l'asymétrie matière-antimatière

Les neutrinos restent aujourd'hui les particules élémentaires les moins bien connues alors qu'elles ont une influence sur les grandes structures de l'Univers. Les deux dernières décennies ont été marquées par des résultats majeurs dans le domaine avec la découverte que ces neutrinos ont une masse, qu'ils peuvent changer de saveur et qu'ils ouvrent une nouvelle fenêtre sur la compréhension de l'asymétrie matière-antimatière. D'autres avancées majeures sont attendues avec la mise en service prochaine de plusieurs expériences auxquelles participent les équipes du CNRS.

L'objectif à cinq ans est la mise en opération et l'obtention des premiers résultats de l'expérience JUNO en Chine de mesure des neutrinos auprès des réacteurs, de la finalisation de la construction du détecteur KM3NET/ORCA de détection des neutrinos atmosphériques, situé au large de Toulon, et de démarrer l'expérience DUNE aux États-Unis de mesure des neutrinos produits auprès des accélérateurs.

4. Comprendre les lois fondamentales de l'Univers

La théorie des interactions fondamentales, avec notamment les aspects théoriques du modèle standard et de ses extensions, la réconciliation entre la gravitation et la physique quantique, la cosmologie et les astroparticules théoriques avec l'enjeu d'expliquer l'origine de l'accélération de l'expansion de l'Univers et les courbes de rotation de galaxies sont les objectifs incontournables du domaine. Le développement d'instruments tels que des horloges optiques et des expériences de spectroscopie de précision extrême représente un enjeu stratégique pour les tests de la physique des interactions fondamentales et la compréhension de l'Univers, avec des retombées directes qui nourrissent des applications pour la géophysique, le positionnement par satellite ou les technologies quantiques. La découverte récente des ondes gravitationnelles a ouvert une nouvelle fenêtre sur l'Univers. Les expériences européennes, américaines et bientôt japonaises joignent aujourd'hui leurs efforts pour fortement augmenter le nombre d'événements détectés.

Les objectifs à cinq ans sont d'une part la mesure des constantes fondamentales par le développement d'instruments aux limites, et d'autre part l'utilisation de l'observation des ondes gravitationnelles dans une approche multi-messagers pour notre compréhension de l'Univers.

5. Phénomènes hors équilibre et sous conditions extrêmes

Les défis à affronter sont la compréhension des systèmes complexes classiques ou quantiques hors de l'équilibre thermodynamique et la maîtrise et prédiction de leur comportement comme celui rencontré par exemple dans le vieillissement de la matière, les phénomènes transitoires ou vitreux, l'irréversibilité ou l'instabilité de systèmes, la formation de matériaux nouveaux, l'interaction champ-matière et la physique ultrarapide en matière diluée et condensée. Deux aspects importants sont l'étude des propriétés de la matière aux conditions extrêmes qui permet d'observer, de comprendre et de modéliser les propriétés dans des régimes tels que les hautes pressions, les hautes températures et les champs magnétiques intenses ; et la physique des champs électromagnétiques intenses guidée par les observables aux échelles de temps femto- et atto-secondes qui ouvre la voie de l'exploration de la cohérence électronique de la matière.

Un objectif à cinq ans est la mise en opération d'installations de niveau mondial en lumière extrême sur le sol français et l'exploitation de leurs capacités accrues ouvrant de nouvelles perspectives en physique des interactions laser/matière à ultra haute intensité.

6. Interactions multi-échelle, systèmes complexes, matière topologique

L'étude des interactions multi-échelle se fait par la combinaison expérience/théorie (en particulier physique statistique) avec un fort apport des études réalisées sur les TGIR et en optique, notamment non linéaire. L'étude des fluides confinés amène à une nouvelle physique, à une échelle où les lois de l'hydrodynamique conventionnelle ne s'appliquent plus. La caractérisation *in operando* permet le suivi en temps réel des phénomènes de croissance et de synthèse et ouvre la voie à l'apparition de nouveaux matériaux. À la frontière de la physique classique et quantique, l'étude des systèmes complexes fait apparaître des thèmes émergents comme l'interaction gaz-surface ou les radionucléides en solution. L'étude de la matière topologique en pleine évolution concerne aussi bien les matériaux isolants ou à transition de phase que les systèmes de basse dimension ou à base de matière molle. Enfin un axe fort est le développement de matériaux, par exemple les matériaux granulaires avec le ciment intelligent ou les métamatériaux caractérisés par des auto-organisations activables en matière molle.

Parmi les objectifs à cinq ans figurent le développement de nouvelles fonctionnalités de matériaux pour le stockage et le traitement de l'information et pour l'énergie, ainsi que la compréhension des mécanismes subjacents au développement des tissus vivants grâce aux phénomènes de croissance de fibres biologiques.



Capteur de lumière Tcherenkov du télescope à neutrinos KM3NeT/ORCA en cours d'installation en Méditerranée, sur la nouvelle infrastructure sous-marine MEUST, par 2500 mètres de profondeur au large de Toulon.

© Nicolas BAKER/CPPM/CNRS Photothèque

1.3 NUMÉRIQUE

1. Fondements de l'intelligence artificielle : modèles, données et algorithmes

La dernière décennie a vu une « mise en données » du monde. Les données sont désormais au centre d'une majorité de processus de décision. Cette révolution a été permise par les travaux de recherche à la fois en gestion des masses de données, en modélisation aléatoire pour tenir compte des incertitudes, sur les algorithmes de traitement, d'analyse et de visualisation. Les algorithmes les plus performants aujourd'hui manquent cependant de fondements théoriques, sont difficiles à interpréter et vulnérables aux attaques. Leur exploitation dans des processus de décision parfois critiques (diagnostic médical, conduite autonome, etc.) pose des questions de pertinence, de confiance, d'explicabilité, d'interprétabilité, de biais, de stabilité, de robustesse qui sont autant de défis scientifiques majeurs pour les mathématiques et les sciences de l'information, qu'il convient de relever.

Les objectifs à cinq ans sont de contribuer à percer les mystères de l'apprentissage profond et de développer des algorithmes d'intelligence artificielle robustes et explicables.

2. Le futur du calcul

L'ère moderne a vu l'émergence d'une informatique distribuée et de l'internet des objets avec des capteurs intelligents presque partout. Les sciences de l'information sont à l'origine des avancées dans ces domaines et elles préparent déjà celles de demain. Le calcul quantique en est une, avec ses défis de conception matérielle, de communication, et logiciels. La convergence de l'informatique distribuée et de l'internet des objets aura pour conséquence l'explosion des flux de données, nécessitant des traitements en ligne, en streaming et distribués. Cela requiert l'adaptation des paradigmes de calcul classiques, le développement de nouveaux langages, mais aussi l'extension de l'état de l'art en sémantique, vérification, preuve, etc. Dans le domaine du calcul haute performance, les défis relèvent de l'efficacité énergétique et de la conception logicielle (passage à l'échelle des codes, hétérogénéité, parallélisme, tolérance aux pannes, etc.). L'intelligence artificielle, en particulier les domaines de l'apprentissage profond, symbolique, neuroinspiré, etc., est aussi un gros consommateur de calcul intensif; la maîtrise de son coût énergétique est un enjeu majeur.

Les objectifs à cinq ans sont de contribuer à la stratégie nationale vers l'exascale, notamment sur les aspects algorithmiques, robustesse d'exécution et efficacité énergétique.

3. Systèmes autonomes et interactifs

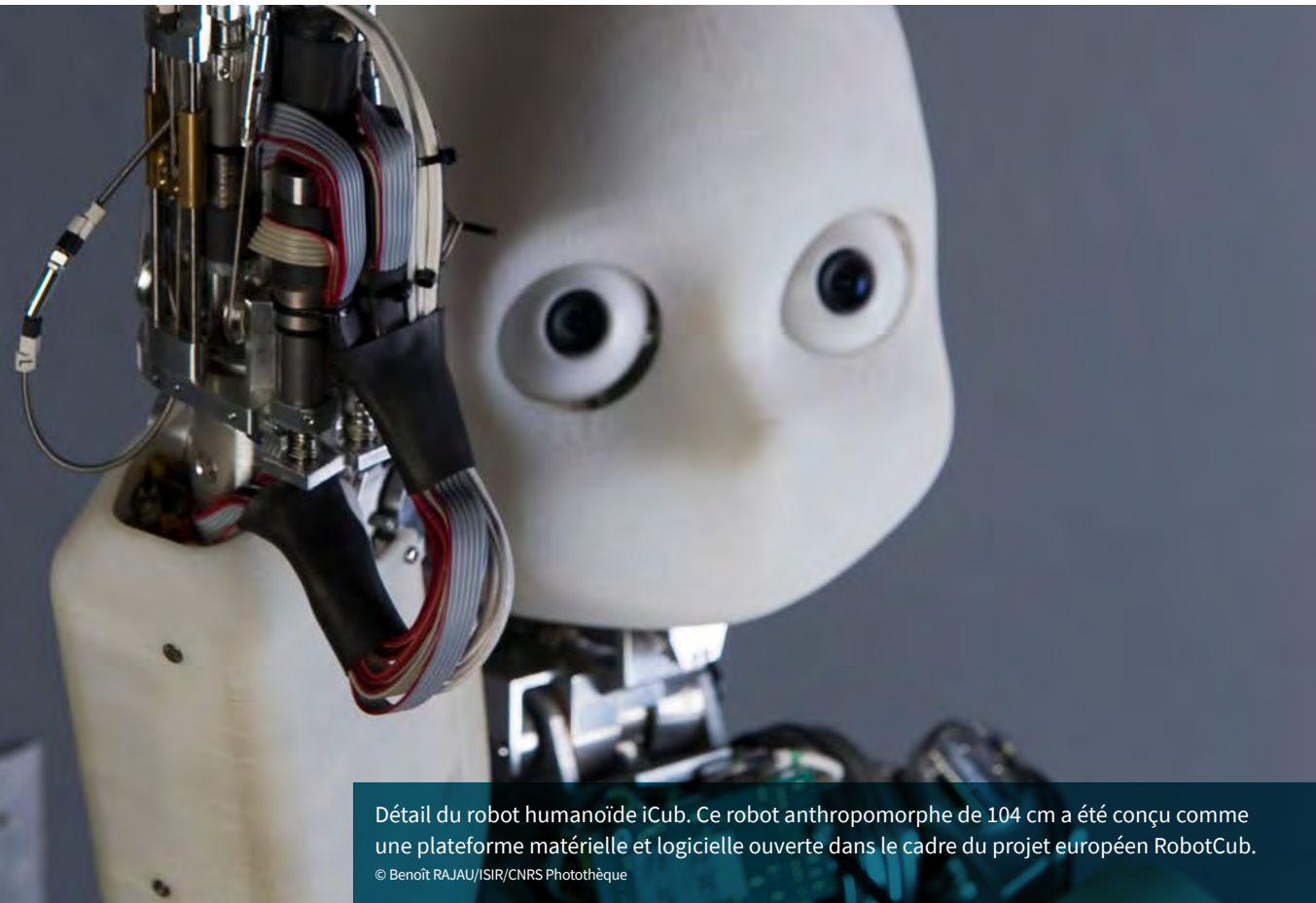
Les systèmes autonomes et interactifs doivent être capables de s'adapter et de prendre des décisions automatiques qui génèrent des actions dans le monde physique, dans un environnement dont l'humain est de plus en plus partie intégrante. C'est le cas de la robotique, qu'elle soit de service, médicale ou collaborative, des véhicules et transports autonomes, des nouvelles interfaces humain-machine, des interfaces cerveau-machine ou même des interfaces machines-machines, ou encore de l'interaction avec des agents virtuels. Les défis scientifiques associés concernent la conception, la modélisation, la prise de décision partagée avec l'humain, le contrôle, la sécurité, le fonctionnement et l'évolution de ces systèmes interactifs, ou encore le partage de connaissances et de préférences. Ces systèmes étant centrés sur l'humain, la prise en compte des facteurs comportementaux, dans leurs composantes perceptuelles et cognitives, est cruciale. Ces questions au cœur des sciences du numérique concernent aussi les sciences humaines et sociales ainsi que les sciences du vivant.

L'objectif à cinq ans porte sur le développement de nouvelles approches intégrant plus étroitement les interactions de systèmes autonomes avec l'humain, allant de l'interaction physique ou cognitive et la co-décision partagée, jusqu'à la prise en compte de facteurs comportementaux.

4. Un monde numérique sûr

La transformation numérique en cours dans la société s'accompagne d'une attente très forte en termes de maîtrise des risques, qu'il s'agisse de lutter contre les activités malveillantes ou de se protéger contre les défauts de conception et de fonctionnement. La cybersécurité, domaine de recherche important, en particulier en lien avec les services de l'État, doit faire face à une évolution constante des menaces, des technologies et des enjeux. Il faut notamment garantir le bon fonctionnement des protocoles (vote, crypto-monnaies, communication, etc.) tout en prévenant les comportements malveillants. Il faut également continuer à produire des logiciels critiques plus sûrs en développant des langages de programmation dédiés. Enfin, face à l'accumulation et à l'exploitation généralisée de grandes masses de données, la protection des données personnelles ainsi que la transparence des traitements sont des enjeux majeurs pour préserver la confiance de la société dans le numérique.

L'objectif à cinq ans est de progresser sensiblement dans le développement des outils pour la sécurité des applications à fort enjeu sociétal (paiement sécurisé, vote, données médicales, communication...).



Détail du robot humanoïde iCub. Ce robot anthropomorphe de 104 cm a été conçu comme une plateforme matérielle et logicielle ouverte dans le cadre du projet européen RobotCub.

© Benoît RAJAU/ISIR/CNRS Photothèque

1.4 PLANÈTE ET UNIVERS

1. Observer l'Univers

L'Univers, dans son ensemble, est un terrain d'investigations scientifiques, depuis la Terre jusqu'aux premiers instants du Cosmos, dans une approche très interdisciplinaire s'appuyant sur un triptyque observation-modélisation-simulation renforcé par théorie et physique de laboratoire. Les observations exploitent tous les messagers possibles – ondes électromagnétiques et gravitationnelles, particules – conduites par des missions spatiales et dans les meilleures TGI au monde. Leur grande productivité fait de l'astronomie un producteur majeur de données de recherche et nécessite les meilleurs outils et algorithmes pour leur analyse. Les grandes questions du domaine, aux répercussions philosophiques pour l'humanité, vont des origines du Cosmos à celles de la vie et à son existence ailleurs dans l'Univers.

L'ambition à cinq ans est d'exploiter la richesse de l'astronomie multi-messager et notamment de développer la très haute résolution angulaire pour voir l'Univers avec une netteté sans précédent.

2. Découvrir la nature de la matière noire et de l'énergie noire

La matière « ordinaire » ne constitue aujourd'hui qu'environ 15 % de la masse présente dans l'Univers. La matière dite « non baryonique » est qualifiée de noire parce qu'elle n'interagit que peu ou pas du tout avec la matière ordinaire. Les efforts expérimentaux engagés depuis plusieurs décennies pour mettre en évidence cette nouvelle matière n'ont pas encore abouti, mais la fenêtre des possibles a été fortement réduite et la découverte est proche. La mise en exploitation prochaine (entre 2020 et 2022) de trois projets majeurs de sondage systématique de l'espace lointain, au sol (DESI et LSST) et dans l'espace (EUCLID) promet des avancées significatives dans la compréhension de l'énergie noire, présumée responsable de la récente accélération de l'expansion de l'Univers et qui « pèse » aujourd'hui 70 % de son contenu en énergie.



Coupole Gentilly de nuit abritant le télescope T1m exclusivement dédié à la station de planétologie des Pyrénées de l'Observatoire du pic du Midi.

© Hubert RAGUET / Département de Physique de l'ENS / Observatoire de Paris / Observatoire Midi-Pyrénées / CNRS Photothèque

Avec l'analyse des premières données des projets LSST, DESI et EUCLID, l'objectif à cinq ans est de repousser les limites de détection, voire de découvrir la nature de la matière noire et de l'énergie noire.

3. Comprendre les dynamiques des enveloppes fluides de la Terre

Pour assurer le développement de nos sociétés, les processus dynamiques et biogéochimiques dans l'océan, l'hydrosphère continentale, la cryosphère et l'atmosphère doivent être connus sur une vaste gamme d'échelles spatiales et temporelles. Il s'agit de comprendre la dispersion d'éléments géochimiques et de polluants dans l'océan via des tourbillons de quelques kilomètres seulement, décrire les mécanismes des phénomènes météorologiques extrêmes qui se développent sur des distances inférieures à 100 km, intégrer la dynamique des glaciers et la formation des ressources en sols et en eau pour en assurer la pérennité. Tous ces défis, et plus particulièrement ceux relevant de l'atténuation et l'adaptation aux changements globaux, seront relevés avec succès si on sait y intégrer le rôle des

organismes vivants, en approchant les écosystèmes de façon globale en s'appuyant sur les calculs exascale et l'IA pour dépasser la complexité de leurs formulations.

Avec l'amélioration de la résolution des modèles, leur réalisme permettra d'ici cinq ans des projections plus sûres du climat futur, jusqu'à l'échelle des territoires à laquelle les impacts seront ressentis par chacun.

4. Formation des planètes, apparition de la vie

Comment une planète se forme-t-elle jusqu'à devenir habitable, et quels signes de vie devons-nous rechercher sur les exoplanètes ? L'analyse de la matière extra-terrestre livrera des informations uniques sur les premiers millions d'années du Système solaire, à rapprocher des observations des étoiles jeunes et des disques d'accrétion, des exoplanètes et des simulations. L'expérimentation à très hautes pression et température livrera une cartographie chimique et physique 3D de l'intérieur de la Terre et des planètes pour comprendre la convection primitive, la tectonique des plaques, et préciser l'origine des champs ma-

gnétiques. L'étude des origines de la vie exigera de coupler les (R)évolutions du vivant, la biosphère microbienne profonde et les interactions vivant-minéral, l'impact du vivant sur les cycles biogéochimiques et la taphonomie. Ces thématiques façonnent une véritable discipline d'interface qui vise in fine à évaluer l'impact et les rétroactions des événements géologiques sur la biosphère.

Comprendre l'origine de la vie et le rôle de la formation et de la dynamique des planètes dans son apparition et son explosion est le principal défi des cinq prochaines années.

5. Cycle des ressources pour des sociétés durables

Notre modèle sociétal actuel surexploite les ressources critiques et impose une nécessaire transition vers une économie prenant en compte leur finitude. Il faut pour cela un modèle cohérent basé sur de solides fondements scientifiques, comme le rappelle en préambule le « Plan ressources pour la France 2018 » élaboré dans le cadre de la feuille de route « économie circulaire » liée à la loi de transition énergétique pour la croissance verte. Les dispositifs de recherche, d'observation et d'expérimentation, dont certains se développent sur le très long terme, permettront de comprendre les mécanismes de formation des ressources et des usages qu'en font les sociétés. Il s'agira aussi de modéliser les processus et les trajectoires des socio-écosystèmes en réponse aux forçages climatiques et anthropiques.

L'ambition à cinq ans est de fournir à la communauté scientifique un corpus de données de qualité pour une modélisation intégrée des dynamiques des ressources, mais

également un appui étayé aux politiques publiques pour développer des solutions opérationnelles de gestion des ressources.

6. Mathématiques pour l'humain et son interaction avec la planète Terre

Changement climatique, impacts sur les écosystèmes liés aux activités humaines, évolution génétique, développement durable sont autant de défis majeurs que la recherche doit relever dans une approche nécessairement pluridisciplinaire, difficile à mettre en place. Les mathématiques ont un rôle important à tenir dans ces recherches par l'éclairage théorique et/ou numérique qu'elles peuvent apporter à travers la modélisation, l'analyse et la simulation. À travers la mise en place d'une structure nationale mettant l'accent sur les thématiques mathématiques pour l'humain et son interaction avec l'écosystème Terre, il s'agit de favoriser la mise en relation de mathématiciens avec des chercheurs d'autres disciplines et de promouvoir le transfert de connaissances et méthodes.

L'ambition à cinq ans est d'apporter des contributions significatives aux enjeux liés à l'environnement et à l'humain, par le développement de modèles mathématiques intégrant des aspects climatologiques, écologiques, de santé et socio-économiques.

1.5 SOCIÉTÉS

1. Quantification, formalisation, modélisation et simulation

Une des priorités fortes en matière de SHS repose sur le développement en leur sein des approches reposant sur la quantification et la formalisation des données, et sur les méthodes de modélisation et de simulation. La quantification appropriée des phénomènes étudiés, en particulier en économie, mais aussi en sociologie ou en science politique, est ainsi un enjeu majeur. L'attention se tourne actuellement sur les données individuelles, collectées de façon à être utilisables scientifiquement, y compris pour réaliser des expériences contrôlées se rapprochant de celles pratiquées au sein des sciences expérimentales. La formalisation des données et la construction de modèles mathématiques permettent, entre autres, de tester empiriquement la pertinence et la validité des règles régissant une communauté ou une société, et d'en tirer des prédictions

sur leurs comportements qui peuvent être utiles à la décision publique. La mise en place de modèles, par exemple, à l'interface des sciences du climat et des sciences des territoires et de l'économie, ou dans l'analyse des systèmes bioéconomiques durables et leurs aspects territoriaux, est un excellent exemple de ce développement des SHS computationnelles.

L'objectif à cinq ans est d'accentuer dans les recherches en sciences sociales les approches visant à permettre la reproductibilité des analyses reposant sur le traitement statistique des données et l'utilisation de modèles mathématiques.

2. Humanités numériques

Les humanités numériques sont en train de modifier les pratiques de recherche dans toutes les disciplines des SHS bien au-delà du simple accès qu'elles permettent à des corpus numérisés et à des bases des données. Il s'agit, en s'appuyant sur des compétences d'excellence concernant par exemple la reconnaissance automatique des contenus et des structures documentaires, la maîtrise des normes des archives et du texte, la textométrie ou la modélisation 3D, et en étroite interaction avec les sciences informatiques, de développer des méthodes d'analyse novatrices portant sur des données et des métadonnées comme les éditions et reconstitutions numériquement enrichies (philologie numérique, documentation hypertexte et hypermédia, etc.). Il conviendra d'être attentif à la diffusion de la culture et des valeurs spécifiques qui accompagnent les humanités numériques comme la gestion durable et le réemploi des données, la culture de l'*open-access* et les pratiques de *crowdsourcing*. Un effort particulier sera fait pour former les chercheurs SHS aux méthodes numériques, que ce soit par le biais de master class thématiques ou d'ateliers de développement menés en partenariat avec des établissements patrimoniaux.

