

Auto-évaluation du CNRS 2016



www.cnrs.fr

4

Le CNRS dans le monde

28

Le CNRS au sein du système
d'Enseignement Supérieur
et de Recherche français

37

Le CNRS dans la cité

51

Conclusion



Le CNRS dans le monde

6

Un organisme multidisciplinaire
opérant des recherches aux frontières
de la connaissance

7

Une mondialisation réussie

9

Quelques éléments
de production scientifique

12

Quelques *highlights* scientifiques

21

L'organisation de la direction scientifique
du CNRS et son fonctionnement



Le CNRS dans le monde

Un organisme multidisciplinaire opérant des recherches aux frontières de la connaissance

Le CNRS est un organisme national de recherche (« research performing organization »), comme il en existe beaucoup de par le monde. Il opère des recherches dans un très vaste champ de la connaissance scientifique, que ce soit dans les « big sciences » (physique nucléaire et physique des particules, sciences de l'Univers), ou dans la majeure partie des sciences de la nature et de la matière (biologie et sciences de l'environnement, physique, chimie, sciences de l'ingénieur), les sciences sociales et les humanités, les sciences de l'information et les mathématiques. Le CNRS mène des recherches aux frontières de la connaissance (« frontier research »), au même titre que

la Max Planck Gesellschaft (MPG) et la Helmholtz-Gemeinschaft (HG) en Allemagne, le Rikagaku Kenkyusho (RIKEN) au Japon, le Consejo Superior de Investigaciones Cientificas (CSIC) en Espagne, le Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR) en Italie ou encore la Chinese Academy of Sciences (CAS) et l'Institute for Basic Science (IBS) fondé en 2011 en Corée. Cette liste n'est évidemment pas exhaustive, mais elle recense l'essentiel des organismes auxquels le CNRS peut se comparer à l'international, à un titre ou à un autre. Nous présentons ci-dessous quelques données clés d'un certain nombre de ces organismes et les comparons à celles du CNRS.

LE CNRS PAR RAPPORT À 6 AUTRES GRANDS ORGANISMES DE RECHERCHE INTERDISCIPLINAIRES

Organisme	Date de création	Nombre de chercheurs	Nombre d'employés	Nombre de laboratoires/instituts	Budget annuel/Md€	Présence des SHS
CNRS	1939	11 106	31 944	1 083	3.3	Oui
CAS	1949	56 000	67 900	104	4.85	Non
MPG	1948	5 700	17 300	83	2.1	Oui
HG	1995	15 000	38 000	18	4.2	Non
RIKEN	1917	3 000	3 500	16	0.65	Non
CSIC	1939	3 000	11 000	123	0.65	Oui
IBS	2011	700	830	26	0.22	Non

→ Source : CNRS

Dans chacun des pays cités ci-dessus, il existe d'autres organismes nationaux de recherche thématiques se consacrant pour une part variable à des recherches plus en aval et technologiques. C'est le cas de la Fraunhofer Gesellschaft en Allemagne, du National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST) au Japon, de la multitude des Government-sponsored Research Institutes (GRI) en Corée, et bien sûr en France de l'INSERM, du CEA, de l'INRA

et d'INRIA, liste encore une fois non exhaustive. Il faut aussi mentionner au passage l'existence des National Laboratories en Amérique du Nord, qui sont à bien des égards comparables aux organismes nationaux de recherche décrits ici.

La France n'est donc pas le seul pays scientifiquement développé qui abrite et finance à la fois des organismes de recherche, des universités et des agences de financement.

Un tel modèle peut être qualifié d'hybride. D'autres modèles existent dans le monde, il n'est pas certain qu'ils soient toujours beaucoup plus simples et efficaces, à volumes de financements comparables. La complexité apparente de telles organisations s'atténue fortement si chaque entité possède une mission bien définie et que les articulations nécessaires entre entités fonctionnent bien. C'est le cas en Allemagne, vu de la France. La complexité devient un réel problème lorsque les réformes institutionnelles conduisent à une multiplication des structures. Les chercheur-e-s s'adaptent sans difficulté à un système un peu compliqué mais stable. Ils supportent toutefois assez mal que les règles du jeu changent constamment.

Le CNRS pour sa part a fait le choix, dans les années 1960, de la mixité des structures de recherche avec les universités françaises. Constitué initialement de Laboratoires propres, le CNRS a pris un tournant en 1966, sous l'égide de deux de ses directeurs généraux, Pierre Jacquinot puis Robert Chabbal, avec la création des Laboratoires associés. Depuis lors, le mouvement n'a fait que s'amplifier, et c'est aujourd'hui plus de 90 % des laboratoires soutenus par le CNRS qui sont hébergés par des universités ou des écoles,

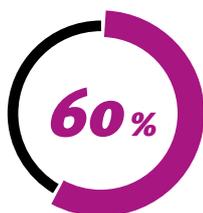
sous la forme d'Unités mixtes de recherche (UMR) copilotées abritant les 11 106 chercheur-e-s du CNRS et un important contingent d'enseignant-e-s-chercheur-e-s des universités. Ces derniers, pour devenir membres d'une UMR, doivent justifier d'une production scientifique notable.

À cela s'ajoutent les 13 511 personnels CNRS de statut Ingénieurs et Techniciens (IT) dont la contribution à la recherche est déterminante. Environ 11 000 IT occupent des fonctions de soutien à la recherche, indispensables à l'activité scientifique des laboratoires, et 2 000 IT occupent des fonctions support de nature administrative. C'est le CNRS qui contribue majoritairement aux besoins des UMR en matière de personnels IT très qualifiés.

Le système français d'Enseignement supérieur et de recherche (ESR), au moins pour ce qui concerne les recherches aux frontières, est donc à la fois hybride et mixte, ce qui constitue sans doute sa principale originalité au plan institutionnel. Le fonctionnement de ce système, et notamment la façon dont s'articulent les politiques scientifiques nationale et locale, est décrit plus loin dans le chapitre consacré à la place du CNRS au sein de l'ESR français.

Une mondialisation réussie

La mondialisation de la recherche scientifique n'est pas un sujet de débat, c'est une réalité. La communauté de recherche française participe aujourd'hui activement à ce mouvement



Près de 60 % des publications issues des équipes CNRS ont pour co-auteur-e-s des chercheur-e-s ou équipes étrangères (voir le graphique page suivante), et ce chiffre est en constante augmentation depuis

une décennie, y compris dans le domaine des sciences humaines et sociales, même si pour l'instant les indicateurs quantitatifs manquent pour ces dernières.

général d'échange et de circulation des chercheur-e-s et des idées. En témoignent les deux chiffres suivants :