L'objectif à cinq ans est de favoriser le développement des nouvelles méthodes d'analyses liées aux humanités numériques et de généraliser leur emploi à l'ensemble des SHS. Une structure de type Institut Convergence dans le domaine des humanités numériques sera créée, centrée sur le Campus Condorcet et servant de tête de réseau à l'échelle nationale et internationale.

3. Santé et sciences humaines et sociales

La santé est une notion multifacette : finalité poursuivie par les êtres humains ; état vécu ; objet de science ; objet d'action politique. Les SHS l'abordent sous des angles complémentaires aux autres disciplines : les pratiques de santé et de soins ; la pensée médicale ; les professions et institutions de santé ; les mouvements de patients et mobilisations populaires sur des enjeux de santé ; l'économie de la santé ; les valeurs et enjeux éthiques et juridiques relatifs aux décisions de santé ; les modèles épistémologiques des savoirs relatifs à la santé. Une telle recherche répond aussi à un objectif de dissémination auprès de la société civile, des professionnels de santé et des instances publiques de décision, dans un contexte où les enjeux de littératie et de démocratie sont majeurs.

L'objectif à cinq ans est de créer une structure de type Institut Convergence sur les sciences humaines et sociales de la santé, centrée sur le Campus Condorcet et servant de tête de réseau à l'échelle nationale et internationale.

4. Études aréales

La France fait partie des rares nations dont les chercheurs et les chercheuses sont capables de faire progresser les connaissances mondiales situées sur l'Afrique, l'Asie, l'Amérique, le Pacifique ou l'Europe. Les recherches associent pour cela la familiarité avec un terrain d'étude, l'acquisition des langues de ce terrain et la maîtrise au meilleur niveau international d'une ou de plusieurs disciplines des SHS.

Il s'agit de développer le réseau SHS des unités à l'étranger du CNRS, de favoriser l'installation de partenaires étrangers en France et de développer l'approche aréale de l'Europe. Les spécialistes des aires développent, enfin, une expertise qui répond aux besoins nouveaux du public et de l'État.

L'objectif à cinq ans est d'approfondir notre compréhension de la manière dont les « connaissances mondiales » peuvent être mises au service d'une compréhension des sociétés dites « multiculturelles » et des grandes transitions du monde contemporain, en particulier environnementales.

5. Comportements

Ces recherches visent à mettre à jour les déterminants et les mécanismes des comportements individuels et collectifs. Il convient d'intégrer les apports des SHS, des sciences cognitives et du numérique en vue de construire une contribution d'ensemble fondée sur des données empiriques et expérimentales solides. Ce domaine interdisciplinaire est riche de potentiel applicatif : santé (comportements alimentaires, addictions), sécurité (comportements de foule, passage à l'acte), transition climatique (consommation d'énergie et de ressources), économie (comportements en matière de dépense et d'épargne), vie sociale (décision collective, coopération), etc.

L'objectif à cinq ans est d'intégrer l'apport des sciences du comportement dans l'approche interdisciplinaire des défis sociétaux, notamment ceux présentés dans la section 2, avec un souci particulier d'interaction entre science et décision publique.

6. Genre

La question des constructions « genrées » et des rapports de sexe concerne l'ensemble des pratiques sociales et symboliques, publiques et privées, collectives et individuelles. Les enjeux politiques et sociaux qui sont liés à cette question, et qui engagent notamment le problème de la parité et de l'égalité professionnelle, continuent à nécessiter une recherche forte et structurée. Éthique, anthropologie, sciences politiques ou encore sciences de l'éducation seront particulièrement convoquées mais les problématiques scientifiques du genre touchent et transforment toutes les sciences humaines et sociales. Au-delà de la question du pouvoir et des inégalités, les approches de genre interrogent nos comportements individuels et collectifs, nos modes de vie et notre rapport culturel et technologique à la nature au sens le plus large. Au-delà des SHS, elles mobilisent ou intéressent des champs de recherche aussi variés que la génétique, l'écologie ou l'intelligence artificielle. Le CNRS, qui a soutenu l'émergence des études de genre en France, entend accompagner à présent les dernières phases de la consolidation de ce champ, en articulation étroite avec les universités.

L'ambition à cinq ans est d'apporter une contribution substantielle à l'évaluation ex-ante et ex-post des politiques publiques dans ce domaine.

1.6 VIVANT

1. Connaissance des génomes, innovation génétique, épigénétique et environnement

L'accès au séquençage de génomes entiers a généré une science qui n'existait pas il y a 30 ans : la génomique, qui couvre l'étude de la totalité de l'ADN, de la séquence à la structure tridimensionnelle, et de son expression (au niveau d'une cellule, d'un individu ou d'une espèce). En outre, on découvre que pratiquement tout l'ADN non codant est bien transcrit en ARN, et cet ARN non codant apparaît maintenant comme un des acteurs clés de la régulation de l'expression des génomes dans la totalité du vivant. Comprendre la participation des composantes non génétiques à l'héritabilité des traits phénotypiques et au processus d'adaptation, constitue un autre enjeu majeur. Cette héritabilité non génétique joue un rôle important dans des processus biologiques extrêmement divers et dont les conséquences (développementales, phénotypiques, écologiques ou évolutives) sont également très variées. Cette information non génétique, en particulier l'information

épigénétique, prend en compte les histoires individuelles passées pour comprendre le présent et anticiper le futur ; elle nous confronte à des enjeux sociétaux, en termes environnementaux, de médecine personnalisée, de santé publique et écosystémique, et d'impacts socio-économiques ; elle plaide enfin pour une approche résolument intégrative et interdisciplinaire de ce domaine de recherche en pleine émergence.

L'objectif à cinq ans est de cartographier l'organisation en 4D du génome d'espèces modèles et les marques épigénétiques liées à l'environnement pour initier un modèle prédictif d'expression des gènes chez l'humain.

2. Vers une vision multi-échelle du fonctionnement des êtres vivants

Le vivant occupe de multiples échelles spatiales, du mètre au nanomètre, via des édifices tridimensionnels : entités macroscopiques vivantes (animaux, plantes, etc.), organes,



Un visiteur analyse le tableau « Famille de paysans » de Louis Le Nain (vers 1642) au musée du Louvre-Lens avec l'application Ikonikat (Ikonik Analysis Toolkit, boîte à outils d'analyse iconique).

© Claire-Lise HAVET/Musée du Louvre-Lens/IKONIKAT/CNRS Photothèque

cellules, compartiments intracellulaires, messagers entre compartiment ou cellules, complexes macro-moléculaires, etc. Intégrer ces échelles pour obtenir ainsi des modèles mécanistiques des fonctions biologiques et physiologiques allant de molécules à l'organisme et son comportement constitue un défi ambitieux. Le développement rapide des outils d'analyse, de modélisation, de conception et de synthèse des molécules du vivant ou de leurs assemblages, les analyses « omiques » et d'imagerie sur cellule unique, les approches d'apprentissage automatique et d'intelligence artificielle et les méthodes analytiques via les grands équipements de spectroscopie ou de microscopie contribueront à cette analyse multi-échelle. Ces avancées seront à la source de solutions innovantes pour le diagnostic précoce et le traitement personnalisé des maladies.

L'objectif à cinq ans est de modéliser le vivant dans des espèces modèles et d'intégrer les impacts des changements moléculaires ou subcellulaires dans le comportement des cellules et des tissus normaux ou pathologiques.

3. Explorer la diversité du vivant

Virus, bactéries, archées et autres unicellulaires eucaryotes représentent 90 % des espèces vivantes, mais nous n'en connaissons que 5 %. Leur étude aura des conséquences profondes en biologie. De nouvelles technologies et nouvelles approches permettent désormais l'accès à ces vastes écosystèmes dont personne ne soupçonnait ni l'existence, ni la diversité, ni l'originalité du fonctionnement. Leur exploration n'en est qu'à ses débuts avec trois grands types de découvertes : (a) les extrémophiles ; (b) des branches méconnues du vivant : découverte des archées puis découverte des virus géants par leur taille et par leur génome ; (c) l'immensité du monde microbien : découverte d'un nombre important et insoupçonné d'espèces microbiennes. Finalement, de nombreux eucaryotes ne sont pas encore connus et leur étude apportera des informations sur l'évolution du vivant et de nombreux nouveaux mécanismes du vivant. Il reste aussi à comprendre les interactions microbiennes dans l'environnement et établir les bases moléculaires des symbioses. Ceci peut aider à appréhender des transitions évolutives majeures comme l'origine de la cellule eucaryote.

L'objectif à cinq ans est d'atteindre une description plus complète des formes vivantes : par exemple, répertorier et décrire au moins 40 % des espèces virales, procaryotes et eucaryotes, présentes dans les océans.

4. Cerveau humain et fonctions cognitives

L'objectif est de répondre à la question du fonctionnement du cerveau et de l'émergence de la conscience de soi, qui permet à l'individu d'appréhender sa propre existence en relation avec son environnement. Il s'agit de comprendre comment fonctionne cet organe, mais aussi, ce qui est beaucoup plus compliqué, de cerner la manière dont la

conscience émerge de ce fonctionnement : comment les réseaux de neurones peuvent-ils conduire à des projections mentales immatérielles ? Quel est le code neural, inconnu aujourd'hui, qui permet à la biologie moléculaire et cellulaire du cerveau de générer des fonctions très spécifiques non seulement au cerveau (mémoire, reconnaissance des objets, etc.), mais aussi à l'individu dans sa dimension sociale (conscience du corps et de soi, pensée, langage, symboles, relations avec autrui, etc.) ?

L'objectif à cinq ans est d'apporter des contributions significatives à la compréhension de la construction du cerveau, de son fonctionnement et de son rôle dans l'établissement de comportements élaborés, des systèmes modèles jusqu'à l'être humain.

5. Écologie de la santé

Le monde fait actuellement face à des perturbations d'une échelle et d'une vitesse sans précédent dont l'une des conséquences est l'émergence ou la ré-émergence de pathogènes et l'intensification des maladies vectorielles. C'est pourquoi l'étude des liens étroits et complexes qui existent entre l'environnement, les écosystèmes et les agents étiologiques responsables de maladies dans les populations humaines, animales et végétales, est un domaine de recherche qui s'impose. Les sociétés modernes ont construit des niches écologiques dans lesquelles s'est généralisé un mode de vie sédentaire associé à des apports alimentaires inadaptés. Alors que la durée de vie a augmenté et que le confort de vie s'est amélioré, cela a créé un décalage entre l'histoire évolutive de l'être humain et son environnement. Au-delà de l'articulation nécessaire entre les sciences de l'écologie, de l'environnement et de l'évolution, la médecine humaine et animale, et les sciences agronomiques, pousser au plus loin les avantages intégratifs attendus du concept « One Health » appelle aussi à une nouvelle interface avec les sciences humaines, sociales et juridiques.

L'ambition à cinq ans consiste à faire tomber les barrières intersectorielles pour l'application du concept « One Health ».

6. Autonomie et hétéronomie de l'être vivant

Il apparaît de plus en plus clairement que l'autonomie de l'être vivant ne peut se faire que sur fond d'une hétéronomie, comprise comme une interaction symbiotique très utile, voire obligatoire, avec un ou plusieurs autres êtres vivants. Les études sur le microbiote montrent que des micro-organismes peuvent jouer un rôle important dans la physiologie de l'hôte. Où se situe alors le soi ? Au sein même des cellules de même patrimoine génétique d'un individu, la frontière entre soi et non-soi est souvent franchie. Ces notions récentes qui bouleversent notre conception du soi et du non-soi ont ouvert de nouvelles voies de recherche, tant sur le plan du dialogue perpétuel mené entre nos frontières biologiques et les systèmes biologiques qui

les surveillent, notamment le système immunitaire, que sur les façons dont se co-construisent les organismes et dont ils co-évoluent : la symbiose et les transferts horizontaux de matériel génétique apparaissent comme un puissant moteur de l'évolution.

Les objectifs à cinq ans sont de comprendre l'influence du microbiote et comment l'homéostasie d'un système complexe d'interactions entre l'individu et son microbiote est régulée.

7. Les mathématiques pour les sciences du vivant et la médecine

La modélisation en sciences du vivant est en plein essor et beaucoup de domaines des mathématiques sont concernés. Les plus visibles actuellement sont la statistique avec des données de plus en plus conséquentes, les probabilités, les systèmes dynamiques, les équations différentielles et aux dérivées partielles déterministes ou stochastiques, l'optimisation au sens large, l'imagerie, le traitement du signal, mais aussi le calcul scientifique à haute performance, la géométrie, les mathématiques discrètes, le contrôle optimal, etc. Cela concerne de nombreux domaines des sciences du vivant comme les traitements médicaux, l'agriculture, la génétique et l'épidémiologie.

L'ambition à cinq ans est d'apporter des contributions significatives à la modélisation en sciences du vivant par le développement de modèles mathématiques, en favorisant les interactions entre les mathématiciens et les spécialistes des sciences du vivant.

8. Dynamiques écologiques et mobilités

La caractérisation et la compréhension des processus socio-écologiques liés à la mobilité des êtres vivants (végétal, animal), active ou passive, passée, présente ou future, y compris à des échelles temporelles longues (plurimillénaires) constituent un champ d'études en plein essor. L'objectif est de mieux comprendre les dynamiques des processus dans leurs globalités, leurs origines, leurs conséquences sur les recompositions des communautés et des écosystèmes et leurs continuités dans le temps et l'espace, qu'ils soient terrestres ou marins. Il s'agit de mener des études rétrospectives pour comprendre la mobilité géographique des populations en contexte de changements globaux, de recourir à l'expérimentation, et d'intégrer les conséquences écologiques, sanitaires et socio-économiques.

L'ambition à cinq ans est de modéliser, anticiper et caractériser les processus invasifs, afin d'aboutir à une meilleure compréhension des dynamiques écologiques et évolutives des populations exogènes.

9. Adaptation

L'adaptation est un des processus centraux de l'évolution biologique. Les grands enjeux et débats de l'étude de l'adaptation restent encore aujourd'hui conceptuels, et bien des questions parfois anciennes et simples dans leur énoncé s'avèrent complexes dans leur résolution. Elles tournent dans la plupart des cas autour de la relation génotype-phénotype. Les questions se posent aussi dans tous les domaines du vivant, actuels et à travers leur histoire. Cela inclut les nombreuses interrogations posées dans le champ de l'anthropologie biologique : adaptation des sociétés aux changements environnementaux passés et présents, conséquences des crises épidémiologiques, adaptation culturelle et physiologique, etc. Ces recherches nourriront la réflexion sur les questions et attentes sociétales, et souligneront l'apport des sciences de l'évolution, dans leur dimension prédictive, et les domaines de la santé et de l'environnement.

L'ambition à cinq ans est de mieux comprendre l'adaptation des organismes aux changements environnementaux.



Détail d'une coupe anatomique d'une branche de Cacao rivière, *Pachira aquatica*, prélevée sur les bords du fleuve Kourou, en Guyane.

© Bruno CLAIR / ECOFOG / CNRS Photothèque



2 | INTERDISCIPLINARITÉ ET ACTIONS TRANSVERSES

Statuette de chien du trésor des bronzes de Bavay, analysée à l'aide du système AGLAÉ (Accélérateur Grand Louvre d'Analyses Élémentaires), situé dans les sous-sols du Palais du Louvre, à Paris. © Christophe HARGOUES / C2RMF / AGLAE / CNRS Photothèque

L'interdisciplinarité est très souvent fructueuse pour mieux comprendre les objets qu'étudie la science, et elle est nécessaire dès que l'on veut aborder des questions sociales ou industrielles. Elle est **une des forces du CNRS qui doit être néanmoins consolidée**. Elle est présente à tous les niveaux : au niveau des plans nationaux et des Programmes Prioritaires de Recherche (PPR) dont l'État confie le pilotage au CNRS pour l'ensemble de la communauté scientifique nationale, au sein et entre les instituts, et au sein de grands laboratoires interdisciplinaires.

Le CNRS doit faire encore mieux, en renforçant sa politique scientifique interdisciplinaire à tous les niveaux entre les instituts et en leur sein, via notamment un pilotage de sujets transversaux comme la mission « Pôles », la cellule « Énergie », les task forces ODD et Océans, le programme NEEDS, certains réseaux métiers... **Des actions transverses sur des sujets de société seront encouragées** en initiant davantage de liens avec les écosystèmes socio-économiques sur les territoires et de partenariats avec d'autres acteurs, et en valorisant l'apport des SHS.

Le changement de nom récent de la MI (Mission pour l'interdisciplinarité) en MITI (Mission pour les initiatives transverses et interdisciplinaires) correspond à la volonté d'élargir son champ d'action à des programmes appelant des réponses pluridisciplinaires : programme « *Make our planet great again* » (MOPGA), PPR-Sport, Notre-Dame etc...

Le développement de l'interdisciplinarité est abordé ci-dessous, d'abord par les actions de soutien à l'interdisciplinarité, puis par l'implication dans des actions transverses et finalement en présentant les six grands défis de société que le CNRS identifie comme des priorités de ce COP.

2.1 ACTIONS DE SOUTIEN À L'INTERDISCIPLINARITÉ

Le développement de l'interdisciplinarité passe notamment par **le recrutement de chercheurs et chercheuses permanents en soutien de projets pluridisciplinaires** inter-instituts. Cette ambition concerne les postes mis au concours dans les commissions interdisciplinaires, les postes relevant d'un institut et mis au concours dans une section disciplinaire dépendant d'un autre institut et les lauréats au concours CR sélectionnés par une section dépendant d'un institut et affectés dans un laboratoire dépendant d'un autre institut.

Le CNRS a lancé en 2019 le programme PRIME (Projets de Recherche Interdisciplinaires Multi-Équipes). Les 80 projets sélectionnés, dans une démarche top-down sous la responsabilité des directions d'instituts et du comité de direction, ont pu bénéficier d'un financement pour un doctorant. Le CNRS souhaite **pérenniser ce programme PRIME** qui permet de mettre l'accent sur des projets innovants et à risques. Il a l'ambition de le renforcer avec l'objectif de financer une centaine de tels projets chaque année.

L'institut Convergence Migrations récemment créé a rencontré un succès indéniable, qui encourage à **créer**, en relation avec les universités et en lien avec le MESRI, **d'autres lieux d'interfaces entre les SHS et les autres sciences**. L'interface SHS/Santé autour de la notion de santé humaine ou santé globale est un excellent candidat, de même que le champ des humanités numériques. Le thème des inégalités éducatives, un des six grands défis sociétaux identifiés dans la section 2.3 ci-dessous, est une autre illustration de cette implication du CNRS dans les actions pluridisciplinaires intégrant les SHS.

L'interdisciplinarité passe aussi par le rattachement de laboratoires à plusieurs instituts. Aujourd'hui, 1 % des unités dont le CNRS est tutelle ont deux instituts principaux. Plus de 40 % des laboratoires ont au moins un institut secondaire, ce qui est sans doute trop et ne correspond pas toujours à une vraie réalité scientifique : la plupart de ces laboratoires regrettent un investissement et une attention trop faibles des instituts secondaires. Le CNRS se propose de limiter le recours à ce rattachement secondaire aux **laboratoires dont le spectre scientifique recouvre significativement les champs disciplinaires de plusieurs instituts**, en renforçant le co-pilotage des divers instituts concernés. Il convient à cet effet de mieux impliquer les directeurs adjoints scientifiques (DAS) des instituts secondaires dans le suivi de l'activité des laboratoires.

ACTION 2

Renforcer le co-pilotage des laboratoires qui relèvent de plusieurs instituts.

OBJECTIF 1

Créer une ou deux structures de type Institut Convergence aux interfaces entre les SHS et les autres sciences.

INDICATEUR 2 : Pourcentage des recrutements annuels de chercheurs et chercheuses permanents en soutien de projets pluridisciplinaires inter-instituts (valeur-cible : 20 % chaque année).

INDICATEUR 3 : Nombre de projets financés chaque année dans le cadre du programme PRIME.

2.2 ACTIONS TRANSVERSES

Le CNRS souhaite, en lien avec ses partenaires académiques, organiser au niveau national la rencontre de communautés scientifiques au sein de domaines constitués, avec l'objectif de maintenir la recherche française au meilleur niveau international, mais aussi entre des disciplines a priori parfois éloignées afin de contribuer à apporter des réponses aux grands enjeux posés à la planète et à l'humanité.

Il renforcera sa capacité à conduire, ou à contribuer à de grands projets transverses, impliquant des compétences présentes dans des laboratoires rattachés à plusieurs instituts. Parmi ces grandes questions transverses, le CNRS ambitionne en particulier de **contribuer, avec ses partenaires, à l'agenda 2030 des Nations unies par la réalisation des objectifs de développement durable** qui visent à transformer nos sociétés pour les rendre plus justes, paisibles et frugales dans le respect de notre planète.

Couvrant tous les domaines scientifiques, les recherches des unités dont le CNRS est tutelle doivent permettre de traiter les enjeux propres à chacun des objectifs du développement durable et les enjeux situés à l'intersection de plusieurs objectifs : climat-océan-eau-santé ; eau-énergie-

alimentation-biodiversité-éducation. Le CNRS s'implique aussi dans des initiatives nationales et internationales pour relever les défis du développement durable : membre de l'Observatoire national sur le changement climatique, de la Fondation pour la recherche sur la biodiversité, il accueille le *Global Hub de Future Earth* ou encore le pôle européen du *Urban Climate Change Research Network*. Il continuera à se mobiliser, en lien avec ses partenaires académiques, pour valoriser l'expertise des personnels des laboratoires français dans les panels des Nations unies pour le climat et la biodiversité (GIEC, IPBES).

ACTION 3

Maintenir un nombre important d'appels co-portés avec les autres organismes de recherche et d'autres partenaires, en particulier des grands groupes industriels.

ACTION 4

Renforcer la capacité d'intervention rapide de la MITI en termes de pilotage et de financement sur des questions sociétales transverses (de type Grand débat, Notre-Dame...).



Ingénieur du laboratoire SCALab, testant le système oculométrique (« eye-tracking ») Pupil Labs devant l'œuvre de Mathieu Le Nain « Le reniement de Saint Pierre » (vers 1655).

© Claire-Lise HAVET/Musée du Louvre-Lens/IKONIKAT/CNRS Photothèque

Par ailleurs, la MITI aborde aujourd'hui les grandes questions transverses par l'intermédiaire des « Défis » (13 appels à projets en 2019) qui ciblent des thématiques émergentes (biomimétisme, plastiques en milieu aquatique, origines de la vie, modélisation du vivant, etc.). Ces projets peuvent impliquer des équipes d'autres EPST ou EPIC, universités ou écoles. En 2019 trois appels à projet (Défis) ont été mis en place et co-portés par un autre EPST : l'INRA sur les mutations alimentaires, l'IRD autour des risques naturels et

l'INSERM sur la santé numérique. Au total 50 projets ont été financés impliquant au moins une équipe de chaque organisme. La MITI assure la gestion et l'animation (conjointement avec les partenaires allemands) du PPR MOPGA pour l'ensemble des établissements français de recherche. Elle va assurer le pilotage scientifique du PPR « Sport de très haute performance » porté par le ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation et le ministère des Sports.

2.3 SIX GRANDS DÉFIS SOCIÉTAUX

Le CNRS a identifié six grands défis sociétaux pour lesquels il a l'ambition d'**apporter** en lien avec ses partenaires **une contribution substantielle dans les prochaines années**, via une mobilisation coordonnée des dix instituts.

1. Changement climatique
2. Inégalités éducatives
3. Intelligence artificielle
4. Santé et environnement
5. Territoires du futur
6. Transition énergétique

Ces six défis ne couvrent pas l'ensemble des recherches menées dans les laboratoires et ne se substituent pas au processus « bottom-up » qui reste un moteur essentiel d'émergence des connaissances. Ils constituent des priorités de ce COP, auxquelles le CNRS consacrera une part importante des moyens humains et financiers disponibles.

ACTION 5

Lancer des appels à projets de la MITI sur des thématiques directement reliées à ces grands défis à un rythme minimal d'un appel tous les deux ans pour chacun des six défis.

ACTION 6

Pour chacun des défis sociétaux, établir en 2021 et 2023 une synthèse bi-annuelle des contributions des unités dont le CNRS est tutelle.

INDICATEUR 4

Pourcentage de recrutements de chercheurs et chercheuses permanents sur des thématiques directement reliées aux grands défis sociétaux. (valeur-cible : + 10 % chaque année)

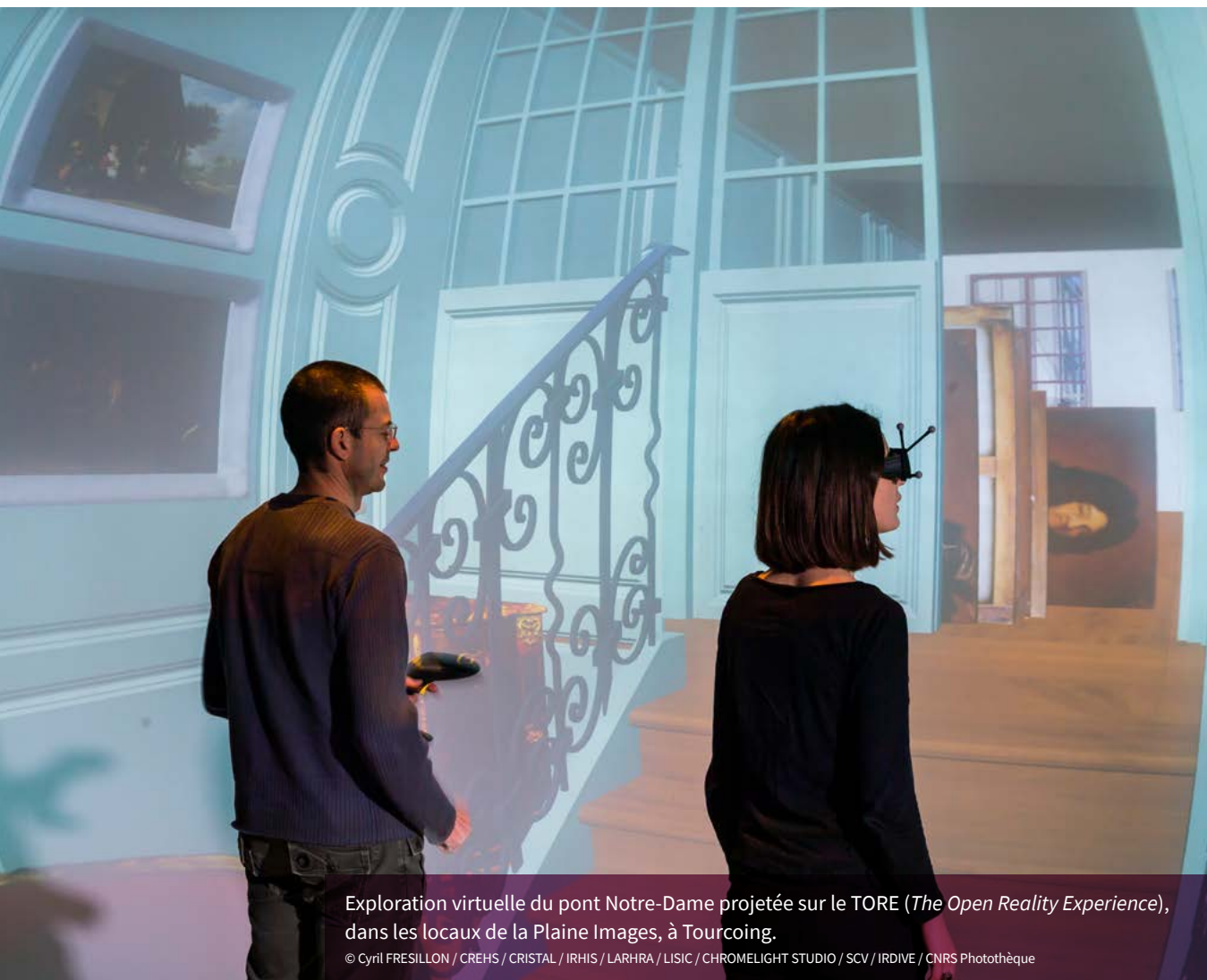
1. Changement climatique

Limiter l'impact des sociétés humaines sur le changement climatique, lutter contre le réchauffement climatique, atténuer ses effets et s'y adapter requièrent une excellente compréhension de la « machine climatique », mais aussi une évaluation précise et holistique des différents impacts

climatiques et des incertitudes associées. Les principaux verrous relèvent d'une part de l'observation et l'acquisition de données et d'autre part de la conceptualisation et la modélisation à partir de données naturelles ou *in silico*. Un effort particulier sera fait pour associer la mise en place des services d'observation et de modélisation et leur déclinaison opérationnelle (services climatiques) avec le défi du « quasi » temps réel, mais aussi la question de l'utilisation de volumes gigantesques de données hétérogènes, nécessitant de nouvelles architectures de calcul au plus près des sources de données, et une nouvelle organisation des moyens de calcul, d'analyse et de stockage. Le passage des modèles aux petites échelles plus adaptées à l'étude des impacts du changement climatique sur les territoires est un défi à relever. Ces développements devront s'appuyer sur de nouvelles plateformes d'échange dédiées dans une approche intégrée et facilitant le rapprochement entre fournisseurs de données et de méthodes et utilisateurs finaux très divers (scientifiques, professionnels, politiques publiques, etc.).

Ces approches doivent être mises en œuvre dans une dynamique résolument systémique et donc transdisciplinaire, allant des sciences du climat à l'écologie et aux sciences sociales et politiques. Il est indispensable de rapprocher les scénarios globaux de changement climatique et les systèmes économiques ou sociologiques d'intérêt spécifique naturellement vulnérables au changement climatique et à ses conséquences. Un découplage scientifique opérationnel des communautés est essentiel : Temps courts/ Temps longs, Observation et Expérimentation/Modélisation, Biodiversité/Sciences du climat/Sciences humaines et sociales... Seule une meilleure structuration de la communauté, réunissant les ressources interdisciplinaires essentielles sur ces enjeux scientifiques et sociétaux, permettra de proposer une nouvelle vision des nécessaires trajectoires climato-géo-socio-écologiques et des conditions pour leur mise en œuvre et leur acceptation.

Contrôler et réduire l'impact du changement climatique, c'est aller de l'avant avec la proposition de trajectoires combinant atténuation et adaptation, en prenant en compte le développement de solutions réellement opérationnelles pour instaurer les transitions nécessaires notamment



Exploration virtuelle du pont Notre-Dame projetée sur le TORE (*The Open Reality Experience*), dans les locaux de la Plaine Images, à Tourcoing.

© Cyril FRESILLON / CREHS / CRISTAL / IRHIS / LARHRA / LISIC / CHROMELIGHT STUDIO / SCV / IRDIVE / CNRS Photothèque

écologiques, sociales, énergétiques, agro-écologiques, etc. La production efficace d'énergies totalement décarbonées et leur stockage, la création de réseaux de distribution intelligents ou le développement de solutions éco-responsables pour des usages à forte empreinte carbone sont des pistes importantes (voir aussi le défi « transition énergétique » ci-après). Les travaux menés doivent poser clairement la question des transitions, de leur articulation et de leur accompagnement, tant d'un point de vue conceptuel qu'opérationnel (innovation). Les crises récentes montrent que l'acceptabilité sociale, financière et politique des solutions doit être un chantier prioritaire des recherches en même temps que l'évaluation des politiques publiques. Il s'agit en effet d'instrumenter des transformations pouvant aller jusqu'à des scénarios de rupture et de les considérer avec une approche globale.

Au-delà de la compréhension scientifique de la dynamique des socio-écosystèmes et du système Terre, ces questions scientifiques sont indissociables des grands enjeux sociétaux, en particulier ceux guidés par les Objectifs de développement durable, qui nécessitent l'intégration et la gestion de la composante politico-socio-économique de l'atténuation du changement climatique et de l'adaptation.

2. Inégalités éducatives

L'égalité des chances, que promeuvent les sociétés démocratiques, est profondément liée aux questions éducatives. Les inégalités éducatives peuvent être de natures diverses : inégalités dans l'accès à l'éducation, sur l'ensemble du territoire national, à tous les âges de la vie et pour toutes les populations, y compris celle en situation de handicap ; difficultés liées à la capacité à apprendre un contenu transmis dans tel ou tel format pédagogique ; difficultés liées à la capacité à exploiter les contenus transmis pour se construire comme individu et membre d'une collectivité. Ces inégalités éducatives ont à leur tour un impact sur le développement de notre pays, et génèrent ou aggravent d'autres formes d'inégalités, économiques, sociales, géographiques, etc. – dont certaines sont examinées par d'autres défis, comme les inégalités face aux changements climatiques ou relatives aux enjeux santé/environnement.

Actuellement, dans le monde académique, l'éducation constitue un objet de recherche abordé de façon privilégiée par quelques communautés, comme les sciences de l'éducation ou les STAPS, peu représentées au CNRS. La recherche scientifique menée dans le cadre de ce défi

apportera une contribution différente, notamment grâce à sa dimension interdisciplinaire. Elle éclairera les mécanismes éducatifs et les processus d'apprentissage, et les politiques publiques, selon trois perspectives principales :

- La connaissance des causes des inégalités éducatives, sur un plan individuel et collectif.
L'histoire et la sociologie de l'éducation permettent d'appréhender les interactions entre le système éducatif et les inégalités de tous ordres, au sein de contextes divers ; l'économie et la science politique développent des méthodes d'évaluation des politiques publiques et des pratiques des enseignants, dont certaines peuvent involontairement entretenir des inégalités éducatives. À l'interface avec les SHS, les découvertes contemporaines sur le cerveau humain mettent en évidence les effets positifs ou négatifs de tel ou tel choix pédagogique sur les apprentissages.

- Le développement d'outils et de méthodes d'apprentissage, du fondamental au translationnel.
Le développement d'outils numériques permet de proposer de nouvelles formes d'apprentissage (plateformes d'apprentissage à distance, jeux sérieux, robots programmables, agents conversationnels, etc.), et de nouvelles approches pour le diagnostic et la remédiation des troubles de l'apprentissage. Pour des questions comme celle de l'apprentissage des langues, spécifique mais de plus en plus importante dans un monde globalisé, la linguistique, en lien avec les sciences cognitives et les sciences sociales, éclaire la nature des compétences multilingues. Dans la mesure où de tels outils, comme n'importe quel outil, peuvent contribuer à aggraver les inégalités plutôt qu'aider à les résorber, la recherche doit inclure un volet d'étude des pratiques afin d'éviter cet écueil.

- Une approche informée et réflexive des enjeux éducatifs contemporains.
Les recherches contemporaines en sciences humaines et sociales sur des formes populaires et/ou alternatives d'éducation, dans l'institution scolaire ou hors d'elle, cartographient les innovations sociales en matière de modèles pédagogiques et analysent la diversité des manières d'apprendre et des contextes socio-culturels. Elles conduisent aussi à interroger les contenus fondamentaux de l'éducation, en vue de doter l'apprenant du regard critique nécessaire et des compétences relationnelles indispensables à la vie humaine, dans un contexte d'interaction accrue humains/machines.

Le CNRS est le seul organisme à réunir, dans les unités de recherche qui lui sont rattachées, la palette complète des recherches nécessaires pour appréhender le phénomène des inégalités éducatives dans toute sa complexité. En ce sens, il peut contribuer à proposer des solutions à un phénomène durable, qui mine les fondements de notre contrat social, et pour lequel il n'y a pas à l'heure actuelle

de solution évidente. La mise en place de ce défi interdisciplinaire permettra en particulier de :

- organiser l'accès de tous les laboratoires aux données (sociales, scolaires, de santé) afin qu'ils puissent développer les approches statistiquement représentatives et proposer des indicateurs innovants de la qualité éducative ;
- développer les approches comparatistes, grâce à son réseau de collaborations scientifiques internationales ;
- favoriser une approche expérimentale et translationnelle de l'éducation, grâce à un réseau – existant déjà en partie – de collaborations avec les rectorats et les filières de formation des enseignants ; l'observation des comportements des acteurs des processus éducatifs permettra, y compris à travers des expériences randomisées, de soutenir des propositions d'actions publiques ;
- favoriser la recherche sur tous les publics et pas seulement sur la population scolarisée ;
- prendre en compte de manière privilégiée les populations en situation de handicap, par exemple en facilitant l'identification tout au long de la scolarisation des indices dénotant de déficits légers, sensoriels (visuels et auditifs) et cognitifs ;
- mettre en lien les recherches sur l'éducation et les recherches sur les innovations technologiques, relevant notamment du domaine de l'IA, ce qui permettrait d'éprouver de nouvelles méthodes d'apprentissage et d'analyse prédictive ; ce domaine est par ailleurs particulièrement propice à l'éclosion de start-up valorisant les recherches effectuées.

3. Intelligence artificielle

Le développement du numérique et les enjeux de l'intelligence artificielle (IA) interrogent la science et la société. La science des données, le développement d'algorithmes d'apprentissage extrêmement efficaces et de plateformes, le déploiement de la robotique et de nouveaux modes d'interaction entre humains ou avec des agents virtuels révolutionnent les savoirs, les comportements humains et les liens sociaux. Cette science nouvelle pose aussi des questions interdisciplinaires autour de l'appropriation des méthodes et outils numériques, de l'intelligibilité et de la responsabilité relative aux décisions prises à l'aide d'algorithmes ou à partir de données, de la reproductibilité des expériences, de l'analyse critique de leurs biais éventuels, de l'interprétation scientifique et des questions éthiques associées. L'IA peut aussi contribuer à relever d'autres grands défis (notamment les défis « changement climatique » et « inégalités éducatives »).

La confrontation méthodique aux faits et aux observations est au cœur de beaucoup de recherches depuis longtemps, mais la science des données donne des outils pour travailler à grande échelle. On peut collecter et structurer des connaissances à partir d'un ensemble de données et à l'aide de modèles probabilistes, logiques, de méthodes

d'apprentissage automatique et d'outils de visualisation. Cette perspective renouvelle les questions relatives à la reproductivité et à la preuve scientifique qui traversent l'ensemble du champ scientifique, de la physique aux sciences du climat, des sciences du vivant aux sciences sociales. On observe aussi des évolutions dans la pratique scientifique : avec le développement des sciences participatives, les citoyens contribuent à la production de connaissances scientifiques ; la culture de la science ouverte, favorisée par le numérique, facilite le partage, l'accessibilité et l'échange des données, logiciels et résultats ; l'exploration à large échelle de la littérature scientifique et son croisement avec des données issues de capteurs, de bases ouvertes, d'expériences, de sciences participatives, etc. permet de formuler des hypothèses nouvelles qui guident la démarche expérimentale ; de nouvelles méthodes d'expérimentation numérique se développent, avec par exemple la simulation ou l'apprentissage par renforcement. Ces processus d'exploration de données sont complexes – ils reposent sur des méthodes avancées d'analyse, sur d'importantes ressources de calcul et sur des systèmes de décision – et souvent interdisciplinaires, mais ce sont de puissants accélérateurs de recherche. Par ailleurs, l'analyse intensive de masses de données conduit les chercheurs et les chercheuses à réfléchir aux nécessaires dispositifs de contrôle en amont et usages qui sont déployés ainsi qu'à l'éthique associée à leur emploi.

Au-delà des sciences, c'est toute la vie de la société, des pratiques les plus individuelles à la vie démocratique, qui se trouve transformée par le numérique. Aucun réseau électrique ou de transport, aucun système de défense ne peut fonctionner, aujourd'hui, sans le concours de l'informatique, du traitement du signal ou des robots. Internet, les services en ligne, l'information multimédia, les smartphones, et demain les objets connectés et les systèmes cyber-physiques constituent le paysage de ce qui est désormais appelé la société numérique. Cette numérisation s'accompagne de mutations sociales qui conduisent à la transformation ou à l'émergence de nombreux métiers, au développement du travail à distance, à la e-santé, à la mobilisation citoyenne via les réseaux sociaux, au débat et à la communication politiques via la blogosphère. L'appropriation, l'analyse et la monétisation des données privées par des grands acteurs du numérique posent des questions de contrôle et d'éthique. Ceci suscite de nombreux questionnements sur les nouveaux modèles de consommation, la protection de la vie privée, la sécurité, la démocratie, les phénomènes d'influence, etc. Autant de questions sociales qui doivent être reformulées sous la forme de questions de recherche et que la conjonction des modèles numériques et des sciences sociales a vocation à éclairer. L'engagement du CNRS – qui est déjà impliqué dans le plan national IA, aux côtés d'Inria et de nombreux acteurs – s'articulera principalement autour de quatre axes :

- favoriser une recherche au meilleur niveau international, sur les fondements de l'intelligence artificielle et des

- sciences du numérique au sens large en favorisant les recherches sur une intelligence artificielle responsable et sûre et plus sobre du point de vue énergétique ;
- intensifier les recherches interdisciplinaires sur l'impact de l'IA et du numérique, en s'appuyant sur la dimension pluridisciplinaire du CNRS ;
- faciliter la porosité entre le monde des humanités numériques et celui de l'intelligence artificielle, et impliquer des chercheurs et chercheuses du domaine des SHS dans les instances et institutions de régulation du numérique et de l'IA ;
- valoriser les résultats de recherches menées en lien avec des entreprises, intensifier les relations bilatérales entre instituts pour mettre l'IA et la science des données au service de ses grands secteurs scientifiques et initier des chantiers interdisciplinaires autour de questions sociétales (la sécurité, le transport, etc.) de manière à mesurer, accompagner et maîtriser le mieux possible leur transformation par le numérique.