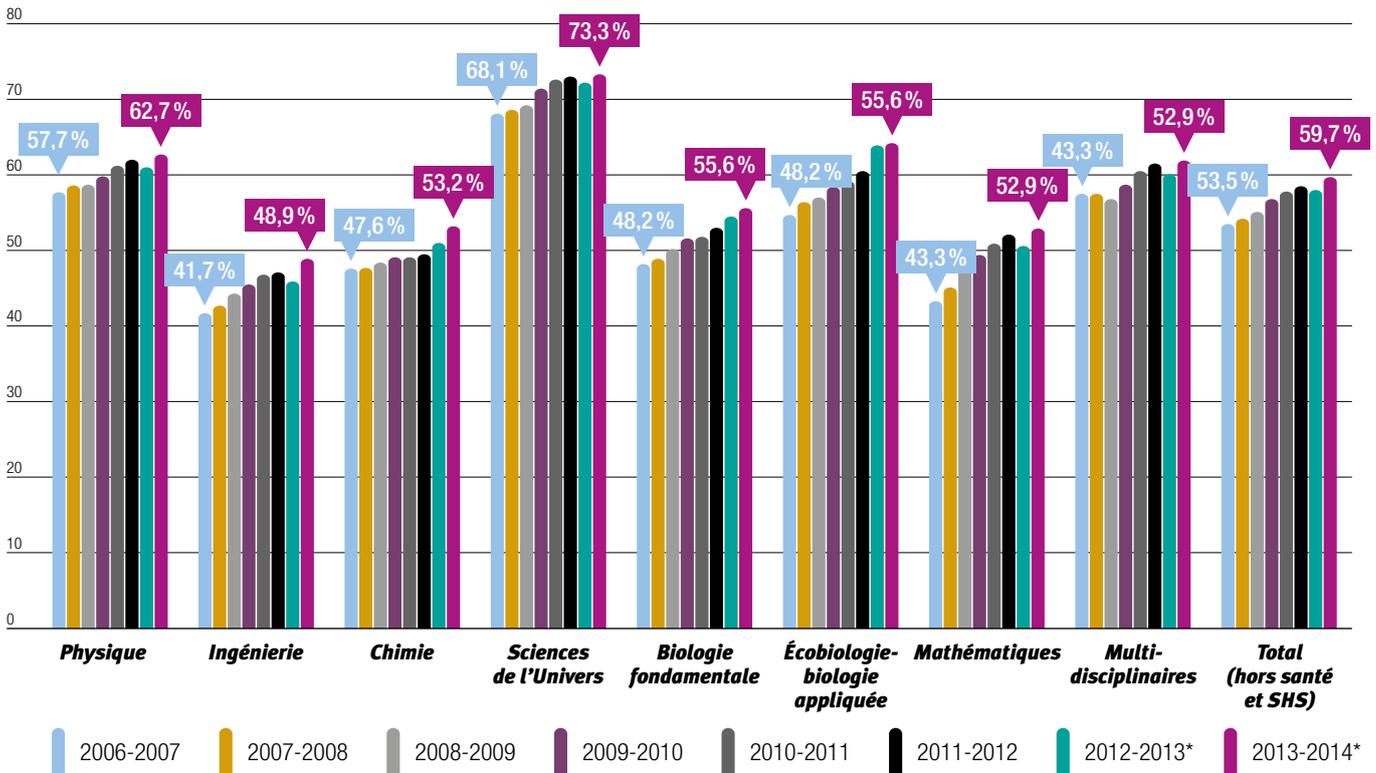
Le nombre de chercheur-e-s de nationalité étrangère nouvellement recruté-e-s au CNRS chaque année a fortement augmenté au cours de la dernière décennie et a atteint **30 % depuis 2012.**

Cette évolution de fond fait l'objet d'un constat unanime et renouvelé lors du colloque Research Institute Leaders Summit (RILS), réunissant chaque année les responsables des

principales institutions de recherche mondiales dans le cadre du Forum Science and Technology in Society (STS) à Kyoto : www.riken.jp/en/pr/topics/2015/20151019_1/

TAUX DE COPUBLICATIONS DES LABORATOIRES CNRS AVEC DES LABORATOIRES ÉTRANGERS PAR DISCIPLINE

On ne dispose pas des chiffres complets pour les SHS, mais l'estimation est de 40 %.



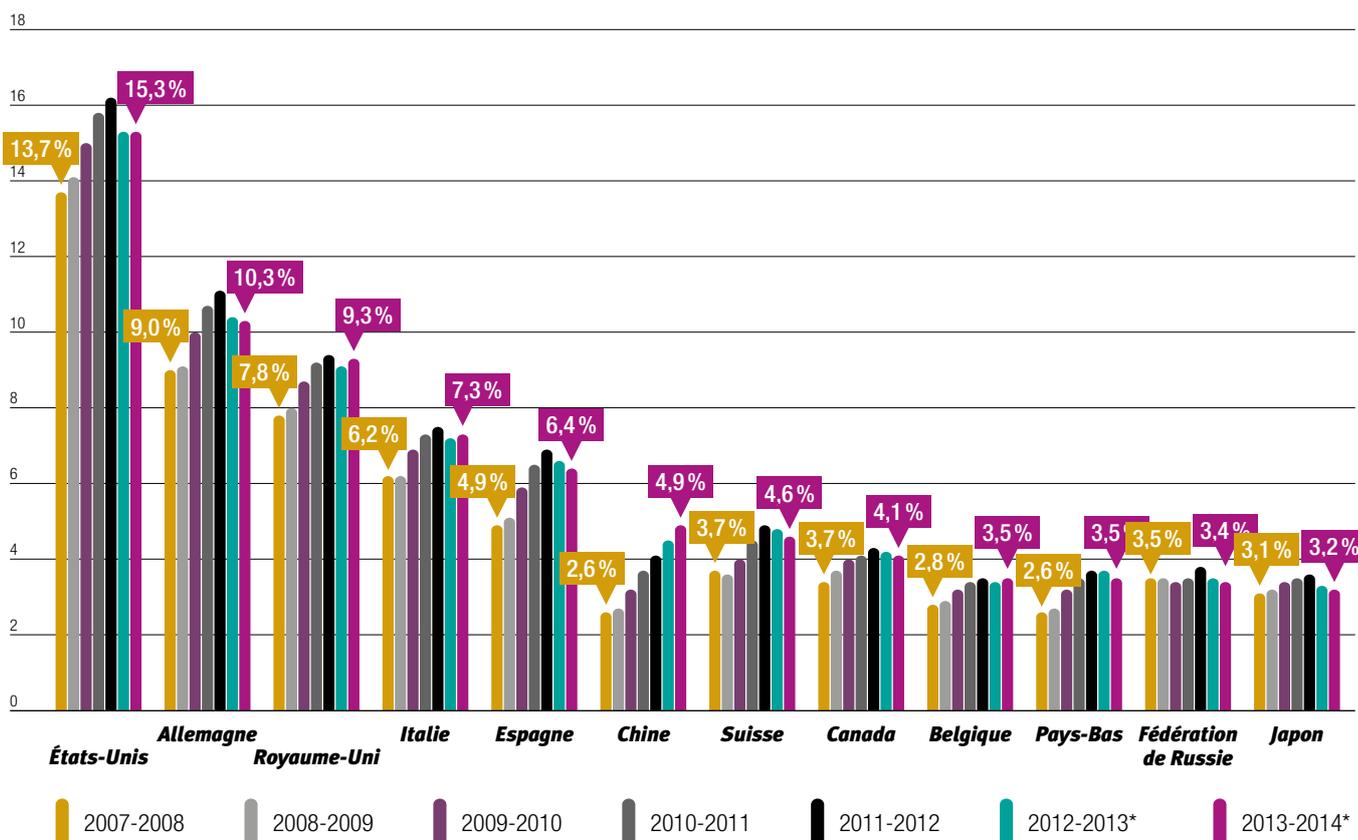
➤ Source : données SCI (DVD Édition ; Thomson Reuters) – Traitement CNRS/SAP2S.

(*) Rupture de séries - données SCI Expanded -- CPCI-S (WoS ; Thomson Reuters) – Traitement CNRS/SAP2S

Les coopérations scientifiques transfrontalières ont le plus souvent pour effet d'augmenter l'impact des travaux de recherche. Ce n'est guère surprenant car, en se donnant la possibilité de collaborer avec le monde entier, les équipes ont toutes les chances d'élever le niveau de leur recherche. Il n'existe pas en effet de « recherche aux frontières, dite fondamentale, de qualité nationale » (ou régionale). La recherche est de niveau mondial, ou elle n'existe pas. Ces coopérations résultent d'un ensemble de micro-arbitrages des chercheurs ou équipes, qui vont évaluer le rapport bénéfice/risque d'une collaboration avec un collègue rencontré par exemple lors d'un congrès. Le jeu d'acteurs entre coopération et compétition sur un terrain global, international, est donc un jeu à somme positive pour ceux qui y participent. Nous sommes ici au cœur du fonctionnement de la recherche de base en ce début de XXI^e siècle.