4. Santé et environnement

La mondialisation met en évidence la globalisation des risques sanitaires ainsi que l'importance des interactions entre les écosystèmes et les êtres humains dans l'évolution et l'émergence des pathogènes, les maladies vectorielles et le déterminisme des maladies chroniques. Les changements de condition de vie (alimentation, perte d'activité physique, allongement de la vie, voyages...) et d'environnement (pollution, changement climatique, infections, etc.) induisent l'augmentation de pathologies chroniques et l'apparition de maladies transmissibles. Ces pathologies sont en constante augmentation et ont des conséquences humaines et sociétales très lourdes. Le but de ce défi est de mobiliser les communautés scientifiques pour analyser ces pathologies, leurs causes et leurs conséquences par une approche pluridisciplinaire impliquant les sciences biologiques (physiologie et physiopathologie, infectiologie et immunologie, neurobiologie), les sciences humaines et sociales, les sciences environnementales, les mathématiques, la physique et l'informatique. Cette approche pluridisciplinaire vise l'adoption d'une approche holistique, transdisciplinaire et multisectorielle de la santé de l'humain, de l'animal et des écosystèmes (« One Health »). L'objectif est de mieux comprendre les liens exacts entre l'état de santé de l'environnement et celui des populations afin d'agir plus efficacement sur les pathologies, de proposer des solutions de prévention et de pallier les effets précoces et tardifs. Cela permettra d'améliorer les conditions de vie d'une grande partie de la population et ainsi baisser les coûts humains et financiers pour la société. Ce programme intégratif et ambitieux vise à prendre en compte les interrelations entre l'humain et son environnement et leurs conséquences, illustrées par les exemples ci-dessous :

- Environnement et épigénétique : les mécanismes biologiques impriment des marques épigénétiques après les

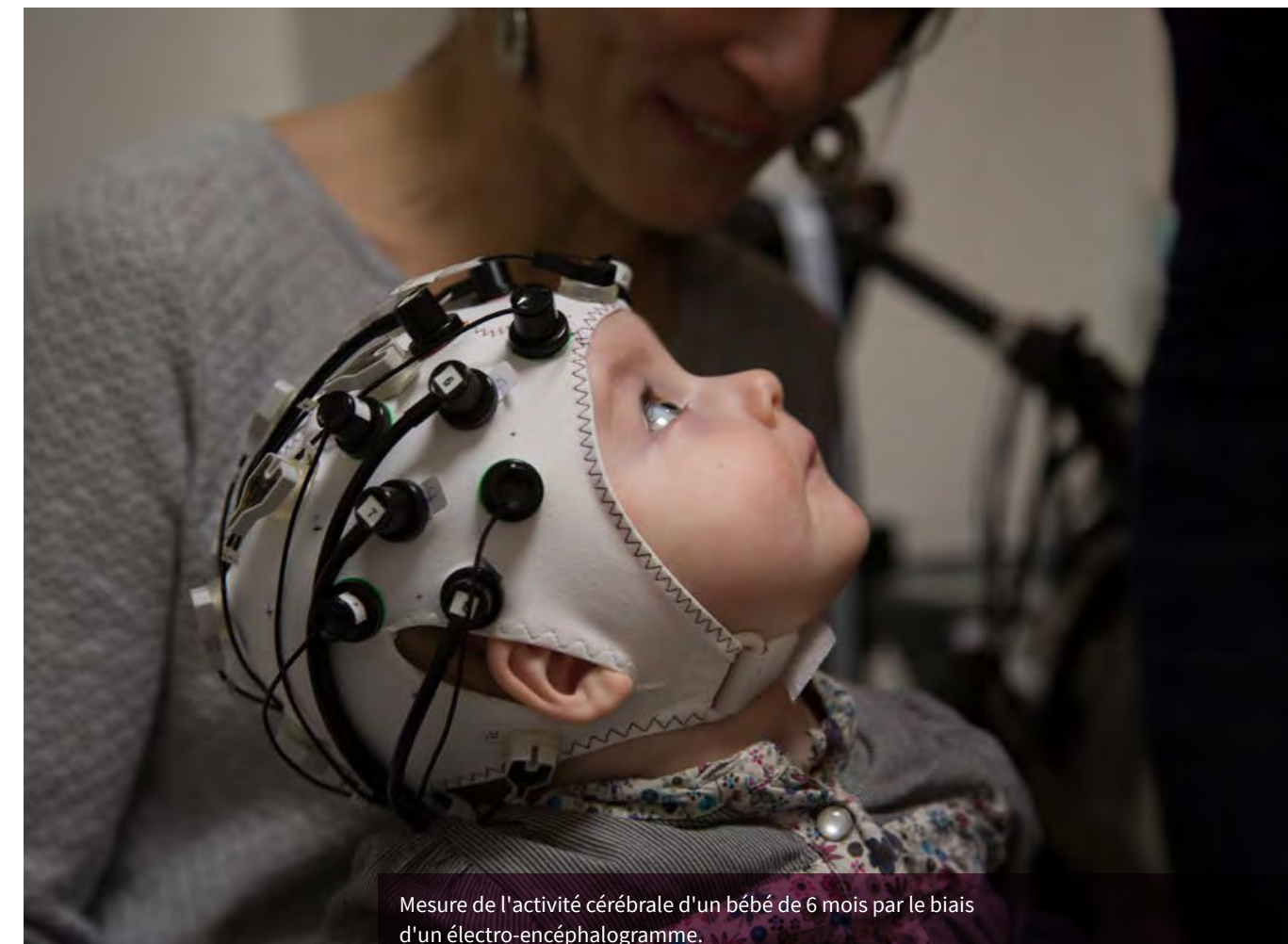
stress, expositions et les agressions subies (famine, obésité, perturbateurs endocriniens...) par les générations précédentes.

- Alimentation, activité physique et diabète : il y a une forte corrélation entre l'alimentation moderne riche en sucres et en graisses, le manque d'activité physique favorisé par les conditions de vie sédentaire et l'apparition de diabète de type 2. Ce constat s'étend aux pays africains où l'on attend plus de 40 millions de malades pour les années 2020.
- Pollutions et pathologies diverses : les multiples substances déversées dans l'environnement (plastiques et perturbateurs endocriniens, pesticides et insecticides, médicaments, métaux lourds...) sont à l'origine de nombreuses pathologies (cancers, allergies et pathologies respiratoires).
- Changement climatique, voyages, infections et antibio-résistance : les flux économiques, le changement climatique et les mauvaises pratiques ont pour conséquence l'émergence ou la réémergence de pathologies, la diffusion des pathogènes et le développement des résistances aux traitements.

- Environnement numérique, complexité et névroses : la complexité de l'environnement technologique, de l'information et des multiples sollicitations semble favoriser l'apparition de névroses et de pathologies mentales qui sont la première cause de pathologies en France (10 % des pathologies déclarées).

- Allongement de la vie et neuro-dégénérescences : au-delà des autres conditions (génétiques, stress...), l'allongement de la vie pour la plupart des individus entraîne une augmentation forte des neuro-dégénérescences, ce qui induit une dégradation forte des conditions de vie et une adaptation de l'entourage avec toutes les conséquences néfastes constatées.

Le CNRS est en capacité de mettre l'ensemble de ces thèmes en synergie, de manière à équilibrer l'interprétation de ces évolutions entre causes et conséquences des activités humaines dans les écosystèmes et aider à la prise de décisions. Bien que compétence régionale, la sécurité sanitaire doit être en effet appréhendée à l'échelle nationale et dans une perspective globale et transversale, intégrant santé humaine, santé animale, santé végétale et santé des écosystèmes et de la biodiversité.



Mesure de l'activité cérébrale d'un bébé de 6 mois par le biais d'un électro-encéphalogramme.

© Nicolas BAKER / INCC / CNRS Photothèque

5. Territoires du futur

Selon les Nations unies, deux personnes sur trois habiteront dans les villes à l'horizon 2050. En France, dans les vingt dernières années, la croissance de la population a principalement porté sur les grands ensembles urbains, et en particulier sur les zones périurbaines, avec une poursuite de la diminution de la population rurale. Cette évolution nationale s'inscrit dans une tendance mondiale, particulièrement marquée dans les pays les moins avancés économiquement, dont les conséquences, diverses selon les pays, sont fondamentales pour les villes et pour les zones rurales et doivent être bien saisies ensemble.

Il est essentiel de comprendre les évolutions économiques, démographiques et sociales de ces territoires, les inégalités socio-économiques qui les affectent, l'impact de cette répartition sur l'environnement, d'imaginer les solutions de demain pour des infrastructures sobres et efficaces, de repenser les modes de distribution et de production, de transports, etc.

Le modèle énergétique dans la société de demain doit prendre en compte cette répartition inhomogène de la population : systèmes de production diversifiés et distribués au plus près de l'utilisateur, nécessitant d'optimiser les réseaux et le stockage. Il faut aussi développer de nouveaux modes de mobilité reposant à la fois sur de nouvelles technologies permettant de respecter l'environnement (réduction des émissions, faible consommation) et de nouveaux modes d'organisation sociale, perfectionner les interventions de santé pilotées à distance, imaginer des systèmes de traitement de l'eau performants et peu coûteux, etc.

Le développement de territoires interconnectés, contributifs et collaboratifs mais aussi plus inclusifs repose également sur le déploiement d'infrastructures numériques, résilientes et sûres, sur tous les territoires, permettant d'accroître leur connectivité mais aussi d'asseoir une véritable politique territoriale de la donnée. Ces leviers techniques dans la transition des territoires conditionnent le déploiement de nouveaux usages et services (plateformes d'e-services pour le travail, commerce, santé, handicap, transport, etc.).

Le CNRS contribuera à plusieurs volets de ce défi pour le futur, de la compréhension fine de ce système complexe à la construction de solutions optimales.

Connaître l'histoire de nos territoires, de nos terroirs, comprendre l'impact des re-répartitions de destination des espaces sur les sociétés, tout comme celui des droits, des politiques publiques, analyser les aspects économiques, sociaux et environnementaux, tenir compte des propositions faites par les populations locales (associations, groupes de mobilisation, organisations sociales alternatives) pour inventer d'autres façons de vivre dans les territoires, prévoir l'incidence des évolutions possibles sont des éléments fondamentaux et fondateurs pour en imaginer le futur. Comment construire les solutions du futur avec les acteurs et

dans l'interdisciplinarité des apports scientifiques; quels sont les leviers d'action (politiques publiques, incitations, droit, etc.) optimaux sur chacun des sujets; comment en mesurer les impacts?

Les unités dont le CNRS est tutelle contribuent déjà et contribueront à ce défi sur de très nombreux aspects, qu'ils concernent les technologies à développer, l'identification et la gestion des risques liés à l'urbanisation, ou la mesure de son impact sur la biodiversité. Le caractère particulièrement pluridisciplinaire de ce défi nécessitera la mise en place d'une animation transverse et sans doute d'outils spécifiques, à identifier, pour mobiliser conjointement les nombreuses communautés pouvant s'éclairer mutuellement : sciences de l'information, sciences de l'ingénieur, écologie, physique, chimie, mathématiques, histoire, géographie, démographie, économie, droit, sciences politiques, sociologie. Une réflexion collective sur les priorités de recherche à soutenir sera également menée.

6. Transition énergétique

Pour assurer sa transition énergétique, dont l'urgence est soulignée par le rapport du GIEC 2018, la France s'appuie sur des filières industrielles matures comme l'hydroélectricité ou l'électronucléaire. Si peu de recherches au CNRS concernent directement l'hydroélectricité, des travaux importants concernent la production d'énergie d'origine nucléaire, par fission – avec l'objectif de fonctionner dans des conditions efficaces et sûres, en particulier pour le traitement et le stockage sécurisés des déchets – et par fusion. Une recherche au meilleur niveau international est déployée dans le domaine de l'efficacité de la production (réacteurs performants, confinement inertiel et magnétique...) via la compréhension des mécanismes au cœur des réacteurs et de la sûreté des installations (fiabilité de matériaux sous irradiation, comportement des déchets ou des radionucléides dans l'environnement, retraitements). L'impact du démantèlement des centrales REP actuelles sur les êtres humains et les territoires (via des observatoires Homme-milieu) est, en complément, un sujet d'études à venir.

Des engagements politiques forts ont également été pris en faveur des énergies renouvelables. Le CNRS répond à ces engagements en mobilisant ses laboratoires travaillant sur ces thématiques, mais également en suscitant l'émergence de nouvelles pistes basées sur les recherches aux frontières. La production efficace et décarbonée d'énergie solaire, éolienne ou marine est ainsi étudiée, ainsi que les capacités de stockage efficaces et durables nécessaires pour couvrir les intermittences propres à ces sources. Le stockage électrochimique semble particulièrement pertinent pour satisfaire la forte attente pour le transport. Le CNRS est déjà un leader international dans le stockage électrochimique via le réseau de recherche et technologie sur le stockage électrochimique de l'énergie (RS2E). D'autres solutions reposent sur la conversion efficace de l'énergie solaire, la mise en

place d'une filière hydrogène pour produire de l'électricité et de la chaleur (piles à combustible), mais aussi sur la valorisation du CO₂ via sa transformation en molécules susceptibles de devenir des carburants, ainsi que sur la conversion de la biomasse en biofuels. Dans ce contexte, la recherche sur la production décarbonée d'hydrogène devra être intensifiée. Cette stratégie énergétique devrait permettre de minimiser l'usage des hydrocarbures fossiles en tant que carburants et de les conserver en tant que ressources pour la chimie de base.

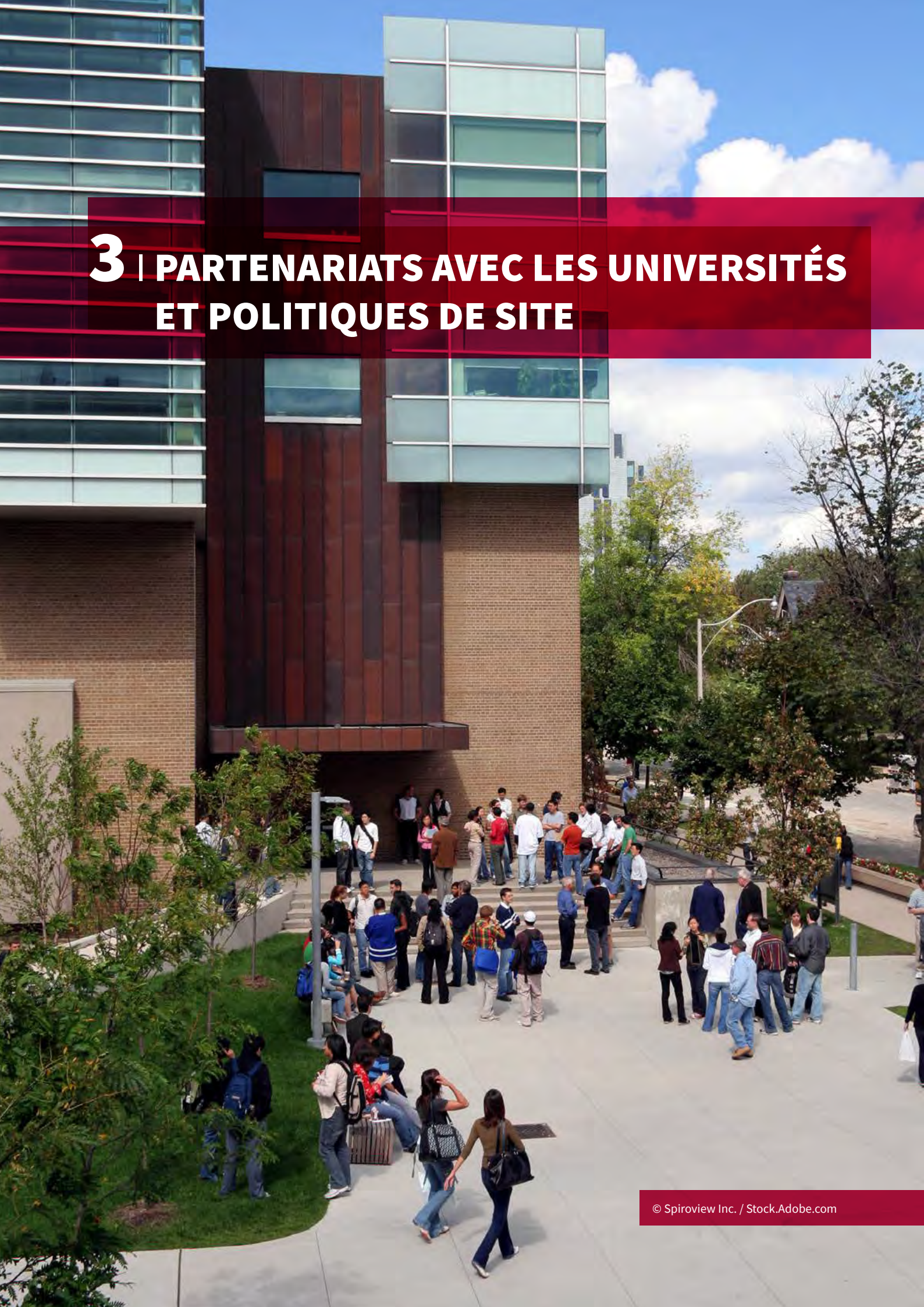
L'efficacité énergétique dans les bâtiments et l'industrie est une autre composante importante de la transition énergétique. Elle inclut l'allègement des structures métalliques, l'isolation thermique, le filtrage sélectif du rayonnement solaire et infrarouge, et la sobriété des techniques et procédés industriels. Alléger les structures des véhicules et des constructions (charpentes), rendre plus efficaces les moteurs et mieux isoler les bâtiments, nécessitera de « dessiner » les matériaux idéaux tout en portant une attention constante à la gestion sobre des matières premières stratégiques, en particulier les métaux. La conception de matériaux fonctionnels inédits est un domaine dans lequel le CNRS poursuivra ses efforts, parfois en synergie avec de grands groupes industriels tels qu'EDF, Total et Air Liquide au sein de l'Institut de transition énergétique (IPVF), avec Solvay sur la conversion de la biomasse en biofuels grâce à l'électrochimie ou l'action de nouveaux catalyseurs, ou avec Arkema sur le développement du photovoltaïque organique.

S'agissant de la distribution, l'enjeu concerne la construction de solutions appuyées sur les usages en utilisant par exemple l'énergie stockée chez les particuliers (batteries des véhicules électriques), en pilotant les équipements domestiques énergivores à l'échelle locale ou centralisée, etc. Les efforts devront également porter sur les réseaux électriques adaptatifs intelligents (« smart grids »).

L'étude des interactions entre la transition énergétique et les économies exportatrices de combustibles fossiles et la prise en compte de l'écosystème énergétique font l'objet de recherches qui portent sur la description de l'ensemble du cycle de vie et qui visent à éviter des solutions faussement vertueuses (coûts cachés en énergie ou en CO₂). Les solutions de captation du CO₂ sur les 8 000 sites majeurs mondiaux de production et son stockage souterrain seront aussi considérées. Enfin, l'originalité du CNRS est de tendre à renforcer l'efficacité de ces solutions par l'intégration des outils et des apports des sciences humaines et des sciences sociales, en particulier du point de vue anthropologique, sociologique, politique, économique, ainsi que de celui des sciences du comportement, pour travailler sur l'ensemble des filières de production jusqu'aux lieux d'installation des dispositifs. Seule une telle intégration permettra de rendre la sobriété désirable et de construire l'engagement de la population dès l'amont de la recherche.



Héliostats de la centrale solaire THEMIS à Targassonne, dans les Pyrénées-Orientales.
© Cyril FRESILLON / PROMES / CNRS Photothèque



3 | PARTENARIATS AVEC LES UNIVERSITÉS ET POLITIQUES DE SITE

En raison de son histoire, le CNRS est un organisme de recherche distribué sur le territoire national dont presque toutes les unités de recherche sont communes avec une ou plusieurs universités¹, et parfois avec d'autres organismes de recherche. **Sa stratégie doit donc se décliner selon les sites, dans une logique de partenariats étroits avec les universités et avec les acteurs impliqués dans l'écosystème local de l'ESRI.**

3.1 CONTRIBUER À L'ÉMERGENCE DE GRANDES UNIVERSITÉS DU MEILLEUR NIVEAU INTERNATIONAL

Accroître la dynamique de l'émergence de grandes universités de recherche du meilleur niveau international est un objectif majeur des politiques nationales de l'enseignement supérieur, de la recherche et de l'innovation. Premier des organismes nationaux de recherche au sein du dispositif national de l'ESRI, par sa taille et par la diversité de ses recherches, et très engagé dans les grands sites universitaires², le CNRS s'attachera à accroître sa contribution à cette dynamique.

Cela passe par la définition de **politiques de site renforcées et intégrées, construites et portées conjointement par les acteurs de chaque site**, dans le cadre d'une « gouvernance de site » qui est à construire de façon adaptée à chaque site, avec l'université de référence lorsqu'elle existe et les principaux organismes acteurs du site. Ces politiques de site seront déclinées sur un vaste ensemble de sujets partagés :

- priorités conjointes en matière de recherche, avec une vision partagée des points forts du site et des évolutions à mener dans chacun des grands champs de recherche présents sur le site et pour favoriser l'interdisciplinarité ;
- éléments partagés en matière de politique de recrutements et de participation des chercheurs et chercheuses des organismes à l'enseignement ;
- éléments partagés en matière de politique de recherche partenariale, d'innovation et de transfert technologique, notamment en matière de créations d'entreprises et pour développer les relations avec les entreprises ;
- actions concertées pour améliorer la participation des équipes du site aux programmes européens de recherche et d'innovation ;
- actions conjointes pour accroître l'attractivité du site, pour renforcer la formation par la recherche et l'insertion professionnelle des docteurs, pour renforcer les relations entre le monde de la recherche et la société, et diffuser la culture scientifique ;
- actions conjointes pour renforcer les coopérations européennes et internationales, notamment celles qui s'inscrivent dans des partenariats stratégiques pour le site ;
- projets conjoints d'investissement dans les équipements scientifiques et infrastructures de recherche ; etc.

L'élaboration et la mise en œuvre de ces politiques de site intégrées reposeront, pour tous les sites volontaires, **sur un dialogue renforcé avec l'ensemble des acteurs du site**, dans la continuité des « ateliers université-organismes » organisés par le MESRI au premier semestre 2019. Le CNRS s'appuiera pour cela sur l'organisation qu'il a mise en place pour augmenter sa présence sur les sites et sa réactivité : autour du directeur ou directrice scientifique référent, de ses adjoints et de la délégation régionale, cette organisation permet des interactions très régulières avec les acteurs du site, en bénéficiant du soutien de la Direction d'appui aux partenariats publics (DAPP) au niveau national.

Il est normal que chaque établissement définisse d'abord les grandes lignes de sa stratégie – en ayant échangé avec ses partenaires – comme le CNRS le fait dans ce COP. Le dialogue avec les acteurs de chaque site doit donc permettre de partager ces stratégies d'établissement et de les mettre le mieux possible en synergie en identifiant les priorités et les projets communs qui sont à la croisée des stratégies de plusieurs acteurs et qui seront conduits conjointement. Le CNRS et l'État sont conscients que ce **dialogue nourri, indispensable pour construire et renforcer la confiance et la capacité d'action commune des acteurs d'un site**, nécessite une volonté partagée, et qu'il n'est pas toujours simple : le CNRS, organisme national, a vocation à apporter à chaque site sa vision nationale et internationale du paysage et des enjeux de la recherche, et l'adéquation de cette vision et des choix à faire au niveau national avec les stratégies locales peut légitimement soulever des difficultés. L'organisme s'engage cependant résolument dans cette dynamique de renforcement des politiques de site avec l'ensemble des grands sites universitaires qui seront volontaires, et poursuivra son engagement aux côtés du MESRI dans la démarche de rénovation de la contractualisation quinquennale avec ces sites. Le MESRI (au niveau central et au niveau déconcentré, avec les rectorats et les DRRT) accompagnera les acteurs dans la construction de ces politiques de site renforcées, qui associeront à chaque fois que cela est pertinent les autres acteurs, collectivités territoriales et acteurs du monde socio-économique, en tenant compte des missions et des rôles des uns et des autres.

1. Dans cette section et dans les suivantes, le terme générique « université » inclut les écoles et les établissements créés ou en cours de création dans le cadre de l'ordonnance de décembre 2018.

2. Plus de 80 % des personnels permanents du CNRS sont affectés sur 13 sites universitaires, et plus de 90 % sont affectés sur 19 sites.

La mise en place des politiques de site renforcées et intégrées conduira à revisiter une partie des indicateurs inscrits dans les contrats des établissements, afin de **définir des indicateurs partagés par les acteurs d'un site**, liés aux principaux objectifs de la politique de site qu'ils portent ensemble : en d'autres termes, il s'agira de définir des indicateurs qui traduiront les succès du site et les progrès des actions communes plutôt que les évolutions séparées de chaque acteur. Le CNRS engagera une réflexion sur ce sujet avec ses principaux partenaires, universités et organismes, et en lien avec le MESRI.

ACTION 7

S'engager, avec les sites volontaires, dans les démarches de construction de politiques de site pour accroître la dynamique d'émergence de grandes universités de recherche au meilleur niveau international.

ACTION 8

Élaborer en 2020, en relation avec les universités et les organismes partenaires, et en lien avec le MESRI, une proposition d'indicateurs de site pour le suivi des activités portées par les acteurs d'un site universitaire.

3.2 UN CNRS ANCRÉ DANS LES TERRITOIRES

Tout en assumant cette priorité donnée à l'émergence de grandes universités de recherche du meilleur niveau international, le CNRS continuera de se donner la possibilité de travailler **avec toutes les universités** en s'appuyant sur sa couverture thématique et géographique ainsi que sur sa longue histoire de coopérations avec elles. Ces partenariats ne sauraient se décliner de la même manière qu'avec les très grandes universités ayant vocation à occuper les premiers rangs des classements internationaux. Avec les universités aux ambitions plus ciblées, le CNRS visera cependant à ce que le partenariat s'inscrive aussi dans une vraie synergie stratégique, et corresponde à des « niches d'excellence » permettant au site de rayonner au meilleur niveau international dans tel ou tel domaine précis.

Avec toutes les universités, le CNRS se propose de **contribuer à l'ancrage de l'ESRI dans les territoires**. Nombre des réflexions et des actions évoquées dans ce COP ont vocation à se décliner site par site avec les universités, dans

une logique de partenariat et de volontariat, en tenant compte des particularités locales. C'est notamment le cas pour les actions concernant le développement des relations avec le tissu économique, notamment les PME, et le développement des relations avec la société.

Le CNRS est convaincu qu'il doit **renforcer ses liens avec les collectivités territoriales**, notamment les régions et les grandes métropoles, en veillant à informer le mieux possible les universités partenaires et à les associer autant que possible. Dans le dialogue avec les collectivités, il apportera, là encore, sa vision nationale et internationale, et un regard sur leurs atouts et leurs points forts. Il proposera de décliner ses partenariats avec les collectivités à travers un certain nombre d'actions comme les co-financements de thèses, des actions conjointes de culture scientifique, des opérations de pré-maturation, des soutiens aux start-up... en y associant bien sûr les universités partenaires au sein des unités de recherche concernées.

3.3 EN PRATIQUE

Si le modèle des unités mixtes de recherche est aujourd'hui largement plébiscité, malgré son caractère atypique sur la scène internationale, tout le monde s'accorde sur la nécessité de surmonter ses lourdeurs et de **simplifier la vie des directions des unités et de leurs personnels**.

Il convient en particulier de **poursuivre le travail entamé** à la demande du MESRI **sur les notions de tutelles, principales et secondaires, de ces unités**. Il faut rendre la gouvernance des UMR plus fluide en distinguant les établissements ayant une implication forte et largement transverse à l'unité, les tutelles principales, de ceux qui ont une présence moindre ou plus ciblée, les tutelles secondaires. Il faut aussi travailler sur l'idée que, lorsque la présence quantitative des agents CNRS dans une UMR est minime,

le CNRS puisse devenir tutelle secondaire de l'unité et non plus tutelle principale ; et, si cette présence est inexistante ou non significative, le CNRS devra laisser les universités concernées piloter seules leur unité.

En complément indispensable et pragmatique des coopérations stratégiques évoquées ci-avant, de multiples actions communes existent au niveau local entre les délégations régionales et les partenaires du CNRS, notamment sur les fonctions support de proximité : communication, médecine de prévention, hygiène et sécurité, systèmes d'information notamment. Elles sont de degrés divers (coordination, délégation, mutualisation) et ont vocation à se développer.

Le CNRS souhaite **approfondir avec ses partenaires académiques les actions communes de soutien aux unités de recherche**. Il continuera de s'impliquer dans les actions concernant l'harmonisation et la simplification des processus et des outils des unités de recherche. Dans le contexte de multiplicité des acteurs de l'ESRI, le besoin de simplification des processus des UMR est très grand, que ce soit pour les directeurs ou directrices des unités, leurs gestionnaires, l'ensemble des personnels des laboratoires, et pour les établissements eux-mêmes. Le CNRS proposera aux universités volontaires de **mettre en place des unités mixtes de support pour simplifier et améliorer la gestion administrative des UMR**, et permettre à l'ensemble des unités de bénéficier de services de support à la recherche. Il poursuivra aussi son implication dans les projets du « programme SI Labo » et dans les suites qui leur seront données, dans le cadre des orientations fixées par le MESRI et en lien avec l'AMUE et l'ensemble des partenaires concernés.

Le CNRS s'impliquera aussi, avec les universités volontaires, dans des actions visant à **donner aux directeurs et directrices d'UMR la capacité de mieux assumer un véritable rôle d'animation scientifique**, et à leur permettre d'être moins accaparés par les tâches de gestion. Les pistes d'actions conjointes concrètes sont nombreuses : mise en place aussi souvent que possible d'un dialogue de gestion conjoint de l'ensemble des établissements tutelles avec les directeurs et directrices d'unité, à une périodicité à déterminer ; formations pour les directeurs et directrices d'unité mises en place conjointement par les tutelles des laboratoires d'un site ; mise en œuvre d'une politique de communication vers les laboratoires concertée entre les tutelles ; proposition d'accueil en délégation au CNRS – ou décharge de service d'enseignement – sur la durée de leur mandat pour les enseignants-chercheurs qui sont directeurs et directrices d'unité (à temps complet ou à temps partiel selon la taille de l'unité) ;...

L'échelle des sites universitaires, notamment des grands sites, est aussi l'échelle où on peut et on doit trouver les voies pour rendre plus simples, mieux partagés et plus efficaces les dispositifs de soutien à l'innovation et de valorisation. Ce sujet sera abordé dans la section 4 ci-après.

Sur un autre plan, le CNRS continuera à s'impliquer, en lien avec le MESRI et avec les conférences d'établissements, dans les réflexions sur les meilleures façons de mutualiser au niveau national des actions communes aux acteurs de l'ESRI. Il est prêt, dans cette optique, à examiner la possibilité d'adhérer, dans un cadre rénové, à l'AMUE – dont il est aujourd'hui le seul, parmi les principaux EPST, à ne pas être membre.

Le CNRS contribuera, en lien avec l'AMUE et Renater, à l'enrichissement de l'offre de services informatiques en support de l'activité des laboratoires.

Enfin, depuis que le CNRS a acquis en 2015 la qualité de « centrale d'achat », il dispose d'un instrument efficace pour faciliter la mise à disposition auprès des partenaires qui le souhaitent de produits ou de services acquis dans le cadre de marchés passés par le CNRS, sans nécessité d'un groupement de commande : le CNRS est prêt à proposer à ses partenaires d'élargir l'usage de ce dispositif, dans les cas où il est approprié et en concertation avec l'AMUE.

ACTION 9

Poursuivre le travail entamé sur la réduction du nombre de tutelles des UMR et la distinction entre tutelles principales et secondaires.

ACTION 10

Poursuivre activement son implication dans les suites données au programme SI Labo, dans le cadre des orientations fixées par le MESRI et en lien avec l'AMUE et l'ensemble des partenaires concernés.

INDICATEUR 5

Nombre de créations d'unités mixtes de support pour simplifier et améliorer la gestion administrative des UMR.

4 | INNOVATION



Vance Bergeron, physicien CNRS, lauréat de la médaille de l'Innovation 2019, et le « Carbon Trike ». Ce tricycle couché en fibres de carbone a été réalisé avec l'équipe de l'ENS de Lyon, pour sa participation à l'épreuve de vélo à stimulation électrique du Cybathlon 2016 (jeux olympiques pour athlètes augmentés). © Frédérique PLAS / UMR5672 / CNRS Photothèque

Une des évolutions majeures du CNRS depuis les vingt ou trente dernières années est la **place de plus en plus importante accordée aux relations avec le monde économique** et à la préoccupation de transférer et de valoriser, dès que cela est pertinent, les résultats de la recherche. Le bilan, pour l'ensemble des unités dont le CNRS est tutelle, est loin d'être négligeable :

- une production importante d'inventions brevetées, avec un portefeuille de plus de 6 800 familles de brevets ;
- un total de plus 1 500 start-up créées à partir des inventions issues des unités mixtes de recherche et un flux annuel de près de 100 start-up créées ;
- près de 150 structures communes CNRS-entreprises, dont 17 unités mixtes de recherche avec un industriel et plus de 130 accords de laboratoires communs.

Le CNRS souhaite **aller encore plus loin**, comme l'illustre la création en 2019 de la Direction générale déléguée à l'innovation qui coordonne l'ensemble des entités de l'organisme impliquées dans le processus de valorisation des résultats de ses recherches. Il fait siennes les trois urgences identifiées dans son rapport de septembre 2019 par le groupe de travail « Recherche partenariale et innovation » mis en place dans le cadre de la préparation de la loi de programmation pluriannuelle pour la recherche :

- urgence à créer les nouveaux leaders fondés sur des découvertes issues de la recherche publique et qui créeront les ruptures de marché de demain ;
- urgence à augmenter significativement l'ampleur, la profondeur et la continuité des interactions public-privé, public-public et public-société civile ;
- urgence à gagner significativement en simplicité, agilité et vitesse afin de révéler efficacement et pleinement le potentiel de recherche partenariale et d'innovation des laboratoires publics et responsabiliser les acteurs de l'innovation.

Pour conforter les actions déjà engagées dans le domaine de la valorisation des recherches, pour **augmenter encore le transfert de connaissances vers les entreprises et plus généralement vers l'ensemble de la société et accroître l'impact économique de ce transfert**, trois orientations stratégiques seront mises en œuvre, directement liées aux trois urgences évoquées ci-dessus.

4.1 SOUTENIR LA CRÉATION DE 50 START-UP SUPPLÉMENTAIRES PAR AN, À FORT POTENTIEL DE CROISSANCE

L'objectif global est ici la création, à partir des inventions issues des unités mixtes de recherche, de plus de start-up à fort développement économique et plus de transferts vers les entreprises. L'objectif est à visée qualitative en premier lieu : il s'agit moins d'augmenter le nombre absolu de start-up créées, que de soutenir la création de start-up technologiques susceptibles de développer une forte croissance économique sur le long terme. Il s'agit certes d'aller au-delà des 100 start-up issues chaque année des laboratoires dont le CNRS est tutelle, mais il s'agit aussi et surtout d'identifier, d'accompagner et de suivre **au moins 50 start-up par an**, nativement DeepTech, **dont le potentiel de croissance économique est particulièrement avéré**.

L'ensemble des étapes qui conduit du laboratoire au marché forme une chaîne de valeur, pour laquelle chaque étape dépend de la qualité du travail effectué au sein de l'étape qui précède. Renforcer l'impact de cette chaîne d'actions commence par **l'identification dans les laboratoires de plus de projets amont**. Cela passe par la détermination et la mise en œuvre d'un plan de visite systématique de l'ensemble des plus de 1 000 unités mixtes de recherche sur une période de deux ans. Ce plan doit notamment s'attacher à cibler les unités de recherche au potentiel peu exploité, en tenant compte bien sûr des thématiques et de l'historique

de l'unité en matière de valorisation. Ce plan a vocation à être conduit dans le cadre d'une coordination, au niveau de chaque site, avec les universités et les organismes co-tutelles des laboratoires et avec les autres acteurs impliqués dans des démarches de sensibilisation/détection de projets (SATT, Bpifrance, etc.).

Les projets identifiés les plus prometteurs ont ensuite vocation à être accompagnés dans le cadre d'une politique volontariste de prématuration. Le CNRS souhaite **doubler le nombre actuel de projets accompagnés en prématuration** (c'est-à-dire, pour amener les projets à un niveau de maturité technologique équivalent à TRL 3) pour atteindre un objectif d'une centaine par an. Cet objectif sera atteint à niveau d'exigence constant pour la sélection des projets, et en lien avec les sites et les régions qui ont des fonds de prématuration. En complément à la politique généraliste actuelle, le CNRS souhaite également définir des domaines de valorisation à fort potentiel d'innovation pour lesquels un changement de paradigme dans les méthodologies d'analyse des projets doit être conduit. Cette approche novatrice paraît notamment plus adaptée à la valorisation des sujets portant sur des thématiques SHS, écologie et environnement ou sciences de l'Univers.



Dispositif portable d'analyses biologiques développé par la start-up MagIA Diagnostics.
© Frédérique PLAS / G2Elab / CNRS Photothèque

En sortie de phase de prématuration, les **meilleurs projets sont orientés de manière préférentielle vers les actions de maturation conduites par les SATT**, qui assureront leur croissance depuis TRL 3 vers des niveaux supérieurs de maturité technologique (typiquement 5-6). Pour cela, le CNRS développera des relations opérationnelles plus équilibrées avec les SATT, en lien étroit avec ses partenaires universitaires et il renforcera également son rôle d'actionnaire des SATT, avec une participation accrue à leur gouvernance et à leur pilotage.

Enfin, l'action de bout-en-bout initiée dès la détection des projets en laboratoire, caractérisée notamment par un fort niveau de sélectivité, se conclut en **renforçant le programme RISE actuel** (et notamment son volet d'accompagnement centré sur le renforcement de la pertinence des plans d'affaires et des équipes des projets accompagnés). Il faudra agir sur trois leviers :

- la proposition d'un dispositif financier d'accompagnement du premier tour de financement des start-up (amorçage) adapté aux spécificités du CNRS (forte diversité thématique et large dispersion territoriale), complémentaire des initiatives nationales existantes (fonds French Tech Seed) et en synergie avec les initiatives existantes au niveau des sites universitaires de recherche ;

- la mise en place d'un dispositif de portage managérial des projets très « *early-stage* » ;
- la mise en place d'une offre de services complémentaires pour animer le réseau des 1 500 start-up issues du CNRS, en veillant à la bonne synergie de cette offre avec les dispositifs existants.

ACTION 11

En lien avec les universités partenaires, affirmer le rôle des SATT comme partenaire privilégié de la maturation des projets issus des laboratoires dont le CNRS est tutelle.

ACTION 12

Renforcer le programme RISE d'accompagnement à la structuration de start-up à fort potentiel de développement : financement, portage et animation de réseau.

INDICATEUR 6

Nombre de start-up créées sur la base de transferts de technologie ou de savoir-faire issus des unités dont le CNRS est tutelle, dont nombre de start-up à fort potentiel de développement.
(valeurs-cibles : 150 dont 50)

INDICATEUR 7

Nombre de nouveaux projets accompagnés en prématuration.

4.2 APPROFONDIR LES RELATIONS AVEC LES ENTREPRISES

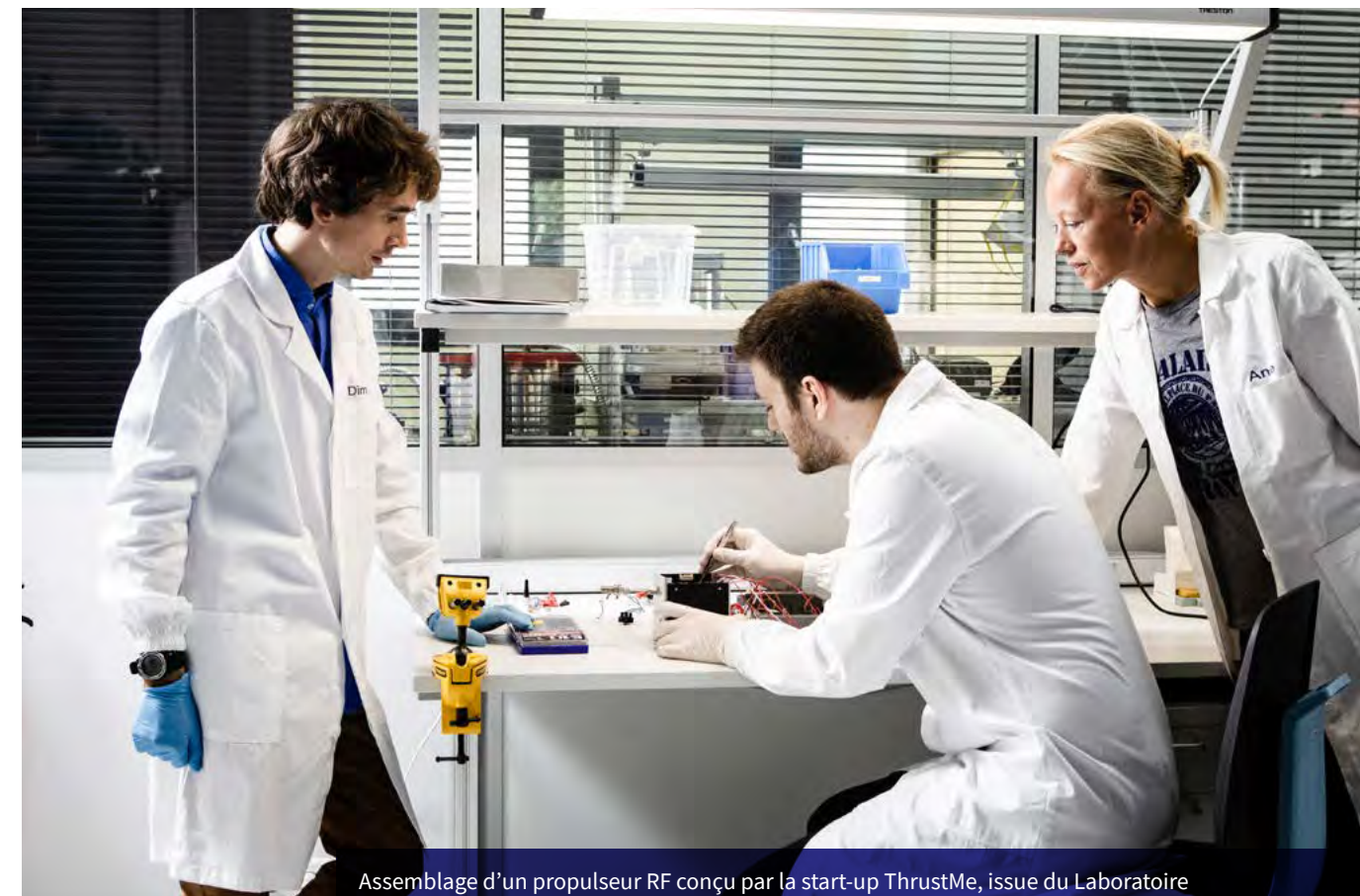
Le maintien de la compétitivité des entreprises françaises passe par des investissements croissants en recherche et développement. Fort de sa capacité de recherche pluridisciplinaire au meilleur niveau mondial, le CNRS peut **contribuer au renforcement du potentiel scientifique des entreprises, dans le cadre d'une écoute, d'un dialogue et d'un partenariat renouvelés**. À cette fin, le CNRS met en place une équipe mixte constituée à la fois de scientifiques issus de ses instituts et de chargés de développement des affaires (dans un premier temps, une demi-douzaine de chargés d'affaires). Cette équipe mixte devra conduire et coordonner des actions à plusieurs niveaux.

Pour chaque grande filière industrielle, il conviendra, **en liaison avec le comité stratégique de filière (CSF), de définir une cartographie des compétences et des capacités des laboratoires dont le CNRS est tutelle**, en tirant expérience du modèle déjà réalisé autour de « l'initiative Microélectronique ». En s'appuyant sur les feuilles de route

croisées technologie/marché des CSF, le CNRS pourra ainsi identifier, proposer et conduire des projets précompétitifs en relation avec les filières. Ces actions seront menées en lien étroit avec l'initiative du MESRI et du ministère de l'Économie et des Finances consistant à mettre en place, dans le bureau de chaque CSF, un représentant de haut niveau du monde académique.

L'approfondissement des relations avec les entreprises

doit permettre de mieux comprendre leurs enjeux, leurs besoins en ressourcement scientifique et les verrous technologiques qu'elles rencontrent. Un tel rapprochement doit permettre de partager les feuilles de route et d'établir des actions communes de manière à définir, puis suivre dans le temps, un nombre croissant de projets communs de recherche (notamment via des structures communes). Cette action doit notamment conduire à augmenter le flux de projets collaboratifs soumis aux financements européens.



Assemblage d'un propulseur RF conçu par la start-up ThrustMe, issue du Laboratoire de physique des plasmas et spécialisée dans la propulsion des satellites miniaturisés.
© Frédérique PLAS / THRUSTME / CNRS Photothèque

L'augmentation des relations avec les PME portant sur des sujets de recherche et développement est également crucial pour le développement pérenne d'un tissu économique local. Il s'oppose au double écueil de la dispersion territoriale des PME et d'un écart culturel qui peut être significatif. Pour développer des propositions adaptées à ce public, le CNRS souhaite définir avec ses partenaires universitaires une méthodologie pragmatique d'approche des PME, notamment au travers des relais régionaux d'innovation, en particulier les CRT et les Instituts Carnot, en **proposant une « offre de services » adaptée à la taille et aux besoins des PME**. Cette offre de services doit permettre de faciliter l'accès des PME aux compétences des laboratoires dont le CNRS est cotutelle et conduire à l'augmentation du nombre de laboratoires communs avec les PME en développant des modes de création et de suivi adaptés aux petites entreprises.

En tant que de besoin, le CNRS analysera également l'opportunité de développer une activité répondant aux besoins de montée en TRL des découvertes réalisées par les unités de recherche dans le cadre de leurs relations avec des entreprises. À cette fin, **le CNRS souhaite mettre en place un réseau de 100 ingénieurs-transfert en charge d'appuyer notamment les laboratoires communs**, en particulier ceux construits avec les PME.

Le rapprochement entre laboratoires et entreprises passe également par un **encouragement de la mobilité des personnes, dans les deux sens**, notamment dans le cadre de mises à disposition à temps partiel. Par ailleurs, une attention particulière doit être portée aux doctorants, en lien avec les universités, notamment en favorisant le recours au système CIFRE et en leur apportant un accompagnement adapté.

ACTION 13

Développer une offre spécifique en faveur des PME.

OBJECTIF 2

Mettre en place un réseau de 100 ingénieurs-transfert en charge d'appuyer la montée en TRL des découvertes réalisées dans le cadre de relations avec des entreprises, notamment dans les laboratoires communs.

INDICATEUR 8

Montant annuel des contrats de recherche avec des entreprises.