L'adaptation à cette nouvelle donne de l'ESR mondial n'allait pas de soi. Son fonctionnement repose en partie sur la capacité de mobilité des acteurs et sur une forme de fluidité du système qui ne font pas complètement partie des éléments sur lesquels s'était construit l'ESR français initialement, sans parler des réglementations en vigueur dans la fonction publique. On constate pourtant que les équipes françaises sont parties prenantes de ce vaste mouvement et s'y sont adaptées. Il faut s'en féliciter, et réfléchir aux conditions qui leur permettront de s'y maintenir et d'accroître encore leur visibilité internationale, sans qu'il soit nécessaire de bouleverser de fond en comble une organisation qui a fait preuve de réelles capacités d'adaptation, et qui est porteuse d'un certain nombre de valeurs auxquelles les acteurs sont attachés. Les véritables sujets de préoccupation pour l'avenir concernent plutôt le niveau de financement à moyen terme et les rémunérations des chercheurs, afin que la circulation des cerveaux et des idées ne se transforme pas progressivement en fuite des cerveaux, ce qui n'est pas le cas pour l'instant.

TAUX DE COPUBLICATIONS DES LABORATOIRES CNRS AVEC DES LABORATOIRES ÉTRANGERS PAR PAYS



➤ Source : données SCI (DVD Édition ; Thomson Reuters) – Traitement CNRS/SAP2S
 (*) Rupture de séries - données SCI Expanded -- CPCI-S (WoS ; Thomson Reuters) – Traitement CNRS/SAP2S

La visibilité et la réputation du CNRS tiennent également aux outils qu'il a développés au cours des années pour soutenir les collaborations internationales. Les 105 Groupements de recherche internationaux (GDRI), 158 Laboratoires internationaux associés (LIA) et enfin les 61 Unités mixtes internationales (35 UMI et 26 Unités mixtes des Centres français à l'étranger ou UMIFRE avec le ministère des Affaires

étrangères) constituent des aides précieuses à la structuration des collaborations sur le moyen-long terme, appréciées aussi bien par les chercheur-e-s français-e-s que par nos partenaires étrangers. À cela s'ajoutent les 8 bureaux du CNRS installés à l'étranger dans des pays stratégiques. On consultera le fascicule « CNRS en chiffres » pour plus de détails.

Quelques éléments de production scientifique

Selon le classement « SCIMAGO Institutions Rankings » le CNRS est le premier opérateur mondial en termes de production d'articles scientifiques primaires : 43 000 publications annuelles, hors sciences humaines et sociales (SHS). Ceci est un ordre de grandeur, car les chiffres tirés des bases de données Scopus et Web of Science sont encore mal stabilisés, contrairement aux affirmations exagérées de leurs éditeurs. La production du secteur français des sciences humaines et sociales (SHS) est

notoirement mal recensée par les grandes bases de données internationales, malgré quelques progrès récents. Le CNRS connaît la production de ses chercheur-e-s (6 000 publications annuelles, dont la moitié dans des revues internationales et 40 % avec des équipes étrangères), mais la production des enseignant-e-s-chercheur-e-s rattaché-e-s aux UMR est encore mal connue (en nombre). On peut raisonnablement affirmer que la production annuelle globale sous la signature CNRS dépasse les 50 000 publications.

LE SCIMAGO INSTITUTIONS RANKINGS

 SCIMAGO INSTITUTIONS RANKINGS <small>only ranked for more than one year</small>			
1 (1)	Centre National de la Recherche Scientifique	*FRA	100.00
2 (2)	Chinese Academy of Sciences	*CHN	75.97
3 (3)	Russian Academy of Sciences *	RUS	43.45
4 (4)	Harvard University	USA	37.90
5 (5)	Helmholtz Gemeinschaft *	DEU	31.07
6 (6)	Max Planck Gesellschaft *	DEU	25.29
7 (7)	Consejo Superior de Investigaciones Cientificas *	ESP	23.91
8 (8)	University of Tokyo	JPN	23.51
9 (9)	University of Toronto	CAN	23.00
10 (10)	Universidade de Sao Paulo	BRA	22.66
11 (11)	Tsinghua University	CHN	22.41
12 (12)	National Institutes of Health *	USA	22.08
13 (13)	University of Michigan, Ann Arbor	USA	21.49
14 (14)	Johns Hopkins University	USA	21.08
15 (15)	Zhejiang University	CHN	20.55
16 (16)	University of California, Los Angeles	USA	20.33
17 (17)	University of Washington	USA	19.72
18 (18)	Institut National de la Sante et de la Recherche Medicale *	FRA	19.62
19 (19)	Stanford University	USA	19.62
20 (20)	Veterans Affairs Medical Centers *	USA	19.53
21 (21)	Graduate University of the Chinese Academy of Sciences	CHN	18.49
22 (22)	University of Oxford	GBR	18.45
23 (23)	Shanghai Jiao Tong University	CHN	17.97
24 (24)	Consiglio Nazionale delle Ricerche *	ITA	17.82
25 (25)	University of Pennsylvania	USA	17.51
26 (26)	University College London	GBR	17.43
27 (27)	Assistance Publique Hopitaux de Paris *	FRA	17.39
28 (28)	Universite Pierre et Marie Curie, Paris 6	FRA	17.32
29 (29)	University of Cambridge	GBR	17.23
30 (30)	Peking University	CHN	16.87
31 (31)	Kyoto University	JPN	16.34
32 (32)	Columbia University	USA	16.24
33 (33)	The University of British Columbia	CAN	15.95
34 (34)	University of California, Berkeley	USA	15.90
35 (35)	University of California, San Diego	USA	15.89
36 (36)	Harbin Institute of Technology	CHN	15.86
37 (37)	Imperial College London	GBR	15.71
38 (38)	University of Wisconsin, Madison	USA	15.36
39 (39)	Pennsylvania State University	USA	15.24
40 (40)	Massachusetts Institute of Technology	USA	15.19
41 (41)	Cornell University	USA	15.13
42 (42)	University of Minnesota, Twin Cities	USA	14.80
43 (43)	Duke University	USA	14.68
44 (44)	Seoul National University	KOR	14.57
45 (45)	University of Florida	USA	14.52
46 (46)	University of Sydney	AUS	14.33
47 (47)	Osaka University	JPN	14.17
48 (48)	Ohio State University, Columbus	USA	14.15
49 (49)	University of California, Davis	USA	13.99
50 (50)	University of Melbourne	AUS	13.80

→ Source : données Scopus. Traitement SCImago Research Group 2013 - www.scimagoir.com

Dans le récent classement « Nature Index », le CNRS est également très bien placé. Il s'agit là d'un dénombrement très différent du précédent, puisque seuls les articles parus dans une sélection de 68 journaux de très fort impact dans les domaines de la physique, de la biologie, de la chimie et des sciences de l'environnement et de la Terre sont répertoriés. Le Nature Index est bien un « global indicator of high quality research », et la performance dans ce classement tient moins à la taille de l'établissement qu'à la qualité de sa production. Dans ses dernières livraisons, Nature Index se livre à des analyses plus détaillées, discipline par discipline, et produit également des indicateurs pondérés plus ou moins discutables. Nous n'entrerons pas

plus en détail dans ces discussions. La véritable qualité d'un travail de recherche s'évalue qualitativement par les pairs, et non par des indicateurs chiffrés. La qualité n'est pas une propriété émergente de la quantité. Retenons simplement ici que le CNRS est répertorié par Nature Index comme une des « Top 10 institutions that dominated science in 2015 » (www.natureindex.com).

Au passage, il n'est pas inintéressant de constater que, dans le classement des Corporate Institutions de Nature Index ne figurent que deux entreprises françaises dans le Top 50 : Sanofi au 16^e rang et Thales au 33^e.

LE NATURE INDEX

Nombre d'articles publiés (Article Count) en 2015 par les différentes institutions dans les 68 revues de haut niveau.

1	French National Centre for Scientific Research (CNRS)	4 939
2	Chinese Academy of Sciences (CAS)	3 464
3	Max Planck Society	3 112
4	Harvard University	2 622
5	Spanish National Research Council (CSIC)	1 667
6	Helmholtz Association of German Research Centres	1 660
7	Massachusetts Institute of Technology (MIT)	1 629
8	University of Cambridge	1 570
9	Pierre and Marie Curie University (UPMC) - Paris 6	1 517
10	Stanford University	1 514
11	The University of Tokyo (UTokyo)	1 377
12	University of Oxford	1 372
13	University of California Berkeley (UC Berkeley)	1 346
14	California Institute of Technology (Caltech)	1 307
15	National Aeronautics and Space Administration (NASA)	1 183
16	Atomic Energy and Alternative Energies Commission (CEA)	1 168
17	Paris Diderot University (Paris 7)	1 158
18	Peking University (PKU)	1 083
19	National Institute for Astrophysics (INAF)	1 060
20	University College London (UCL)	972
21	Swiss Federal Institute of Technology Zurich (ETH Zurich)	948
22	University of Michigan (U-M)	944
23	Russian Academy of Sciences (RAS)	927
24	Columbia University in the City of New York (CU)	913
25	Smithsonian Institution	903
26	Yale University	889
27	University of Washington (UW)	866
28	Lawrence Berkeley National Laboratory (LBNL)	862
29	University of Toronto (U of T)	851
30	University of California, San Diego (UC San Diego)	848

→ Source : www.natureindex.com

Ajoutons enfin que le CNRS est le premier bénéficiaire des financements de l'European Research Council (ERC, voir les chiffres figurant dans le fascicule « CNRS en chiffres »). Nous examinerons plus loin les activités de valorisation des résultats de la recherche opérées dans les UMR. Mentionnons ici simplement qu'en 2015, comme lors des quatre dernières années, le CNRS figure dans le classement des Top 100 Innovators de la société Thomson Reuters. Nous avons été récemment classés par Reuters

comme le 5^e organisme de recherche gouvernemental le plus innovant au monde. Le CNRS a été à l'origine de la création de 1 200 start-up depuis l'année 2000, avec environ 7 000 emplois à la clé. Les collaborations avec les entreprises se traduisent par 100 structures de recherche public/privé, 21 Unités de recherche en cotutelle, dont 4 à l'étranger, 1 438 licences actives et 392 contrats de copropriété industrielle.

Quelques *highlights* scientifiques

Comme on l'a dit plus haut, la force de frappe des UMR copilotées par le CNRS et ses partenaires universitaires est considérable. La signature CNRS apparaît dans un très grand nombre de découvertes majeures, et nous en

donnons quelques exemples ci-dessous, puisés dans les résultats scientifiques des dix dernières années. Notre objectif ici est de mettre en évidence la part déterminante que le CNRS a prise dans ces découvertes.

Big science et grandes missions exploratoires

TARA Océans : le retour des grandes expéditions scientifiques



© CNRS / Photothèque TARA Océans / Christian SARDET

TARA Oceans est la première étude planétaire du plancton marin. La base de données éco-morphogénétiques issues des milliers d'échantillons planctoniques recueillis servira à comprendre la nature et le fonctionnement de la biodiversité planctonique planétaire et à extraire certains composés bioactifs dans les domaines d'application des biocarburants et de la pharmaceutique. Le CNRS a été essentiel dans la réalisation de ce projet, plaçant sa confiance sur un long terme dans des chercheur-e-s sur la base de leur qualité, sans garantie de résultats. L'établissement a su aller contre des idées reçues, misant sur sa capacité à mettre en réseaux chercheur-e-s et laboratoires. Et prendre le risque, en acceptant le postulat que la vie océanique est largement méconnue, qu'elle est un indicateur et un acteur des paramètres environnementaux et climatiques. Le CNRS a ainsi renoué avec les expéditions qui ont fondé les bases de la biologie aux XVIII^e et XIX^e siècles, avec les approches technologiques et multidisciplinaires du XXI^e siècle.

Plus-values du CNRS

- Engagement sans garantie de résultats.
- Mise en réseau de chercheur-e-s et de laboratoires.

La station des Nouragues : un outil d'observation inédit

Implantée au cœur de la forêt tropicale, dans la réserve naturelle des Nouragues, en Guyane française, la station des Nouragues est un outil exceptionnel pour l'étude de la biodiversité et du fonctionnement des écosystèmes forestiers tropicaux. Il s'agit du seul site (8 000 ha) sur le territoire européen qui permet une recherche scientifique en forêt tropicale humide, offrant un accès unique aux acteurs de la conservation de la biodiversité amazonienne. Des équipements scientifiques pour les mesures pérennes y sont installés et opérés à l'année par le personnel CNRS de la station (7 IT). Quelque 250 scientifiques, de toutes nationalités, y séjournent chaque année (4 000 jours-station). Au sein de la station des Nouragues, le CNRS a été leader dans la mise en place du COPAS (Canopy Operating Permanent Access System). Inauguré en 2014, ce dispositif permanent d'accès à la canopée, unique au monde, offre

aux chercheur-e-s un accès inédit à 1,5 ha d'écosystèmes localisés entre le sol et la canopée (45 m). Il permet d'explorer, dans cet écosystème tropical, de nouveaux fronts de science comme une biodiversité encore méconnue, la génomique environnementale des organismes présents, la dynamique de cet écosystème sous fortes contraintes environnementales, mais aussi la micrométéorologie, la dynamique de la formation des brumes tropicales, ou encore le signal optique des canopées tropicales afin de calibrer les instruments satellitaires sur une forêt encore mal documentée.

Plus-values du CNRS

- Engagement financier et humain sur le long terme.
- Garantie de suivi du projet grâce à un personnel permanent.
- Ouverture aux scientifiques à l'échelle internationale.

Rosetta et Philae : des plans sur la comète

C'est en novembre 1993 que fut sélectionnée la mission Rosetta au cœur du programme scientifique obligatoire de l'ESA, qui fixait le rendez-vous avec une comète. L'objectif était de caractériser à distance celle-ci tout au long de son activité. Il s'agissait de développer les instruments pour effectuer des mesures et d'aller jusqu'à conduire des expérimentations au sol, après atterrissage sur la comète. Le lancement eut lieu en 2004 et, dix ans après, Philae atterrissait sur la comète Churyumov-Gerasimenko. Nos équipes ont largement contribué à la réalisation des instruments sur Rosetta et sur Philae et ont participé à l'équipe projet. Elles sont restées très mobilisées tant sur le développement instrumental, pendant les opérations scientifiques, qu'au niveau du traitement et de l'exploitation des données ainsi que des conférences qui ont permis de révéler la composition du sol cométaire.



© ESA/ATG medialab - Comet image - ESA/Rosetta/Navcam

Plus-values du CNRS

- Engagement sur le très long terme (plus de vingt ans).
- Mobilisation d'équipes à l'international.
- Capacité d'innovations de très haute technologie.

Ondes gravitationnelles : la construction de l'antenne Virgo



© Cyril FRESILLON/Virgo/CNRS Photographie

Selon la théorie de la relativité générale, des ondes gravitationnelles sont produites lors d'événements violents mettant en jeu des corps célestes massifs et denses. Ces ondes ont pour effet de déformer très légèrement l'espace-temps. Ces déformations ont été observées pour la première fois en 2015 par un consortium scientifique composé d'un millier de chercheur-e-s construisant et opérant les antennes LIGO et VIRGO. Le CNRS est un acteur majeur de cette découverte, ayant construit, conjointement avec l'INFN en Italie, l'antenne VIRGO, un interféromètre géant composé de deux bras de 3 km de long, situé près de Pise en Italie. L'observation de ces ondes

gravitationnelles, issues de la coalescence de deux trous noirs massifs, valide la théorie de la relativité générale dans un domaine encore inexploré. Elle ouvre un nouveau champ d'observation de l'Univers.

Plus-values du CNRS

- Engagement sur le très long terme.
- Coordination d'équipes internationales.
- Capacité d'innovations technologiques.