INDICATEUR 9

Nombre d'entités communes CNRS-entreprises. (valeur-cible : + 20 %)

INDICATEUR 10

Mobilités de chercheurs et d'ingénieurs du CNRS vers les entreprises.

4.3 DÉVELOPPER UNE GESTION PRAGMATIQUE ET AGILE DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE DANS LE CADRE DE POLITIQUES DE SITE INTÉGRÉES

Les sujets relatifs à la gestion de la propriété intellectuelle sont sous-jacents aux deux axes stratégiques présentés ci-dessus. La propriété intellectuelle est à la fois le vecteur souhaité de la valorisation vers le secteur industriel mais aussi, trop souvent, un frein à des échanges fluides avec les entreprises. L'objectif est ici de **simplifier les conditions d'accès à la propriété intellectuelle gérée par le CNRS**, sans pour autant abandonner des perspectives raisonnables de création de valeur économique.

L'atteinte de cet objectif passe par la mise en œuvre coordonnée d'actions portant sur la simplification de l'organisation interne du CNRS pour la gestion de la propriété intellectuelle, et la clarification de ses attentes en la matière. Cette action s'inscrit dans le cadre de la recherche d'une meilleure efficacité globale de la gestion de la propriété intellectuelle publique.

Plus généralement, l'action du CNRS en matière de valorisation de la recherche ne peut se concevoir comme étant isolée de celle de l'écosystème national de l'innovation. **Dans le cadre des politiques de site renforcées** évoquées à la section précédente, le CNRS se donne pour objectif de favoriser la construction d'un jeu collectif avec les universités et les autres acteurs de l'innovation pour **apporter plus d'agilité et d'efficacité aux dispositifs locaux de recherche partenariale et d'innovation**. Dans l'esprit des « pôles universitaires d'innovation » évoqués dans le rapport de septembre 2019 cité plus haut, il s'agira, avec les sites volontaires :

- d'organiser de manière unifiée les relations avec le monde économique et les acteurs du territoire, et une gouvernance partagée associant étroitement le CNRS, les acteurs académiques et les principaux outils du transfert et de la recherche partenariale (SATT, incubateur, etc.) ;
- de mettre en place de façon opérationnelle les dispositifs de simplification du transfert (mandataire unique avec un mandat étendu, accord sur la répartition des quotes-parts de propriété intellectuelle, etc.) ;

- et de piloter efficacement le dispositif unifié, avec des indicateurs collectifs d'impact sur le tissu économique et d'indicateurs d'efficacité des dispositifs de transfert (incluant par exemple un indicateur de mesure des « temps de transaction » pour les opérations de transfert de technologie).

Dans ce contexte, le CNRS visera aussi à développer ses relations avec les IRT et les ITE, à mieux travailler avec les pôles de compétitivité, notamment pour les relations avec les PME, en s'appuyant en particulier sur les DRRT. Enfin, une attention étroite sera donnée au travail à conduire avec les collectivités territoriales pour articuler les logiques régionales avec les stratégies nationales, pour le développement de plateformes et de démonstrateurs, ou la construction de projets collaboratifs.

ACTION 14

Simplifier les conditions d'accès à la propriété intellectuelle gérée par le CNRS.

OBJECTIF 3

Dans le cadre des politiques de site, construire avec les universités volontaires une approche collective de la valorisation de la recherche publique.

INDICATEUR 11

Nombre de licences d'exploitation issues des inventions des unités dont le CNRS est tutelle.



Cellules de batterie sodium-ion (Na-ion) développées par la start-up Tiamat. Elles transforment l'énergie électrique du courant en énergie chimique, et inversement.

© Cyril FRESILLON / Tiamat / CNRS Photothèque

5 | EUROPE ET INTERNATIONAL

Le CNRS est connu, reconnu et respecté sur la scène internationale. **Cette dimension internationale du CNRS est essentielle et doit être encore renforcée.**

Le rayonnement international du CNRS se traduit aussi par sa présence très forte parmi les scientifiques, équipes et consortia lauréats des différents appels à projets organisés dans le cadre du PCRD. Le CNRS est même, depuis des années, la **première institution bénéficiaire du PCRD**. Même en tenant compte de sa taille, c'est un résultat remarquable. Pour autant **des progrès sont nécessaires**, notamment dans certaines disciplines comme les SHS où nos résultats ne sont pas à la hauteur de nos ambitions et de la qualité des recherches menées dans les unités dont le CNRS est une des tutelles.

Le CNRS se distingue aussi par un grand nombre de structures de recherche, projets, réseaux, infrastructures de recherche et aussi programmes co-financés de doctorants et échanges réguliers de scientifiques avec des institutions étrangères, universités ou instituts de recherche. Ces coopérations contribuent au rayonnement de la France, au-delà de la science, avec un vrai retour sur investissement en particulier dans le cas des infrastructures de recherche. Le CNRS considère qu'un effort de structuration avec quelques grands partenaires sera utile, tout en portant une attention particulière à l'Afrique et aux pays en voie de développement.

Enfin, le CNRS recrute un nombre important de scientifiques non français, parmi les permanents et, encore plus, parmi les non-permanents, doctorants et post-doctorants essentiellement. Comme pour toutes les grandes institutions de recherche, préserver un tel recrutement est essentiel. La question sera abordée dans la section n°7.

5.1 HORIZON 2020, HORIZON EUROPE ET LES PROGRAMMES EUROPÉENS

L'objectif principal est **d'augmenter la performance du CNRS et de l'ensemble de l'ESRI français aux différents appels à projets organisés dans le cadre des PCRD et de certains autres programmes européens**. Cet objectif s'inscrit pleinement dans le plan d'action destiné à améliorer la participation française aux programmes européens de recherche et d'innovation, porté par le MESRI avec les autres ministères concernés.

Le CNRS a proposé d'installer son bureau de Bruxelles au sein d'une « Maison de la science (ou de la recherche) et de l'innovation française » qui regrouperait l'ensemble des acteurs de l'ESRI français intéressés et volontaires. Une telle Maison permettrait de donner une meilleure visibilité à ses membres, favoriserait les synergies et faciliterait la mutualisation de certaines actions. Elle assurerait une présence de la recherche française au travers de colloques et séminaires scientifiques.

Que cette maison soit créée ou pas, **le CNRS poursuivra et développera sa stratégie d'influence auprès des partenaires bruxellois**, en lien avec le MESRI et les partenaires français. Une partie de ces actions sera conduite en commun avec les autres membres du « G6 européen » constitué avec les organismes Max Planck, Helmholtz, Leibniz (Allemagne), CNR (Italie) et CSIC (Espagne), avec lesquels le CNRS entretient des relations régulières. Il s'attachera aussi à garder un contact régulier avec les experts CNRS ou

ex-CNRS en poste à Bruxelles et il encouragera la présence de scientifiques français dans les réflexions thématiques, les comités ad-hoc et les panels d'évaluation à Bruxelles.

L'augmentation de la performance française aux différents appels à projets européens passe par **une sensibilisation et un accompagnement des scientifiques et des laboratoires**. Il convient de mieux informer sur les différents appels, et d'augmenter les formations. De telles actions ont souvent vocation à se concevoir au niveau d'un site et il sera ainsi proposé aux universités de les conduire en commun. Il est important aussi d'encourager la participation des scientifiques français aux réseaux d'experts et aux différents panels.

Le CNRS fera un effort particulier pour encourager les projets soumis dans le cadre des piliers « Primauté industrielle » et « Défis sociétaux », tout en visant à garder une présence du meilleur niveau dans le pilier « Excellence », notamment à l'ERC.

Il faut également être en mesure d'apporter une aide au montage des projets européens. Le CNRS souhaite le faire à deux niveaux complémentaires, par une **implication renforcée des instituts** en appui scientifique, et en **recrutant 100 ingénieurs pour aider au montage des projets européens** de recherche académique, de recherche collaborative ou d'innovation, financés sur ressources propres (les overhead des projets retenus). Une fois leur projet retenu,

il faut aussi mieux accompagner les lauréats dans la gestion de leur projet : les Services partenariat et valorisation (SPV) des délégations régionales seront sensibilisés à cette tâche. Enfin, le CNRS souhaite proposer de **financer chaque année, en liaison avec les universités partenaires, l'équivalent de 50 ETPT en délégations afin de faciliter le dépôt de projets européens**, en particulier des dossiers ERC, par des enseignants-chercheurs. Le CNRS souhaite également une **revalorisation des primes octroyées aux lauréats ERC et aux porteurs de projets collaboratifs** avec un double objectif, celui de l'homogénéisation entre établissements publics français et celui de l'attractivité vis-à-vis des grandes institutions européennes.

ACTION 15
Poursuivre et développer la stratégie d'influence auprès de la Commission européenne, en lien avec le MESRI et les partenaires français.

ACTION 16
Sensibiliser et accompagner les scientifiques et les unités dans la soumission aux appels à projets européens, notamment l'ERC et l'EIC.

OBJECTIF 4
Recruter 100 ingénieurs pour aider au montage des projets européens de toute nature.

OBJECTIF 5
Financer chaque année l'équivalent de 50 ETPT en délégations afin de faciliter la préparation de projets européens par des enseignants-chercheurs.

5.2 PARTENARIATS STRATÉGIQUES EN EUROPE ET À L'INTERNATIONAL

La coopération internationale est inhérente à la politique scientifique du CNRS. Au-delà de l'importance de coopérer avec les meilleures institutions et équipes de recherche au niveau international pour renforcer l'excellence scientifique, partager la connaissance, attirer les talents, stimuler l'innovation, certains champs disciplinaires dépendent de l'accès à des terrains ou objets d'observation hors du territoire national, et aussi de l'utilisation et du développement d'infrastructures de niveau international. L'interconnexion de ces différents objectifs (excellence thématique, attractivité, priorités géographiques, enjeux de visibilité institutionnelle) et des outils de coopération (dispositifs du CNRS et de ses partenaires, infrastructures, prospectives et programmations européennes et internationales) est au centre de la stratégie internationale du CNRS.

Il existe un nombre limité d'institutions à travers le monde avec lesquelles le CNRS a un volume important de coopérations, impliquant des instituts différents et des thématiques variées. Le CNRS proposera aux principales d'entre elles de **renforcer et pérenniser ces partenariats stratégiques**, autour de structures sans mur ayant vocation à rassembler les différentes coopérations, les **International Research Centers** (IRC). Le suivi de chaque IRC sera assuré par un comité bilatéral, situé au plus haut niveau des deux établissements, et qui se réunira régulièrement. Ce comité identifiera quelques axes stratégiques, reliés à des domaines où les deux établissements ont des équipes au tout meilleur niveau international, sur lesquels ils feront porter un effort commun concerté. Plusieurs universités étrangères ont déjà manifesté leur intérêt marqué pour cette proposition.

INDICATEUR 12
Nombre de projets européens déposés par les unités dont le CNRS est tutelle et nombre de projets retenus (avec répartition par pilier).

INDICATEUR 13
Nombre de projets ERC dans les unités dont le CNRS est tutelle.

INDICATEUR 14
Nombre de projets européens multi-partenaires et parmi eux, nombre de projets avec des entreprises, et nombre de projets dont le CNRS est coordonnateur.

INDICATEUR 15
Montant des recettes de la Commission européenne.
(valeur-cible : augmentation de 25 % par rapport à la période 2014-2018)

Un *International Research Center* regroupera l'ensemble des actions que le CNRS conduit avec l'institution partenaire, les laboratoires (IRL) et projets (IRP) communs, les réseaux internationaux (IRN), et aussi, le cas échéant, les programmes de co-financements de doctorants ou d'échanges de scientifiques. De la même façon qu'un certain nombre de laboratoires communs avec des universités étrangères ont été construits en association avec des universités françaises (ce dispositif a vocation à se développer), les IRC pourront **associer les universités françaises** qui ont pour priorité internationale de développer des relations pérennes avec l'institution étrangère partenaire. Au cas par cas, cette association pourra se faire sur tout ou partie du spectre de l'IRC.

Les relations du CNRS avec ses partenaires étrangers passent aujourd'hui quasiment exclusivement par des actions conduites en dehors du territoire français, à l'exception notamment de notre laboratoire commun avec Georgia Tech (États-Unis) situé à Metz. Le CNRS va proposer à ses partenaires étrangers d'étudier **la création de tels laboratoires internationaux sur le sol français**, notamment dans le cadre des IRC présentées ci-dessus. Ces laboratoires auront naturellement vocation à être construits en partenariat avec des universités françaises.

De manière à développer ses partenariats internationaux, le CNRS souhaite poursuivre le programme initié en 2019 visant à **financer chaque année des doctorantes et doctorants dans une logique de « un pour un »** avec le partenaire étranger. Une centaine de nouveaux contrats par an (donc l'équivalent d'une cinquantaine à la charge du CNRS) semble un objectif raisonnable. En complément, le CNRS souhaite se redonner la possibilité de **financer des postes d'accueil** pour permettre à des scientifiques ayant déjà un poste dans une institution étrangère de faire un ou des séjours longs en France. De tels échanges sont particulièrement utiles pour développer et pérenniser des collaborations scientifiques, et aussi construire ensemble des projets européens ou internationaux. L'objectif est de financer l'équivalent de 100 ETPT par an. Certaines de ces « chaires internationales » pourraient être octroyées sur une base pluriannuelle, le scientifique lauréat s'engageant à faire plusieurs séjours longs en France, sur une période de plusieurs années.

Enfin, le CNRS se rapprochera de ses grands partenaires industriels pour étudier avec eux la création de laboratoires communs **hors de France** dans des pays prioritaires pour eux à l'instar de ceux existant avec Saint-Gobain au Japon et aux États-Unis, avec Solvay en Chine et avec Thalès à Singapour, et de celui en préparation avec Naval Group en Australie.

Le CNRS a l'ambition de **mieux et plus collaborer avec les pays d'Afrique**, continent en plein essor et à fort potentiel scientifique. Si des coopérations existent déjà, notamment par l'intermédiaire des UMIFRE, la marge de progression est importante. Il en est de même pour un certain nombre de pays en voie de fort développement. Le CNRS n'a par exemple qu'un seul laboratoire commun avec des universités d'Afrique sub-saharienne, au Sénégal. Ces pays ont rarement des institutions scientifiques très visibles au niveau international, et les outils classiques de coopération du CNRS ne répondent pas à tous les besoins des collaborations avec les scientifiques de ces pays. Le CNRS va donc entamer une réflexion visant à se doter à terme d'un **plan pluriannuel de coopérations**, en tenant compte des spécificités et des attentes des pays concernés et impliquant l'ensemble de ses instituts. Cette réflexion associera bien entendu le MEAE (et inclura à ce titre un échange sur le rôle et les missions des UMIFRE) et le MESRI, et aussi l'IRD et le CIRAD afin de veiller à la complémentarité des approches et des actions. Elle intégrera aussi les universités françaises qui font de l'Afrique et/ou de certains pays en voie de fort développement une priorité de leur stratégie internationale.

ACTION 17
Construire des partenariats stratégiques avec quelques-uns des principaux partenaires hors de France, sous forme d'International Research Centers (IRC).

ACTION 18
Se doter en 2021 d'un plan pluriannuel de coopérations avec l'Afrique, en associant les acteurs concernés en France et à l'étranger.

OBJECTIF 6
Financer des postes d'accueil pour les scientifiques étrangers, à hauteur de l'équivalent de 100 ETPT par an.

6 | LA SCIENCE DANS LA SOCIÉTÉ ET LA SCIENCE OUVERTE

Bibliothèque de stockage à bandes magnétiques du Centre de calcul de l'Institut de physique nucléaire et de physique des particules (CC-IN2P3). Cette infrastructure de recherche conçoit et opère un système de stockage de masse et de traitement de grandes quantités de données.
© Cyril FRESILLON / CC IN2P3 / CNRS Photothèque

L'image des chercheurs travaillant dans une forme d'isolement, ou dans une tour d'ivoire, appartient de plus en plus au passé, et elle doit y être reléguée. **Les scientifiques doivent continuer à prendre pleinement leur place dans la société**, et définitivement abandonner le modèle descendant d'une autorité académique censée s'imposer aux citoyens peu informés. Il faut **davantage éclairer, dialoguer, débattre parfois** pour espérer surmonter la défiance et aider à la décision publique, avec modestie, exigence et ambition. Cette professionnalisation de la médiation scientifique sera prise en compte et déclinée à tous les niveaux de l'organisme, du laboratoire à la direction générale en passant par les délégations régionales et les instituts.

Dans un contexte où la confiance entre nos concitoyens et la science est parfois ébranlée, la communauté scientifique se doit de **viser l'exemplarité en matière de déontologie et d'intégrité scientifique**. Le CNRS a la responsabilité d'apporter la plus grande attention à ces sujets, en s'appuyant sur les dispositifs qu'il a mis en place en 2018 (réfèrent intégrité, réfèrent déontologue et lanceur d'alerte, etc.) et en développant des actions de sensibilisation et de formation des personnels des laboratoires et de l'ensemble de l'organisme.

Un des leviers de cette refondation de la place des chercheurs et du CNRS dans la société est le paradigme de la science ouverte, qui saisit toutes les opportunités offertes par le numérique pour fluidifier, accélérer et libérer la circulation du savoir, en partageant avec tous les publications et les données de la recherche.

6.1 LA SCIENCE DANS LA SOCIÉTÉ

Changement climatique, érosion de la biodiversité, imixtion du numérique dans toutes les sphères de notre vie, vieillissement des populations, radicalisation : loin de vivre isolés et à l'écart des bruits du monde, les laboratoires résonnent des défis qui se posent à nos sociétés. Dans un contexte de remise en cause des acquis de la science, le CNRS entend s'emparer de ces enjeux en assurant une parole scientifique à destination des médias et d'un large public, et en apportant un éclairage scientifique en appui aux politiques publiques.

Les défis sociétaux identifiés dans la section 2 donneront lieu à des expériences de sciences participatives originales associant citoyens, décideurs et scientifiques.

Il est plus que jamais indispensable de **mettre à la portée de tous les travaux et les résultats des chercheurs et des chercheuses**. Au-delà des actions « classiques » comme la Fête de la science, les colloques, expositions et rencontres diverses avec un public souvent acquis, le CNRS orientera sa politique de communication et de diffusion des connaissances vers des publics nouveaux. Dans ce cadre, un effort particulier sera entrepris vers les enseignants et une politique partenariale avec les grands établissements culturels et les centres de culture scientifique (CCSTI) sera poursuivie et approfondie en relation avec les partenaires universitaires sur les territoires.

Le CNRS a aussi l'ambition de renforcer ses actions visant à **apporter une expertise scientifique en appui aux politiques publiques**. Sur le modèle des partenariats de type « recherche-actions » existant avec les ministères en charge de la justice et de l'intérieur, la Direction du Renseignement Militaire (DRM) ou la gendarmerie, les interactions avec les grandes administrations de l'État seront amplifiées, en particulier grâce à des expertises collectives encadrées et valorisées. La pluridisciplinarité du CNRS et l'apport des SHS favoriseront cette dimension d'aide à la décision publique. Cette expertise collective sera encouragée et encadrée pour faciliter notamment l'accès à des données sensibles.

Parallèlement, la **Fondation CNRS** jouera un rôle important dans la popularisation des recherches et leur visibilité dans la société. Les thématiques des défis sociétaux identifiés dans la section 2 s'inscriront dans la programmation des premières actions ciblées.

ACTION 19

Créer de nouvelles offres de formation et de sensibilisation pour les enseignants de l'éducation nationale.

ACTION 20

Amplifier les partenariats avec les grandes institutions culturelles et avec les acteurs territoriaux de la culture scientifique, et inscrire ces actions dans le cadre des relations avec les régions.

ACTION 21

Développer des initiatives nouvelles de sciences participatives, notamment dans les domaines des six défis sociétaux identifiés dans la section 2.

ACTION 22

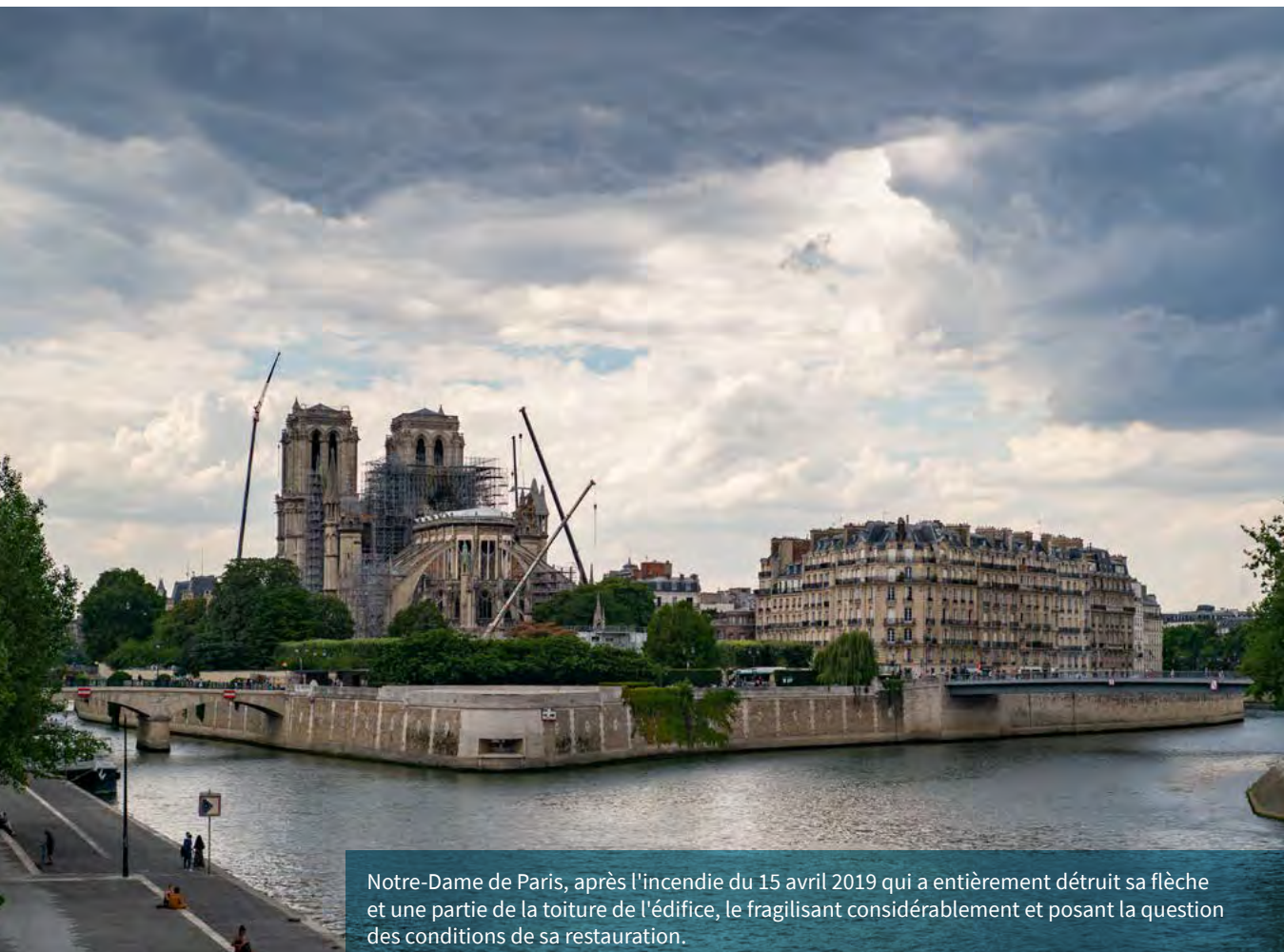
Favoriser et encadrer la capacité d'expertises collectives et mobiliser les communautés scientifiques pour apporter une expertise scientifique à l'État et aux collectivités publiques.