Le boson de Higgs : une première étape après vingt ans d'observation

La recherche du boson de Higgs était un des principaux objectifs de la construction du grand collisionneur de hadrons, le LHC, au CERN. Cette particule, d'un genre très particulier, est une pièce maîtresse du modèle dit « standard » de la physique des particules. Sa découverte, en 2012, a résulté de la mobilisation de milliers de chercheur-e-s et ingénieur-e-s regroupés au sein des grandes expériences mondiales ATLAS et CMS. La construction de ces monstres technologiques aura nécessité plus de vingt années. La découverte du Higgs est une première étape. Les prises de données vont se dérouler sur une échelle de temps similaire. Aujourd'hui, environ

120 chercheur-e-s des laboratoires du CNRS travaillent sur ATLAS et CMS et un important programme de jouvence des détecteurs est en cours. Les vingt prochaines années permettront une intensification de l'effort de mesure des propriétés du Higgs, avec à la clé l'espoir de découverte de nouvelles particules.

Plus-values du CNRS

- Engagement sur le très long terme sur les plans financier et humain.
- Coordination à l'échelle internationale.
- Expérience dans la gestion des Très grandes infrastructures de recherche.

Mission Planck : une mobilisation exceptionnelle sur le cosmos

De 1993 à 2017, le CNRS s'est investi dans la mission Planck et a assuré près d'un quart du coût total du projet grâce à la mobilisation de ses chercheur-e-s et personnels de support. Au cœur de cette aventure se trouvent réunies les compétences en design, intégration et tests des instruments de l'Institut d'astrophysique spatiale, le Centre de calcul à l'Institut d'astrophysique de Paris et bien d'autres compétences du CNRS, dont celles des chercheur-e-s en mathématiques appliquées et en informatique qui ont contribué et contribuent encore aux formidables enjeux de la mesure des anisotropies du fond cosmologique micro-onde de troisième génération. Le satellite,

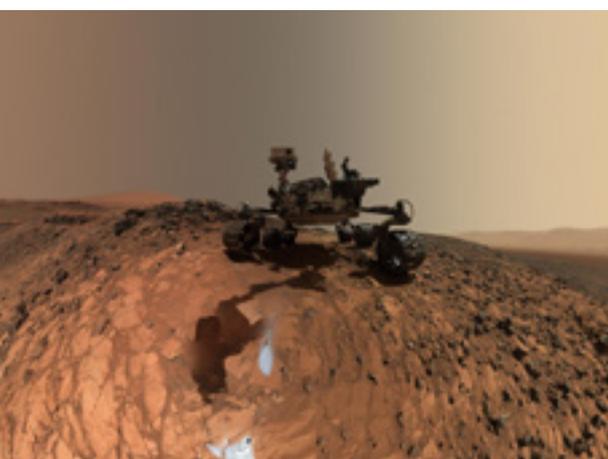
sous la responsabilité de l'ESA, était équipé de l'instrument principal HFI, sous la responsabilité de Jean-Loup Puget, soutenu par le CNRS et par le CNES. Avancées technologiques et traitements du signal ont permis d'atteindre des avancées scientifiques majeures sur l'établissement du modèle cosmologique de précision, sur la confirmation de l'inflation cosmique et sur les mesures de la polarisation du fond diffus.

Plus-values du CNRS

- Investissement financier sur plus de vingt ans.
- Garantie de suivi grâce à un personnel permanent.
- Coordination à l'échelle internationale.

Mars exploré par Curiosity grâce une instrumentation de très haut niveau

Le 6 août 2012, le rover Curiosity a atterri sur Mars et a entamé sa mission d'analyses, visant principalement à évaluer l'habitabilité de la planète, à estimer son potentiel biologique et à caractériser sa géologie. Le CNES et le CNRS sont fortement impliqués dans cette mission pilotée par la NASA, à travers deux instruments, SAM et ChemCam.



© NASA/JPL-Caltech/MSSS

SAM est un ensemble instrumental dont le principe est basé sur le couplage entre un module de préparation d'échantillons solides ou gazeux et un module d'analyse de la phase gazeuse résultant de la préparation. Il se compose de différents sous-systèmes (manipulation d'échantillons solides, préparation d'échantillons – pyrolyse, dérivatisation, combustion, enrichissement – et moyens de pompage) et comporte trois instruments : un spectromètre de masse quadrupolaire (QMS), un chromatographe en phase gazeuse (GC) du Service d'aéronomie, un spectromètre à diode laser (TLS).

ChemCam est un instrument d'analyse élémentaire des roches et des sols autour du rover Curiosity jusqu'à environ 9 mètres. Il utilise la technique d'analyse spectroscopique induite par ablation laser (Laser Induced Breakdown Spectroscopy, LIBS). Un laser de puissance tire sur une cible, ce qui provoque la fusion du matériau et l'apparition d'un plasma que l'on détecte à distance en spectroscopie UV-visible. Le long

Plus-values du CNRS

- Engagement sur une très longue durée.
- Capacité d'innovation dans la très haute technologie.
- Coordination d'équipes à l'échelle internationale.

de sa route, ChemCam a mesuré la composition de plus de 1 000 cibles avec plusieurs centaines de tirs laser sur chacune (et plus de 300 000 tirs laser à ce jour au total).

Parmi les résultats obtenus par Curiosity, on peut citer la diversité inattendue de roches magmatiques, en particulier des roches alcalines et granitoïdes qui se rapprochent des roches

archéennes (> 2,5 Ga) sur Terre, dont on n'avait pas soupçonné l'existence sur la planète auparavant, la présence d'un système fluvial et lacustre nécessitant un climat ancien différent du climat actuel avec de l'eau liquide en grande quantité, ou encore le constat de l'absence de méthane, un gaz rejeté par certains organismes vivants sur Terre et dont la présence sur Mars aurait renforcé la probabilité d'existence d'une forme de vie.

AMMA et HyMex : mobilisations de longue durée pour l'environnement

Après le grand chantier AMMA sur la mousson africaine qui a réuni plus de 30 pays, représentant plus de 140 institutions lors de la première décennie de ce XXI^e siècle, sur l'évolution radicale des précipitations en Afrique de l'Ouest et leurs impacts environnementaux et socio-économiques, un nouveau chantier s'est orienté depuis 2010 vers la compréhension de l'évolution des conditions environnementales dans le Bassin méditerranéen. L'un des grands projets HyMEx s'est focalisé sur l'évolution des conditions climatiques, sur les événements extrêmes de type crue éclair, et la capacité de s'y adapter (660 participants de 29 pays dont 306 chercheur-e-s français-e-s). Ces projets sont exceptionnels par leur durée (décennale) et par la force de mobilisation d'une communauté internationale qui mène des opérations de terrain ambitieuses et complexes, tant sur terre, que sur mer et dans les airs, avec des périodes de mesures intensives, couplées à la mise en place de réseaux d'observation de long terme qui permettent d'insérer les phénomènes dans leur cadre évolutif. Cette mobilisation autour de grands chantiers, initiée lors des séminaires de prospective Océan-Atmosphère, est indispensable pour franchir des seuils scientifiques et conceptuels sur l'approche intégrée de notre environnement.

Plus-values du CNRS

- Engagement sur une très longue durée.
- Structuration d'une communauté scientifique.
- Valorisation internationale de projet.

Small science, réseaux

RS2E : partager avec l'industrie le meilleur de la recherche fondamentale

Le Réseau sur le stockage électrochimique de l'énergie RS2E (www.energie-rs2e.com/fr) rassemble le meilleur de la recherche fondamentale (excellence-reconnaissance internationale), des structures de transfert technologique et d'intégration et des industriels partageant la volonté de mettre en place des circuits courts et efficaces de valorisation dans le domaine du stockage électrochimique de l'énergie : batteries, super-capacités.

Cet ensemble est piloté dans une fédération de recherche CNRS. La création du réseau en 2010 répondait à un besoin de fixer sur le territoire des communautés scientifiques d'exception en leur assurant les moyens du développement

Plus-values du CNRS

- Capacité de pilotage d'un montage à l'interface recherche-industrie.
- Engagement sur le long terme.

de leurs activités au meilleur niveau. Depuis sa création, le réseau RS2E a

contribué à plus de 200 publications (dont une vingtaine dans des journaux de très fort impact). Il a donné lieu au dépôt d'une dizaine de brevets, dont certains sont en discussion pour des cessions de licence.