INDICATEUR 16

Production et diffusion d'informations sur les sites internet du CNRS et les réseaux sociaux.

INDICATEUR 17

Nombre d'abonnés sur les pages CNRS des réseaux sociaux.



Notre-Dame de Paris, après l'incendie du 15 avril 2019 qui a entièrement détruit sa flèche et une partie de la toiture de l'édifice, le fragilisant considérablement et posant la question des conditions de sa restauration.

© Cyril FRÉSILLON/CNRS photothèque

6.2 LA SCIENCE OUVERTE

En diffusant librement les publications et, autant que possible, les données de la recherche, la science ouverte renforce le lien de la science avec la société car elle permet l'accès de tous – citoyens, étudiants, associations, entreprises, etc. – aux savoirs issus de la recherche. Elle permet également de produire une recherche de meilleure qualité parce qu'elle donne aux chercheurs les moyens de dépasser les silos des communautés ou des disciplines, et de renforcer la connaissance en donnant accès aux données sous-jacentes aux publications, autrefois enfouies dans les archives des laboratoires. Les données sont désormais potentiellement accessibles à tous, pour confirmer, discuter ou affiner les conclusions des publications existantes, et souvent pour produire de nouvelles connaissances.

Le mouvement international pour la science ouverte, initié il y a plus de 30 ans, connaît un développement sans précédent depuis que le web l'a rendu possible à une échelle globale avec des coûts de diffusion raisonnables. Le CNRS

travaillera au niveau européen, notamment en lien avec ses homologues du « G6 européen » (voir la section 5.1) pour conduire une politique cohérente, volontariste et ambitieuse pour la promotion de la science ouverte. En France, le développement de la science ouverte se fera avec l'ensemble des acteurs de la recherche et en particulier les partenaires universitaires et les autres organismes de recherche, dans le cadre du plan national porté par le MESRI.

Le CNRS portera une **politique volontariste pour le développement de la science ouverte** avec des objectifs concrets afin d'accélérer ce développement autour de quatre grands axes :

- la production scientifique, avec l'ambition d'aboutir à l'échéance de la période du COP à 100 % des publications des UMR en accès ouvert ; cela passe par le développement du CCSD, l'unité mixte de service qui pilote HAL, en lui donnant les moyens d'une nouvelle ambition, et par le soutien à l'édition scientifique en accès ouvert ;

- les données de la recherche, avec le développement d'une culture de la gestion et du partage des données – basée sur la mise en œuvre des principes FAIR (Faciles à trouver, Accessibles, Interopérables et Réutilisables) – chez tous les acteurs du cycle de vie de la donnée et la généralisation de l'utilisation de plans de gestion des données ;
- l'analyse des résultats de la science, avec le développement des infrastructures, des outils et des compétences permettant l'analyse de contenus scientifiques en toute indépendance ;
- l'évaluation individuelle des chercheurs et des chercheuses, avec d'une part une évaluation compatible avec les objectifs de la science ouverte et d'autre part la prise en compte dans l'évaluation de la contribution des scientifiques à la science ouverte. Dans ce cadre il convient que chaque instance d'évaluation inscrive dans ses critères d'évaluation les quatre principes énumérés ci-dessous :

Principe 1 : Ce sont les résultats eux-mêmes qui doivent être évalués, et non le fait qu'ils aient été publiés dans une revue prestigieuse ou un autre média réputé.

Principe 2 : Les chercheurs doivent expliquer la portée et l'impact de chacune des productions citées dans leurs dossiers d'évaluation, et préciser la contribution personnelle qu'ils y ont apportée.

Principe 3 : Tous les types de production doivent pouvoir être des éléments de l'évaluation.

Principe 4 : Toutes les productions citées dans les dossiers d'évaluation doivent être accessibles dans HAL ou éventuellement dans une autre archive ouverte. En outre, la réflexion sera poursuivie avec les instances d'évaluation (à qui il a déjà été rappelé qu'il n'est pas utile de demander des listes exhaustives de publications) en vue de limiter les publications examinées pour les recrutements et promotions des chercheurs et chercheuses à un petit nombre d'entre elles, les plus significatives, à l'instar de ce qui se pratique déjà dans d'autres pays.

La politique de science ouverte doit être placée au cœur des politiques des instituts. Ceux-ci gèrent en particulier de nombreuses infrastructures de recherche productrices de données. Certaines sont des infrastructures thématiques de gestion et de partage des données inscrites sur la

Feuille de route nationale des infrastructures de recherche, qui jouent un rôle important dans le paysage national, européen et international, tels le Centre de données astronomiques de Strasbourg, la plateforme Huma-Num des humanités numériques, ou l'infrastructure de recherche Data Terra (ex-Système Terre). Les instituts ont également développé des initiatives liées aux publications, en particulier la plateforme d'édition de revues en open access « Open Edition », le centre Mersenne développé pour la publication en accès ouvert des revues mathématiques, etc.

ACTION 23

Poursuivre avec les partenaires la transformation du CCSD.

ACTION 24

Développer la bibliodiversité, créer de nouvelles revues en accès ouvert ou reprendre les revues existantes pour les publier en accès ouvert, en partenariat avec des institutions françaises et européennes et de façon adaptée à chaque discipline.

ACTION 25

Développer une culture de la gestion et du partage des données chez tous les acteurs du cycle de vie de la donnée basée sur la mise en œuvre des principes FAIR (Faciles à trouver, Accessibles, Interopérables et Réutilisables).

INDICATEUR 18

Pourcentage des publications des unités dont le CNRS est tutelle publiées en accès ouvert.
(valeur-cible : 100 %)

7 | RESSOURCES HUMAINES

Comme rappelé dans l'introduction, la première force du CNRS réside dans la qualité de ses personnels scientifiques et de ses personnels d'appui à la recherche. Les chercheurs et les chercheuses du CNRS sont reconnus au meilleur niveau international et la qualité des services d'appui est souvent mise en exergue par nos partenaires mêmes. Il convient de veiller à préserver et à renforcer l'attractivité du CNRS dans des contextes nationaux et internationaux de plus en plus concurrentiels.

Au quotidien, le CNRS s'attache à **renforcer le sentiment et la fierté d'appartenance de ses agents et investit dans la qualité de vie au travail**. La politique sociale contribue à faciliter la conciliation des vies professionnelles, personnelles et familiales. Elle vise à soutenir les agents victimes d'accidents de la vie ; à ce titre le CNRS apportera une attention particulière aux personnes handicapées, dans un contexte marqué par la baisse des financements du FIPHP. Elle prend aussi en compte la mise en place du télétravail en 2019. La dématérialisation de processus RH simples (plateforme Ariane) permet aux services RH de développer les activités de conseil et d'accompagnement, tant au niveau individuel que collectif, à l'échelle de la délégation régionale et du laboratoire. Le CNRS a fait de la parité un de ses chantiers prioritaires dans le domaine RH et il apporte, plus généralement, une attention particulière à toute forme de discrimination.

Le CNRS a reçu en 2017 de la Commission européenne le label « *HR Excellence in research* » pour son engagement dans la stratégie européenne des ressources humaines pour les chercheurs (HRS4R). La première évaluation par la Commission européenne, en février 2019, est très positive. L'attention élevée portée à ces sujets sera maintenue.

Les actions présentées dans ce document supposent un **dialogue social de qualité**, que le CNRS s'attachera à préserver dans le cadre des réformes annoncées au niveau de l'ensemble de la fonction publique.

7.1 PERSONNELS PERMANENTS

On ne peut que constater la baisse des emplois financés sur la subvention pour charges de service public (SCSP) du CNRS, qui a ainsi perdu plus de 3 000 emplois en 10 ans, soit près de 11 % de ses effectifs. Une telle tendance ne peut évidemment pas perdurer. **Le CNRS préparera après le vote de la loi de programmation pluriannuelle de la recherche un plan pluriannuel d'évolution de ses effectifs** (voir la section 10). Ce plan inclura les recrutements sur la SCSP des permanents comme des non-permanents, tant pour les chercheurs et chercheuses que pour les ingénieurs, techniciens (IT). Ce plan prendra aussi en compte l'évolution des métiers et des compétences attendues, notamment en ce qui concerne les fonctions d'appui à la recherche.

En attendant cette étape importante, le CNRS confirme pour les prochaines années le schéma de recrutement initié en 2019 et prévoyant 560 recrutements annuels de permanents, 250 chercheurs et 310 IT (à comparer à 300 et 300 dans le schéma précédent). Cette évolution de l'équilibre de recrutements permanents démontre la **priorité accordée à l'emploi des IT**. Il faut rappeler qu'environ la moitié des personnels IT et BI-ATOSS permanents des unités dont le CNRS est tutelle sont des personnels CNRS, alors

que cette proportion de personnels CNRS est proche d'un quart pour les personnels scientifiques permanents. Pour des raisons historiques, la proportion de cadres A chez les IT est bien supérieure à ce qu'elle est chez les BI-ATOSS. Ces éléments démontrent que les personnels d'appui à la recherche forment un élément important de la qualité et de l'attractivité du CNRS.

Le CNRS souhaite **ouvrir, avec l'ensemble des acteurs, la question des rémunérations et des régimes indemnitaires de ses salariés**, sujet particulièrement important dans l'optique de la réforme des retraites. Le CNRS souhaite conduire une réflexion sur le régime indemnitaire des chercheurs (actuellement le plus bas de la catégorie A+ de la fonction publique), le cas échéant à travers une adhésion au RIFSEEP sous réserve de certains ajustements. Concernant les IT, qui bénéficient du RIFSEEP depuis 2017, le CNRS souhaite poursuivre l'effort de rattrapage par rapport aux corps analogues de la fonction publique.

La formation professionnelle joue un rôle important dans la construction des parcours professionnels. Le CNRS finalisera donc un nouveau plan de formation, et précisera la

Marquage d'une feuille de tabac *Nicotiana benthamiana* après infiltration par la bactérie *Agrobacterium tumefaciens*.
© Frédéric MALIGNE / LRSV / CNRS Photothèque

mise en œuvre du compte personnel d'activité (CPA) ainsi que du compte personnel de formation (CPF), avec l'apparition progressive de conseillers en évolution professionnelle. Enfin, le CNRS proposera aux principaux EPST, et à la CPU et à la CURIF, d'étudier, en lien avec le MESRI, la mise en place d'une école des cadres ouverte à l'ensemble de l'ESRI.

ACTION 26

Finaliser en 2020 un nouveau plan de formation et la mise en œuvre du compte personnel d'activité (CPA) ainsi que du compte personnel de formation (CPF).

OBJECTIF 7

Ouvrir, avec l'ensemble des acteurs, la question des rémunérations et des régimes indemnitaires, en lien avec les autres EPST, sous le contrôle du MESRI.



Expérimentation de la plateforme d'annotation 3D Aïoli, développée par l'équipe de Livio De Luca, médaillé de l'innovation 2019, permettant aux utilisateurs d'élaborer des représentations 3D d'un objet patrimonial à partir de photographies et d'enrichir ces représentations à l'aide d'annotations sémantiques.

© Frédérique PLAS / G2Elab / CNRS Photothèque

7.2 RECRUTEMENTS, PROMOTIONS ET MOBILITÉS DES CHERCHEURS PERMANENTS

Le CNRS poursuivra sa politique de diversification des profils des chercheurs et chercheuses recrutés, en veillant à rester attractif au niveau international. Il a octroyé en 2019 un *package* d'accueil d'un montant moyen de 10 k€ aux nouveaux chargés et chargées de recherche. Afin de répondre aux enjeux d'attractivité de l'ESRI français, il souhaite être en mesure d'augmenter ce package, qui sera attribué sur la base d'un projet – essentiellement le projet proposé pour le concours, mais ajusté éventuellement pour tenir compte de l'insertion dans l'unité d'affectation et des grandes orientations proposées dans ce COP.

En lien avec le comité national de la recherche scientifique, le CNRS va conduire une étude sur les profils des chercheurs et des chercheuses changeant de corps ou de grade et veillera à recruter et promouvoir des chercheurs ou chercheuses ayant des profils variés couvrant l'ensemble de leurs missions. Il s'agit de **s'assurer que l'évaluation des chercheurs et des chercheuses prend en compte et valorise bien l'ensemble des dimensions de l'action**

du CNRS : les recherches fondamentales et l'avancement des connaissances bien sûr, mais aussi l'investissement dans l'interdisciplinarité et les recherches liées aux défis sociétaux; l'implication dans les projets européens ou les partenariats internationaux stratégiques; l'innovation, le développement de technologies et leur transfert, la création de start-up ou les coopérations avec les entreprises; la médiation scientifique et la diffusion de l'information et de la culture scientifique et technique dans toute la population, notamment parmi les jeunes, l'expertise en appui aux politiques publiques, et la science ouverte; et l'implication dans des fonctions collectives ou managériales. Pour faciliter cette prise en compte, le dossier d'évaluation de chaque chercheur ou chercheuse candidat à une promotion comprendra en préambule une introduction déclarative précisant les dimensions dans lesquelles s'inscrivent ses principales contributions, au titre des diverses missions de la recherche, afin que son évaluation prenne bien en compte l'ensemble de ces dimensions.

Le CNRS souhaite également recruter plus de DR (ou de CDI) « externes », avec l'objectif d'accueillir des personnes n'ayant pas déjà un poste permanent en France dans le milieu académique, et assorti d'un *package* d'accueil significatif. Un tel dispositif doit notamment permettre d'accueillir des lauréats d'ERC souhaitant s'installer en France, ou encore de stabiliser en France des lauréats du programme MOPGA. Il visera à recruter des candidats ou candidates ou apportant une valeur ajoutée aux forces existantes au sein des unités dont le CNRS est tutelle, tous instituts confondus.

Le CNRS souhaite aussi **encourager la mobilité interne** en proposant des *packages* sur la base d'un projet scientifique innovant. **Il développera également les possibilités de « double position »** permettant au chercheur ou à la chercheuse de conserver son statut tout en apportant son concours à des projets scientifiques hors du CNRS, notamment dans le monde socio-économique. Enfin le CNRS est prêt à **généraliser le dispositif de « professeurs attachés »** avec les universités volontaires, par exemple dans le cadre des Écoles universitaires de recherche (EUR), pour permettre à des chercheurs et chercheuses du CNRS de participer plus activement aux activités pédagogiques des établissements partenaires.

ACTION 27

S'assurer que l'évaluation des chercheurs et chercheuses prend en compte et valorise bien l'ensemble des dimensions de l'action du CNRS.

OBJECTIF 8

Proposer un *package* d'accueil significatif à chaque nouveau recruté et nouvelle recrutée dans le corps des chargés de recherche.

OBJECTIF 9

Développer les possibilités de « double position » avec le monde socio-économique.

OBJECTIF 10

Généraliser le dispositif de « professeurs attachés » avec les universités volontaires.

INDICATEUR 19

Proportion de chercheurs et chercheuses non-nationaux recrutés chaque année. (valeur-cible : maintien)

INDICATEUR 20

Nombre de scientifiques n'ayant pas déjà un poste permanent en France dans le milieu académique recrutés sur des postes de DR.



Raphaële Herbin, mathématicienne, lauréate de la médaille de l'innovation 2017, a toujours eu à cœur de créer des passerelles avec d'autres disciplines pour trouver des applications industrielles et sociétales à ses développements algorithmiques de modélisation numérique.

© Frédérique PLAS / I2M / CNRS Photothèque

7.3 RECRUTEMENTS DE PERSONNELS NON PERMANENTS

Le CNRS a lancé en 2019 un plan de recrutements de doctorantes et de doctorants. Trois priorités ont été définies : l'interdisciplinarité, les problématiques issues de questions sociales (par exemple, la préparation des Jeux olympiques de 2024, la reconstruction de Notre-Dame, le phénomène de radicalisation,...) et les coopérations internationales. Ce plan a recueilli un accueil enthousiaste tant de la part de la communauté scientifique que des partenaires, notamment internationaux. Considérant que cette capacité de recrute-

ment est un élément essentiel pour conduire une politique scientifique, le CNRS souhaite **augmenter progressivement à 500 le nombre de nouveaux financements annuels de doctorants et doctorantes.**

INDICATEUR 21
Nombre de nouveaux financements de doctorants et doctorantes.

7.4 ENSEIGNANTS-CHERCHEURS

Le CNRS **poursuivra sa politique volontariste d'accueil en délégation d'enseignants-chercheurs**, en interaction étroite avec les universités. Il réservera en particulier, comme déjà mentionné en section 5.1, une partie des délégations pour l'aide à la soumission de projets européens. Il souhaite également en utiliser quelques-unes pour favoriser la présence d'enseignants-chercheurs dans les *International Research Labs*.

Le CNRS travaillera avec les universités afin de **systématiser le principe des décharges de service d'enseignement ou d'accueils en délégation** (avec une quotité pouvant dépendre de la taille de l'unité) **pour les directeurs et directrices d'unités**, attribuées pour la durée de leur mandat.

En complément des postes de chercheurs et chercheuses permanents qui resteront la principale voie de recrutement, le CNRS souhaite **mettre en place, avec des universités volontaires, un dispositif de « tenure track »** qui permettra à de jeunes scientifiques de commencer leur carrière au CNRS avant de rejoindre une université comme professeur ou équivalent.

ACTION 28
Poursuivre la politique volontariste d'accueil en délégation d'enseignants-chercheurs, notamment pour les directeurs et directrices d'unités, en interaction étroite avec leurs employeurs.

OBJECTIF 11
Mettre en place, avec des universités volontaires, un dispositif de « tenure track ».

INDICATEUR 22
Nombre d'enseignants-chercheurs accueillis chaque année en délégation, dont nombre d'enseignants-chercheurs accueillis pour faciliter la préparation d'un projet européen.



Discussion autour de recherches sur la physique et la mécanique des milieux divisés par modélisation et expérimentation.

© Christophe HARGOUES / LMGC / CNRS Photothèque

7.5 PARITÉ

Le CNRS a fait de la prise en compte de la dimension du genre une des priorités de sa politique de ressources humaines, pour l'ensemble des personnels titulaires et contractuels. En appui de la Mission pour la place des femmes, un comité Parité-Égalité a été créé, en charge de faire des propositions concrètes pour aborder les deux sujets principaux que sont :

- le trop faible nombre de chercheuses recrutées,
- la gestion de la carrière des personnels féminins, dont la proportion baisse au fur et à mesure que l'on « monte » dans les grades et les corps.

Une sensibilisation aux biais de genre est proposée régulièrement aux membres des sections du comité national et des jurys d'admission des différents concours.

Concernant les promotions des chercheuses, le CNRS s'est donné comme objectif en 2019 de promouvoir une proportion de femmes au moins égale à celle du vivier (et pas à celle des candidates, l'autocensure féminine étant plus importante). Cet objectif a été atteint, grâce à une sensibilisation et une implication des sections du comité national de la recherche scientifique et du comité de direction. Il sera bien entendu repris chaque année. L'objectif de promotion d'une proportion de femmes au moins égale à celle du vivier s'appliquera également aux IT, en tenant compte des particularités de chaque BAP.

Le CNRS souhaite également **augmenter la proportion de responsables d'unité qui soient des femmes**. Avec les autres tutelles des laboratoires, au premier rang desquelles les universités, il portera une attention particulière à ce sujet, en revoyant notamment le processus conduisant à la nomination des directeurs et directrices d'unité.

Le CNRS étudiera les mesures nécessaires, et les éventuels changements réglementaires qu'elles nécessitent, pour contribuer à la prise en charge des frais de garde ou de déplacement des jeunes enfants à l'occasion des déplacements professionnels des parents.

Le CNRS sera vigilant à n'apporter son soutien officiel qu'aux manifestations scientifiques prenant en compte la dimension du genre et veillant en particulier à l'équilibre femmes/hommes (qui pourra dépendre du champ disciplinaire concerné) dans les comités de programme, les conférences et conférenciers invités, les membres des tables rondes, etc.

OBJECTIF 12
Augmenter la proportion de femmes dans les différents grades et corps des chercheurs et chercheuses.
Viser des proportions analogues de femmes dans les différents grades d'un corps donné tant pour les scientifiques que pour les IT.

INDICATEUR 23
Proportion de femmes dans les recrutements.

INDICATEUR 24
Proportion de femmes dans les promotions.
(valeur-cible : au moins la proportion dans le grade d'origine)

INDICATEUR 25
Proportion de femmes dans les lauréats des distinctions du CNRS.
(valeur-cible : 50 % chaque année)

INDICATEUR 26
Nombre de directrices d'unité.
(valeur-cible : + 5 % chaque année)

8 | GRANDES INFRASTRUCTURES DE RECHERCHE

Le CNRS gère en collaboration avec ses partenaires français, européens et internationaux, de nombreuses infrastructures¹ et très grandes infrastructures de recherche (IR et TGIR) permettant à des scientifiques de toutes les disciplines d'avoir accès aux équipements les plus performants pour mener des recherches de grande ampleur dans des domaines de pointe. **Ces infrastructures sont essentielles et un élément important d'attractivité.** Elles contribuent fortement au rayonnement international et à la construction de l'Europe de la recherche.