Deux highlights remarquables viennent récemment illustrer son potentiel avec la réalisation d'un prototype de batterie au sodium et la description de supercapacités miniaturisées et souples, deux sujets suscitant l'intérêt académique et industriel.

Ces réseaux sont emblématiques de nombreuses actions du CNRS menées à travers des fédérations de recherche, des groupements de recherche, des actions de formation, des interfaces avec des Instituts pour la transition énergétique, qui contribuent à construire à l'échelle nationale un continuum interdisciplinaire entre recherche de base et applications.

L'immunité innée chez les insectes : un modèle expérimental puissant

En montrant la grande conservation des mécanismes de défense innée entre l'insecte et l'homme, les travaux initiés par Jules Hoffmann ont conduit à réévaluer le rôle de l'immunité innée chez les mammifères, provoquant un regain d'intérêt pour ce domaine négligé de l'immunologie. Ces études sur l'immunité chez les insectes ont eu des répercussions importantes et elles s'étendent aujourd'hui aux réactions antivirales de la drosophile et aux défenses antiparasitaires de l'anophèle, vecteur du paludisme. Le modèle drosophile a permis aux biologistes du monde entier de faire des progrès considérables non seulement en génétique du développement et en immunité innée, mais

également dans l'étude de certaines pathologies humaines ou dans la compréhension des phénomènes de mémoire, de comportement, de sommeil, de nutrition. Ces progrès ont été possibles grâce au soutien sans faille du CNRS à des travaux non finalisés, sur un modèle expérimental puissant, pendant quarante années, assurant l'avance sur la compétition internationale et la solidité extrême des résultats de l'équipe. Jules Hoffmann est lauréat du prix Nobel de physiologie ou médecine 2011.

Plus-values du CNRS

- Soutien inconditionnel à la recherche fondamentale.
- Engagement de longue durée aux côtés d'une équipe.

Mathématiques : les atouts de l'école française

Contributions au programme de Langlands :

Le programme de Langlands est un faisceau de conjectures en géométrie algébrique jetant des ponts entre la théorie des nombres et la théorie des représentations des groupes et la théorie de certaines fonctions nommées formes automorphes. Ce vaste programme est un moteur puissant qui sous-tend la recherche dans ces disciplines depuis bientôt 40 ans. Sur ce thème, Ngô Bảo Châu (médaillon Fields 2010), né au Vietnam et formé en France, a démontré le lemme fondamental proposé par Langlands dans le cas des formes automorphes. Ce lemme montre comment des quantités géométriques peuvent donner des informations sur des quantités arithmétiques, liant ainsi le monde du continu et celui du discret. Auparavant, il avait montré des cas particuliers importants avec son directeur de thèse, Gérard Laumon. La correspondance de Langlands pour le groupe linéaire général avait été démontrée par Laurent Lafforge (médaillon Fields 2002), également étudiant de Gérard Laumon.

Comportement qualitatif des systèmes dynamiques :

Artur Avila (médaillon Fields 2014) a obtenu des résultats profonds sur le comportement qualitatif de systèmes dynamiques, cherchant à déterminer la probabilité qu'un système évolue vers tel comportement ou tel autre. En particulier, il s'est intéressé à considérer la dynamique des applications du plan complexe, un aspect relié à certains objets fractals comme l'ensemble de Mandelbrot. S'intéressant aux systèmes analytiques « unimodaux » dont le comportement est non régulier, Artur Avila a notamment réussi à démontrer, avec ses collaborateurs, que leur dynamique est très chaotique et semble se comporter comme un objet aléatoire. Parmi ses autres résultats, citons ceux qu'il a obtenus sur les opérateurs de Schrödinger unidimensionnels associés à un système dynamique (ils décrivent mathématiquement certains systèmes quantiques

simples régis en physique par l'équation de Schrödinger.

Il a ainsi résolu avec ses collaborateurs trois problèmes concernant cet opérateur spécifique parmi la liste dressée par Barry Simon en 2000 des quinze problèmes liés aux opérateurs de Schrödinger non résolus du XXI^e siècle. Enfin, ses travaux sur les échanges d'intervalle se sont aussi avérés fructueux : si on remplace l'intervalle par des cartes à jouer, cette problématique étudie l'ordre résultant de la manière dont on coupe les cartes. Artur Avila est parvenu à prouver avec Giovanni Forni que, lorsqu'on coupe l'intervalle en plusieurs morceaux de façon non cyclique (de façon aléatoire en quelque sorte), l'échange d'intervalle est presque sûrement « faiblement mélangeant ». Allant plus loin, il a aussi étudié une transformation agissant sur un ensemble d'objets mathématiques liés à ces échanges d'intervalles, le flot de Teichmüller. Avec Jean-Christophe Yoccoz (médaillon Fields 1994) et Sébastien Gouzel, il a démontré que ce flot est très chaotique.

Probabilités :

Les recherches de Wendelin Werner ont vu aboutir un travail de longue haleine entamé par la communauté mathématique française autour des probabilités. On a l'habitude de faire remonter l'École française de probabilité à Jacques Neveu et à ses nombreux élèves qui contribuèrent dans les années 1990 au développement concerté de cette discipline en France et au CNRS en particulier. La médaille Fields de Wendelin Werner en 2006, la première récompensant un probabiliste, en est un exemple. Ses travaux se placent à l'interface entre la théorie des probabilités et la physique statistique. Il a obtenu en particulier des résultats sur la probabilité de non-intersection de deux marches aléatoires planes décrivant le déplacement aléatoire d'une particule sur le réseau plan \mathbb{Z}^2 qui a, à chaque unité de temps, la même probabilité de se déplacer vers l'un de ses quatre voisins : Wendelin Werner a décrit très précisément

la probabilité que deux particules se déplaçant suivant la même loi et partant du même point ne se rencontrent pas à nouveau avant l'instant « n » lorsque « n » est grand, répondant ainsi à des questions soulevées par les physiciens Duplantier et Kwon en 1988.

Convergence vers l'équilibre dans l'équation de Boltzmann et l'amortissement de Landau non linéaire :

L'interprétation mathématique qu'a faite Cédric Villani du concept d'entropie, quantité mesurant le désordre d'un système de particules, est au centre de ses résultats sur la convergence vers l'équilibre dans l'équation de Boltzmann et l'amortissement de Landau non linéaire. L'équation de Boltzmann décrit l'état des molécules d'un gaz et l'on sait depuis longtemps que ces molécules vont presque toujours d'un état ordonné à un état moins ordonné : l'entropie augmente. Avec ses collaborateurs, Cédric Villani a développé les fondements mathématiques de la notion d'entropie, permettant ainsi une analyse rigoureuse du temps nécessaire à un gaz pour atteindre son état d'équilibre. Ses résultats sur

l'amortissement Landau concernent les plasmas dans lesquels les molécules interagissent à distance, phénomène qui vient s'ajouter aux collisions qu'elles ont entre elles, comme dans les gaz : il démontre avec Clément Mouhot la convergence vers un état d'équilibre, telle qu'elle avait été conjecturée par Landau et étudiée par ce dernier pour un système modèle.

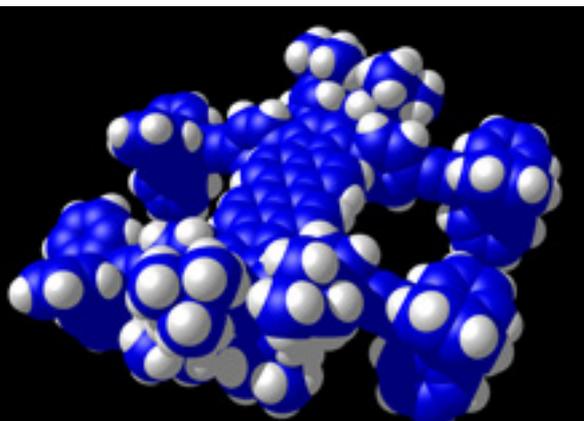
La conjecture de Goldbach « impair » :

Selon la conjecture de Goldbach, tout nombre impair plus grand que 7 est la somme de trois nombres premiers. Cette conjecture, énoncée par Christian Goldbach dans une lettre à Leonard Euler en 1742, a été résolue en 2013 par Harald Helfgott, jeune mathématicien péruvien recruté au CNRS en 2010 sur son projet de démonstration de celle-ci. Belle prise de risque, beau résultat, $271 = 131 + 137 + 3$ années plus tard.