L'ampleur des enjeux scientifiques et technologiques, ainsi que les coûts de construction et d'exploitation de ces infrastructures, requièrent des collaborations et des moyens humains et financiers importants, très souvent internationaux. Si la majeure partie de ces outils est située en France et en Europe, d'autres sont installés en Amérique du Nord et du Sud, en Afrique et jusqu'en Antarctique. Ces instruments indispensables doivent être soutenus avec une maîtrise de l'évolution de leurs coûts et de leurs impacts.

Le CNRS se propose de travailler avec le MESRI, en lien avec les autres acteurs concernés et notamment le CEA, sur les **évolutions à apporter au pilotage des infrastructures de recherche**, suite au rapport de la Cour des comptes. Il souhaite également conduire avec le MESRI et avec les autres acteurs concernés une réflexion par grand domaine scientifique visant à avoir un **plan pluriannuel des besoins, des mutualisations possibles et des nouveaux projets, des jouvences et des arrêts.**

Le CNRS vise à **se doter d'un plan global « Données »** tenant compte des spécificités, besoins et attentes des différents grands domaines scientifiques, en cohérence avec les efforts nationaux et européens actuels, en s'appuyant sur une gouvernance spécifique dédiée à la donnée.

Par ailleurs, il poursuivra en synergie sa politique « Calcul » en s'appuyant notamment sur la structure MiCaDo, en lien avec GENCI et en impliquant le centre de calcul de l'IN2P3, pour répondre, de manière mutualisée avec l'ensemble des instituts, aux besoins des communautés scientifiques.

ACTION 29

Conduire avec le MESRI et les autres acteurs concernés une réflexion sur les infrastructures de recherche par grand domaine scientifique visant à établir un plan pluriannuel des besoins, des mutualisations possibles et des nouveaux projets, des jouvences et des arrêts.

ACTION 30

Se doter en 2020 d'un plan global « Données » en s'appuyant sur une gouvernance spécifique dédiée à la donnée.

Site du *Very large telescope* (VLT), à l'observatoire Paranal, dans le désert d'Atacama au Chili. Le VLT est un ensemble de 4 télescopes de 8 mètres de diamètre, auxquels peuvent s'adjoindre 4 télescopes auxiliaires repositionnables de 1,80 mètre, en plus de deux télescopes dédiés aux grands relevés du ciel. © Eric LE ROUX/ESO/Université Claude Bernard Lyon 1/CNRS Photothèque

1. On inclut ici derrière le terme « infrastructures de recherche » les équipements appelés parfois « mi-lourds ».



9 | APPUI À LA RECHERCHE

Jean-Marie Tarascon, spécialiste de l'électrochimie des solides et médaillé de l'innovation CNRS 2017, avec une partie de son équipe du laboratoire Chimie du solide et de l'énergie qu'il dirige. © Frédérique PLAS / UMR8260 / CNRS Photothèque

Le CNRS a construit depuis 80 ans des **services d'appui à la recherche de grande qualité**. Ils sont une **composante indispensable à la performance générale de l'établissement** dans l'exercice de ses missions. Ces services d'appui ont déjà été évoqués dans la section sur les ressources humaines. Cette section aborde un certain nombre de sujets transverses auxquels le CNRS souhaite apporter une attention particulière au cours de la période du COP.

INDICATEUR 27

Taux de fonctions support de l'établissement.
(valeur-cible : maintien)

9.1 ÉVALUATION ET SOUTIEN AUX UNITÉS

Les UMR sont régulièrement évaluées par le HCERES, en lien avec leurs autres tutelles. Le comité national de la recherche scientifique envoie généralement un représentant dans les comités de visite mis en place par le HCERES, et il utilise l'évaluation de l'unité comme contexte général pour l'évaluation des personnels CNRS, dont il a la charge. La situation concernant l'évaluation est moins satisfaisante quand un autre EPST est co-tutelle de l'unité : la redondance entre les diverses évaluations est alors souvent de mise, ce qui entraîne un surcroît de travail pour les responsables et les personnels des unités. Le CNRS proposera à l'ensemble des tutelles d'une unité donnée de définir ensemble les critères d'évaluation et de veiller à la meilleure complémentarité possible des évaluations pilotées par les uns et les autres.

Cette évaluation est indispensable si elle se situe bien au niveau international. Elle joue un rôle important pour l'attribution du soutien de base aux unités, plus de 160 M€ en 2019. Ce soutien de base est complété par un financement

de 80 M€, dont 40 M€ pour les infrastructures de recherche et 40 M€ pour un financement compétitif d'actions plus ciblées, prenant en compte la qualité des projets présentés et des priorités des instituts. Dans les deux cas, soutien de base et soutien à des actions ciblées, il est tenu compte des ressources allouées par les partenaires académiques, dans le cadre d'un dialogue de gestion commun lorsque c'est possible.

Le CNRS considère que la somme globale, 240 M€, apportée chaque année aux unités et à leurs projets, est notoirement insuffisante. Il espère que la prochaine loi de programmation pluriannuelle de la recherche donnera à l'établissement la possibilité d'augmenter très nettement cette somme globale. Il en va de l'attractivité internationale des unités de recherche.

9.2 SIMPLIFICATION

Depuis longtemps, le CNRS s'appuie sur les initiatives de terrain et favorise le partage de bonnes pratiques allant dans le sens de la simplification des processus. Il amplifiera la démarche d'amélioration continue, en particulier au bénéfice des instituts au niveau national et des laboratoires sur le terrain.

Le CNRS poursuivra également la démarche de dématérialisation déjà engagée. Il stabilisera l'application Ariane et l'étendra à de nouveaux processus RH. Il engagera le projet d'une dématérialisation complète du dossier administratif des agents. Il révisera les circuits faisant intervenir aujourd'hui une signature et développera le recours à la signature électronique.

Le CNRS conduira un projet de **simplification de la gestion des missions** pour alléger la charge de travail sur le terrain et proposera aux laboratoires une capacité de suivi et de pilotage multi-tutelles, en préparant un marché commun avec l'AMUE et en déployant, en parallèle, l'outil Etamine pour les missions.

ACTION 31

Poursuivre la démarche de dématérialisation, notamment en visant à la dématérialisation complète du dossier administratif des agents.

ACTION 32

Simplifier la gestion des missions.

9.3 SYSTÈMES D'INFORMATION

L'implication du CNRS dans les projets du « programme SI Labo », dans le cadre des orientations fixées par le MESRI et en lien avec l'AMUE et l'ensemble des partenaires concernés, a déjà été mentionnée dans la section 3.

Par ailleurs, un audit externe a été réalisé sur la fonction SI au CNRS. Le CNRS conduira le plan d'action qui en a été déduit. Les principaux chantiers visent à :

- renforcer les effectifs de la DSI et l'attractivité des emplois offerts;

- mieux maîtriser l'externalisation et réaliser différents ajustements concernant les MOA et les services SI des délégations régionales;
- poursuivre la résorption de la « dette technique »;
- investir dans certaines technologies pour faciliter l'urbanisation et la sécurité des SI.

9.4 IMMOBILIER

Le CNRS a préparé en 2015-2016 un schéma pluriannuel marquant une inflexion par rapport aux périodes précédentes, avec pour objectif de réduire les surfaces gérées et une priorité donnée aux mises aux normes de sécurité

et aux opérations de rationalisation économique et énergétique. Le CNRS engagera dès 2020, en lien avec le MESRI et la direction de l'immobilier de l'État, la préparation d'un nouveau schéma pluriannuel de stratégie immobilière.



Façade du Hub de l'énergie, un laboratoire de recherche fondamentale et de développement préindustriel basé à Amiens qui travaille à l'amélioration des batteries actuelles et à l'invention de celles de demain.

© Cyril FRESILLON / LRCS / RS2E / UPJV / CNRS Photothèque

9.5 DÉLÉGATIONS RÉGIONALES

Dans la période précédente, le périmètre des délégations régionales d'Ile-de-France a été modifié, avec d'importants transferts d'unités, pour que chaque regroupement d'établissements, IDEX et I-Site, ait sauf exception une seule dé-

légation régionale comme interlocuteur pour l'ensemble de ses unités. Il reste aujourd'hui à évaluer les avantages et inconvénients d'une éventuelle évolution des périmètres des délégations régionales de Bordeaux et Orléans.

9.6 DÉVELOPPEMENT DURABLE

Le CNRS fait des recherches sur les objectifs du développement durable (ODD) un enjeu scientifique majeur, comme présenté dans la section 2.2. En complément, il souhaite mener une action volontariste pour répondre « en pratique » aux ODD. Pour cela, il a déjà mis en place un groupe de travail qui regroupe chercheurs, IT, responsables des achats et de l'immobilier et s'inspire des bonnes pratiques, en particulier de celles préconisées par le « collectif labos 1.5 »¹.

Le CNRS proposera des actions et une organisation interne qui permettront de favoriser la compatibilité de ses activités avec la nécessité de limiter son empreinte carbone collective, en associant ses partenaires universitaires français, mais également des universités étrangères partenaires actives dans ce domaine. Une réflexion sera en particulier conduite sur les missions et les déplacements, et aussi sur la restauration et la consommation énergétique des bâtiments, des infrastructures et des usages des technologies du numérique.

Cette démarche sera également intégrée dans les actions de formation des agents dès leur recrutement. Elle sera déclinée à tous les niveaux de décision du CNRS – du laboratoire à la direction générale – et une évaluation des résultats sera réalisée à l'issue de la période du COP.

ACTION 33

Mettre en place en 2020 un plan d'action et une organisation interne pour favoriser la compatibilité de l'action du CNRS avec les objectifs du développement durable.

ACTION 34

Organiser en 2023 une première évaluation de la mise en œuvre de ce plan d'action.

1. Cf. <https://labos1point5.org/texte-fondateur/>



10 | MISE EN ŒUVRE ET SUIVI DU CONTRAT

Structures maçonneries modèles en forme d'arche, composées de briques en silicone. L'objectif est de réaliser des expériences permettant de valider les codes de calculs développés par le Laboratoire de Mécanique et Génie Civil pour les champs de déformation et de déplacement des structures maçonneries. © Christophe HARGOUES / LMGC / CNRS Photothèque

Le présent contrat est un fondement essentiel pour la relation entre l'État et le CNRS pour la période 2019-2023. Il s'inscrit dans une vision partagée :

- où le CNRS, opérateur autonome de l'État, a la responsabilité de mettre en œuvre sa stratégie d'établissement en l'inscrivant dans le cadre des politiques publiques de l'enseignement supérieur, de la recherche et de l'innovation portées par l'État, avec une attention particulière à la qualité de ses relations avec les autres établissements du dispositif national de l'ESRI ;
- où l'État, représenté par le ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation, signataire du présent contrat, tutelle du CNRS, a la responsabilité de l'accompagner dans la mise en œuvre des orientations et actions décrites ci-dessus.

Un rendez-vous annuel permettra de faire un bilan de la mise en œuvre du présent contrat ; ce bilan annuel s'appuiera notamment sur le suivi des indicateurs du COP, qui sont regroupés dans le tableau présenté en Annexe. De plus, le CNRS présentera tous les deux ans un bilan qualitatif portant sur l'ensemble des actions, objectifs et indicateurs inscrits dans le COP.

Les signataires du présent contrat conviennent d'organiser un rendez-vous particulier dans les mois qui suivront la promulgation de la loi de programmation pluriannuelle de la recherche, afin d'examiner la possibilité d'apporter au présent contrat, par avenant, les modifications qui permettront au CNRS de s'inscrire dans les perspectives ouvertes par cette loi.

Le CNRS souhaite que ce rendez-vous permette d'adopter un plan pluriannuel d'évolution de ses effectifs, incluant un plan pluriannuel des recrutements réalisés sur la base de la subvention pour charges de service public et prenant en compte l'évolution des métiers et des compétences au sein de l'organisme. Il souhaite aussi que ce rendez-vous permette de définir une « trajectoire-cible » d'évolution de ses

moyens, dont la concrétisation relèvera in fine des choix budgétaires proposés par le gouvernement au Parlement. Le CNRS souhaite que cette « trajectoire-cible » soit établie de façon à commencer à corriger les évolutions constatées dans les dernières années concernant les poids relatifs des trois postes principaux de dépense que sont la masse salariale, les infrastructures de recherche, et le fonctionnement et l'équipement des laboratoires.

ACTION 35

Établir en 2021 et 2023 un bilan bi-annuel relatif aux actions, objectifs et indicateurs inscrits dans le COP.

RÉCAPITULATIF DES INDICATEURS ET DES JALONS

Indicateurs	2018	2019	2020	2021	2022	2023	Valeur-cible
Priorités thématiques et actions transverses							
1. Pourcentage du soutien scientifique compétitif consacré aux priorités thématiques		~ 45%					66 % chaque année
2. Pourcentage des recrutements annuels de chercheurs et chercheuses permanents en soutien de projets pluridisciplinaires inter-instituts		22%					20 % chaque année
3. Nombre de projets financés chaque année dans le cadre du programme PRIME		80					
4. Pourcentage de recrutements de chercheurs et chercheuses permanents sur des thématiques directement reliées aux grands défis sociétaux		35%					+10 % chaque année
Partenariats avec les universités et politiques de site							
5. Nombre de créations d'unités mixtes de support pour simplifier et améliorer la gestion administrative des UMR		0					
Innovation							
6. Nombre de start-up créées sur la base de transferts de technologie ou de savoir-faire issus des unités dont le CNRS est tutelle dont nombre de start-up à fort potentiel de développement	90						150 dont 50
7. Nombre de nouveaux projets accompagnés en pré-maturation	5						
8. Montant annuel des contrats de recherche avec des entreprises	35 M€						44 M€ (+ 25 %)
9. Nombre d'entités communes CNRS-entreprises	145						175 (+ 20 %)
10. Mobilités de chercheurs et d'ingénieurs du CNRS vers les entreprises	47						
11. Nombre de licences d'exploitation issues des inventions des unités dont le CNRS est tutelle	110						
Programmes européens							
12. Nombre de projets européens déposés par les unités dont le CNRS est tutelle :	1 323						
• Pilier 1 :	1 073						
• Pilier 2 :	75						
• Pilier 3 :	168						
Nombre de projets européens retenus (unités dont le CNRS est tutelle) :	230						
• Pilier 1 :	169						
• Pilier 2 :	18						
• Pilier 3 :	39						
13. Nombre de projets ERC dans les unités dont le CNRS est tutelle	64						
14. Nombre de projets européens multi-partenaires et, parmi eux :							
• nombre de projets avec des entreprises,	89						
• nombre de projets dont le CNRS est coordonnateur.	11						
15. Montant des recettes de la Commission européenne	132 M€						+ 25 %

Indicateurs	2018	2019	2020	2021	2022	2023	Valeur-cible
Science dans la société et science ouverte							
16. Production et diffusion d'informations sur les sites internet du CNRS et les réseaux sociaux • cnrs.fr : • Journal :	1 400 000 3 000 000						
17. Nombre d'abonnés sur les pages CNRS des réseaux sociaux	420 000						
18. Pourcentage des publications des unités dont le CNRS est tutelle publiées en accès ouvert	48 %						100 %
Ressources humaines							
19. Proportion de chercheurs non-nationaux recrutés chaque année	25%						Maintien
20. Nombre de scientifiques n'ayant pas déjà un poste permanent en France dans le milieu académique recrutés sur des postes de DR	28%						
21. Nombre de nouveaux financements de doctorants et doctorantes		200					
22. Nombre d'enseignants-chercheurs accueillis chaque année en délégation dont nombre d'enseignants-chercheurs accueillis pour faciliter la préparation d'un projet européen		728 38					
23. Proportion de femmes dans les recrutements	Cf. ci-dessous						
24. Proportion de femmes dans les promotions	Cf. ci-dessous						
25. Proportion de femmes dans les lauréats des distinctions du CNRS	50%						50 % chaque année
26. Nombre de directrices d'unité	264						+ 5 % chaque année
Appui à la recherche							
27. Taux de fonctions support de l'établissement	12,8 %						Maintien

Indicateurs	2018	2019	2020	2021	2022	2023	Valeur-cible
23. Proportion de femmes dans les recrutements	DR2 : 34,3 % CRCN : 37,8 % IR2 : 35,8 % IECN : 52,4 % AI : 62,4 % TRN : 62,7 % ATP : 66,7 %						
24. Proportion de femmes dans les promotions	DRCE2 : 18,0 % (pour 21,1 % de promouvables) DRCE1 : 36,2 % (pour 25,8 %) DR1 : 33,5 % (pour 30,3 %) CRHC : 44,4 % (pour 37,9 %) IRHC : 26,5 % (pour 31,6 %) IR1 : 35,5 % (pour 33,5 %) IEHC : 52,6 % (pour 46,5 %) TCE : 66,2 % (pour 65,9 %) TCS : 72,5 % (pour 67,0 %) ATP1 : 61,5 % (pour 57,3 %) ATP2 : 100 % (pour 80,0 %)						

Jalons	2020	2021	2022	2023
1. Établir, pour chacune des priorités thématiques, une synthèse des principales contributions scientifiques des unités dont le CNRS est tutelle				
2. Pour chacun des défis sociétaux, établir une synthèse bi-annuelle des contributions des unités dont le CNRS est tutelle				
3. Élaborer, en relation avec les universités et les organismes partenaires, et en lien avec le MESRI, une proposition d'indicateurs de site pour le suivi des activités portées par les acteurs d'un site universitaire				
4. Se doter d'un plan pluriannuel de coopérations avec l'Afrique, en associant les acteurs concernés en France et à l'étranger				
5. Finaliser un nouveau plan de formation et la mise en œuvre du compte personnel d'activité (CPA) ainsi que du compte personnel de formation (CPF)				
6. Se doter d'un plan global « Données » en s'appuyant sur une gouvernance spécifique dédiée à la donnée				
7. Mettre en place un plan d'action et une organisation interne pour favoriser la compatibilité de l'action du CNRS avec les objectifs du développement durable				
8. Organiser une première évaluation de la mise en œuvre de ce plan d'action				
9. Établir un bilan bi-annuel relatif aux actions, objectifs et indicateurs inscrits dans le COP				

Directeur de la publication

Antoine Petit, président-directeur général du CNRS

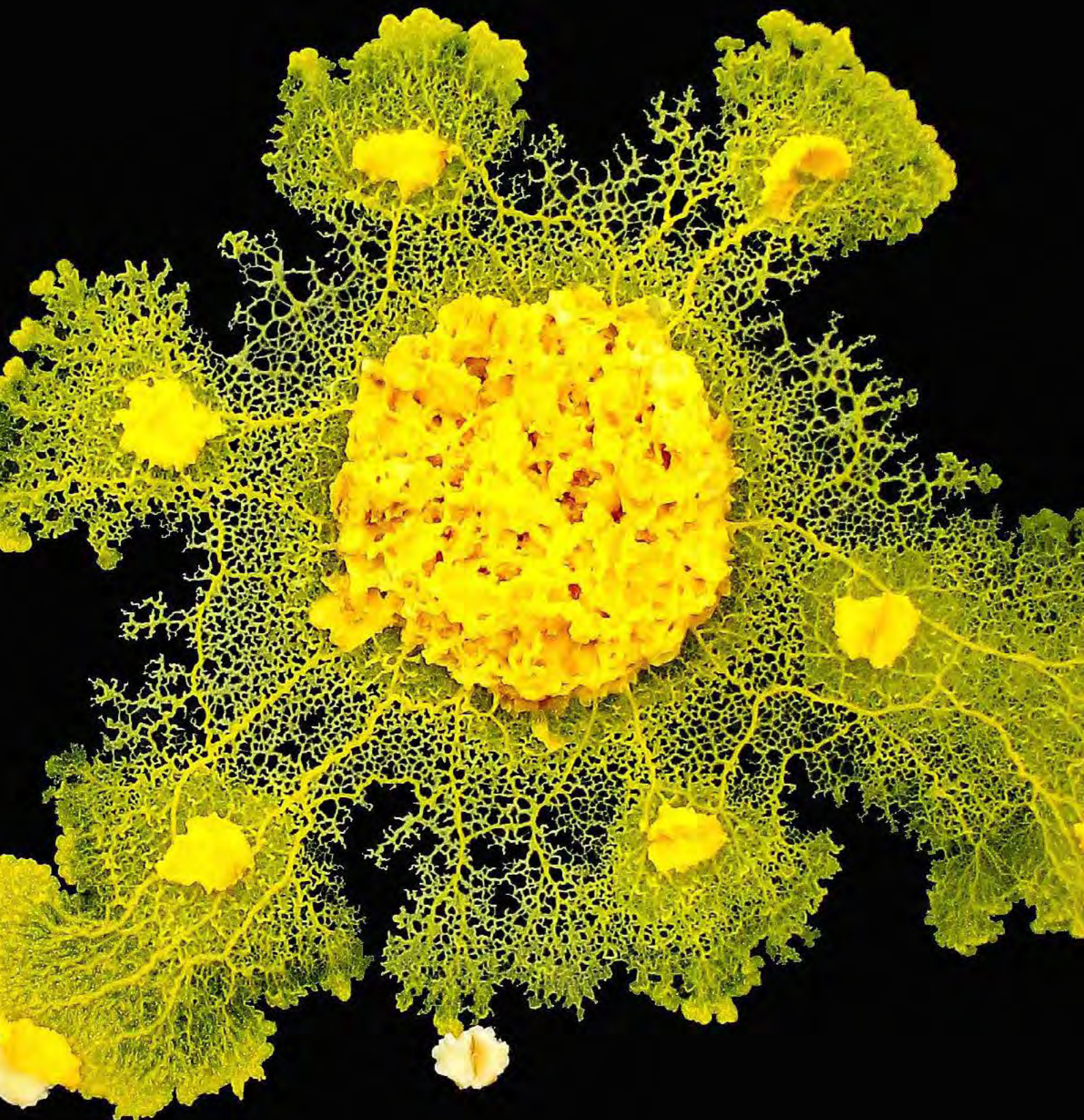
Plaquette éditée par la Direction de la communication du CNRS

Photo de couverture :

Développement de l'amibe sociale, *Physarum polycephalum*, communément appelée blob.
© Audrey DUSSUTOIR / CRCA / CNRS Photothèque

Impression : IFSeM

Janvier 2020



CNRS

3, rue Michel-Ange 75016 Paris

www.cnrs.fr