Plus-values du CNRS

- Soutien inconditionnel aux thématiques choisies par les chercheurs.
- Capacité d'attractivité internationale.

Petits objets quantiques : le fruit de la persévérance



© Pierre ABEL/HOU/CEMES/CNRS Photographique

Plus-values du CNRS

- Engagement humain constant sur un long terme.
- Capacité à susciter de l'interdisciplinarité.

Voir, étudier et manipuler individuellement des composants fondamentaux de notre monde est devenu notre quotidien. La première course internationale de molécules-voitures NanoCar qui se prépare à Toulouse en est une belle illustration. On peut aussi citer la manipulation cohérente d'un spin électronique unique grâce aux techniques modernes de nanostructuration et, en biologie, la mise en évidence du rôle de l'asymétrie de l'environnement dans la migration cellulaire. Les travaux qui ont mené au prix Nobel de Serge Haroche en 2012 sont un exemple emblématique de cette aventure, qui a conduit de l'étude statistique d'une assemblée d'objets souvent régis par des lois classiques à celle d'un objet individuel, un photon en l'occurrence, lequel vit dans un monde quantique. Depuis les premières recherches qui ont montré l'intérêt de la quantification du champ pour décrire de façon simple et synthétique les propriétés d'atomes en interaction, il a fallu gagner 14 ordres de grandeur pour arriver à déceler des effets induits par un photon unique et ainsi étudier par des méthodes non destructives les paradoxes quantiques dans des systèmes simples.

Les plus vieux outils du monde, une découverte de stature internationale

Fondé par Hélène Roche en 1994, le West Turkana Archeological Project, qui concerne l'ouest du lac Turkana au Kenya, désormais dirigé par Sonia Harmand, a permis de dégager lors de la campagne de fouilles engagée en 2011 des outils en pierre datés de 3,3 millions d'années (www2.cnr.fr/presse/communique/4043.htm).

Cette découverte fait reculer de 700 000 ans l'apparition des outils de pierre taillée et a apporté la preuve de l'existence des capacités cognitives nécessaires à leur fabrication chez des hominidés aussi anciens. Cette entreprise a été réalisée en collaboration internationale avec les institutions kenyanes et une université américaine. La place du laboratoire Préhistoire et Technologie (CNRS-Université Paris-Ouest Nanterre La défense) y est centrale.

Plus-values du CNRS

- Engagement et suivi sur le très long terme.
- Capacité à piloter un projet à l'échelle internationale.

Les usages politiques de la mémoire des conflits : une perspective transnationale

Le travail opéré autour des usages politiques des conflits s'inscrit dans le cadre d'un renouvellement épistémologique profond de la discipline historique porté par la France et l'Institut d'histoire du temps présent (IHTP). Il s'agit d'interroger la mémoire des conflits et leurs résonances politiques contemporaines dans une perspective de plus en plus transnationale et, plus largement, d'interroger les rapports entre histoire et mémoire. La prise en compte du temps présent comme objet d'histoire a constitué une innovation conceptuelle importante sur le plan épistémologique et, en même temps, un moyen de répondre à une demande sociale accrue d'expertise dans le cadre du développement de pratiques mémorielles de plus en plus intenses dans nos sociétés (procès de la collaboration,

reconnaissance des victimes et des traumatismes, mémoire de l'esclavage etc.). L'émergence de ce courant historiographique a été très précocement structurée et constamment soutenue par le CNRS depuis plus de 30 ans grâce à la mise en place d'un laboratoire propre, l'IHTP, qui fédère les travaux sur l'histoire du temps présent et assure son rayonnement international mais également leurs déclinaisons par des dispositifs pédagogiques (réseau des correspondants) autour du second conflit mondial.

Plus-values du CNRS

- Capacité de mise en réseau de chercheur-e-s au plan international.
- Engagement de longue durée.

Les processus de la mondialisation, des jeux d'influence

De nouvelles dimensions insoupçonnées des processus de mondialisation/globalisation ont été découvertes à partir de la mise en perspective des différentes expériences historiques de mondialisation. Les travaux de l'équipe de Serge Gruzinski (directeur de recherche CNRS) ont été cruciaux dans la clarification du concept de mondialisation, en montrant

pourquoi la mondialisation ne pouvait se limiter à un simple rapport de domination de l'Europe sur l'Amérique espagnole par exemple, mais qu'elle résultait d'interactions beaucoup plus riches entre ces deux espaces d'un côté et aussi des jeux d'influences avec d'autres espaces (Afrique, Asie, mondes musulmans) de l'autre. La principale conclusion est que la mondialisation n'a pas simplement produit un état d'indifférenciation des espaces et des sociétés mais aussi, même dans le cadre de sociétés métissées, des espaces de fermeture et de blocage. Serge Gruzinski a obtenu le prix CIHS-Jaeger-LeCoultre 2015.

Plus-values du CNRS

- Investissements financier et humain de long terme.
- Implantation internationale de longue durée.

Contribution du CNRS aux recherches aéronautiques



Une des spécificités du domaine aéronautique consiste en la forte interaction existant entre les industriels et la recherche académique sous l'impulsion du CNRS. En effet, ce domaine affronte des contraintes de plus en plus strictes, par exemple sur les niveaux de consommation, d'émission de polluants, de bruit et de sécurité, contraintes nécessitant des sauts conceptuels importants. Il est donc nécessaire de poursuivre une recherche de base à même d'irriguer les développements et ruptures technologiques de demain. Outre les activités des laboratoires, le CNRS anime plusieurs réseaux thématiques dédiés à la combustion (INCA), au bruit (IROQUA), aux matériaux (MAYA), à l'aérodynamique (HAIDA) ou à la distribution électrique (POCA). Il participe au Conseil pour la recherche aéronautique civile (CORAC), à la Fondation de recherche pour l'aéronautique et l'espace (FRAE) ainsi qu'au Groupement des industries françaises aéronautiques et spatiales (GIFAS). Le prochain turboréacteur LEAP (Safran/General Electric) est un bon exemple d'objet de rupture à forte implication des laboratoires CNRS.

Plus-values du CNRS

- Capacité de pilotage de l'interface recherche-industrie.
- Animation de réseaux scientifiques à grande échelle.

Méthodes formelles : la France au meilleur niveau mondial

Durant plus de trente ans, le CNRS a soutenu le domaine des méthodes formelles pour la validation et la vérification des systèmes embarqués critiques par des recrutements de

chercheur-e-s et l'animation des communautés par des Groupements de recherche (GDR). Ce soutien constant a permis le développement de

Plus-value du CNRS

- Engagement financier et humain de très longue durée.

méthodes et de techniques qui non seulement ont placé la France au meilleur niveau international (prix Turing de Joseph Sifakis), mais surtout ont fait l'objet de transferts vers l'industrie qui aujourd'hui utilise de façon courante ces approches dans le domaine du transport (avionique, ferroviaire, spatial), du nucléaire, etc. Deux exemples marquants sont la suite SCADE et l'analyseur statique ASTREE.

Le solaire concentré : une recherche pionnière

Le CNRS a été l'un des pionniers de la recherche sur l'énergie solaire concentrée. Il a mis en service le plus grand four solaire du monde (1 MW) à Odeillo en 1970 et a participé, au début des années 1980, au démarrage de la toute première centrale électro-solaire à sels fondus aux côtés d'EDF. Dans les années 1980-90, les États délaissent le solaire, moins rentable que les énergies fossiles et nucléaires, mais le CNRS décide de préserver les infrastructures et le savoir-faire durant cette période. Dès le retour en grâce du solaire au début des années 2000, le laboratoire PROMES (unité propre du CNRS) d'Odeillo et Perpignan est alors en capacité de relancer des grands projets de recherche sur le solaire à concentration avec ses partenaires européens réunis au sein de l'alliance SolLab (CNRS, DLR, CIEMAT, ETH). En 2010 et 2011, il est également pilote de l'Équipement d'excellence SOCRATE et du Laboratoire d'excellence SOLSTICE.



© Gabriel OUALDE/CNRS Photographique

Plus-values du CNRS

- Capacité de pilotage d'un projet à l'interface recherche-industrie.
- Engagement sur une très longue durée.

Quelques réalisations remarquables dans les Unités mixtes internationales

UCSD-CNRS Joint Chemistry Lab (San Diego)

L'Unité mixte internationale animée par Guy Bertrand semble s'être donnée pour règle de contester les lois fondamentales de la chimie. Les recherches menées dans cette unité ont ainsi permis de montrer l'existence d'entités contre-intuitives comme les carbènes stables ou les nitrènes... et de dompter leur réactivité en transformant ces « monstres chimiques » en outils utiles pour la chimie de synthèse. Guy Bertrand et son équipe réussissent ainsi à utiliser des espèces organiques dans des transformations qui étaient auparavant opérées par des complexes de métaux de transition. L'Unité mixte internationale

dirigée par Guy Bertrand associe le CNRS et l'université de Californie à San Diego (UCSD) dans un effort commun. Sa production scientifique assure une visibilité exceptionnelle et le laboratoire est un lieu privilégié de formation de générations de jeunes chercheur-e-s qui viennent enrichir par leur expérience le tissu de nos laboratoires.

« A crystalline singlet phosphinonitrene : a nitrogen atom transfer agent », F. Dielmann et al., Science, 337 (2012) : 1526-1528 ; « Synthesis and characterization of a neutral tricoordinate organoboron isoelectronic with amines », R. Kinjo et al., Science, 333 (2011) : 610-613

Takuvik (Université Laval-CNRS, Québec)



© Laune GALLUCÉ/FotoCNRS Photoblog

Portée par le CNRS et par l'université Laval à Québec, l'UMI Takuvik, sous la direction de Marcel Babin et de Louis Fortier, s'est forgée autour de l'émergence du chantier GreenEdge d'exploration des modifications hydrologiques et biologiques liées à la réduction de l'extension de la glace de mer en été boréal sous l'effet du changement climatique, des conséquences pour les écosystèmes, des flux de CO₂ entre l'océan et l'atmosphère, et des populations humaines locales. Pour le CNRS, ce projet ambitieux donne un sens particulièrement fort et scientifiquement pertinent à la collaboration franco-québécoise sur les environnements arctiques. Cette collaboration est un des fers de lance du chantier arctique français. Les moyens CNRS engagés permettent d'injecter dans ce projet des savoir-faire importants dans divers domaines (physique et modélisation, estimation des flux

biogéochimiques, télédétection, paléoclimatologie). Les laboratoires français y trouvent un sujet et un terrain scientifiques particulièrement féconds, avec une logistique lourde de très haute qualité.

Joint Robotics Laboratory (AIST-CNRS, Tsukuba)

L'Unité mixte internationale JRL de Tsukuba est spécialisée dans la recherche sur la robotique humanoïde et existe depuis 2008. Elle a été fondée à partir de collaborations initiales entre deux laboratoires à Toulouse (LAAS) et à Montpellier (LIRMM) et leurs homologues japonais. Outre les verrous généraux liés à la réalisation de ces robots, leur commande, pilotage, apprentissage, capteurs, algorithmes, etc., pour lesquelles il développe des compétences exceptionnelles, le JRL participe actuellement au développement de robots spécifiques pour l'industrie aéronautique (Airbus). Leur adaptabilité à des espaces contraints, leur mouvement vers des accès complexes ou dans des zones hostiles en font des outils particulièrement adaptés à ces contextes industriels sophistiqués. Le JRL est un laboratoire leader mondial dans ces domaines, bénéficiant de financements conjoints de la France et du Japon, comme des instances européennes et des industriels.



© Emmanuel FERRINI/LAAS/CNRS Photoblog

Laboratory for Integrated Micro-Mechatronic Systems (LIMMS, University of Tokyo-CNRS)

Le LIMMS a été créé en 1995 comme unité coopérative de recherche entre le CNRS et l'Institut des sciences industrielles de l'université de Tokyo. Il est devenu Unité mixte internationale CNRS en 2004. Il a ensuite été étendu en 2011 comme laboratoire d'accueil auprès de l'Union européenne au Japon (EUJO LIMMS) dans le cadre du programme FP7 et de l'accord core-to-core de la JSPS. Enfin, la structure miroir du LIMMS a été implantée à Lille dans le cadre du projet SMMiL-E afin de transférer dans le domaine clinique en France les avancées des technologies Bio-MEMS du LIMMS et de l'IIS/UTokyo pour la lutte contre le cancer. Le programme scientifique du LIMMS consiste à développer les concepts dans le domaine des micro- et nano-systèmes (MEMS/

NEMS) pour des applications liées aux télécommunications, à la micro-nanoélectronique, à l'optique, à la santé et à la recherche biomédicale. Les recherches sont développées selon trois directions : l'intégration avancée des MEMS/NEMS vers des systèmes autonomes et communiquant au service de la société, le développement de micro- et nano-systèmes pour la santé afin d'adresser des problèmes de biologie à l'échelle moléculaire et de la cellule, et le développement de nanotechnologies permettant de faire le lien entre les différentes échelles rencontrées dans l'ingénierie des systèmes complexes. C'est dans ce cadre général qu'a en particulier été conçu et développé le concept de nanopinces silicium pour la manipulation de brins d'ADN et de cellules biologiques.

IMPA (Rio de Janeiro-CNRS)

L'Unité mixte internationale CNRS-IMPA est localisée à l'IMPA (Instituto Nacional de Matemática Pura e Aplicada), à Rio de Janeiro. Créée en 2006, dans la dynamique du Réseau franco-brésilien en mathématiques (RFBM), elle structure la coopération et l'accompagnement des échanges scientifiques. Cette UMI consolide la longue tradition franco-brésilienne de détection de jeunes talents et de coopération scientifique des deux pays, collaboration qui culmine en 2014 avec la première médaille Fields franco-brésilienne d'Artur Avila. L'école brésilienne s'est développée

en forts liens avec l'école française et a vu émerger une génération exceptionnelle de mathématiciens. Elle se place aujourd'hui au meilleur niveau dans au moins trois branches d'excellence historique, les systèmes dynamiques (hyperbolicité, théorie ergodique, dynamique holomorphe, feuilletages, etc.), les équations aux dérivées partielles (analyse non linéaire, équations dispersives, mécanique des fluides, etc.) et la géométrie (surfaces minimales, surfaces à courbure moyenne constante, feuilletages liés aux structures riemanniennes, etc.).

L'organisation de la direction scientifique du CNRS et son fonctionnement

Les quelques éléments décrits ci-dessus définissent bien la marque CNRS comme celle de l'excellence de la recherche scientifique française aux frontières de

la connaissance. Nous décrivons, dans ce chapitre, la façon dont s'organise le CNRS pour opérer et favoriser la recherche au meilleur niveau.

La direction scientifique du CNRS comprend dix instituts. Ce sont des divisions correspondant à des champs scientifiques plus ou moins étendus. Ils sont décrits dans le fascicule consacré à « l'état des lieux ». Dans le passé, le CNRS était organisé en un certain nombre de « départements », inférieur à dix, mais ce chiffre variait au gré des réformes internes opérées par différents directeurs généraux de l'organisme, soucieux d'améliorer l'efficacité de son organisation. Chaque changement de nombre et d'intitulés des départements faisait l'objet de discussions sans fin et la situation actuelle résulte en partie de la sédimentation de ces réformes successives. Fort heureusement, pendant ce temps, la recherche ne s'est jamais arrêtée dans les laboratoires.

Les querelles de territoires disciplinaires sont assez fortes en France. On peut sans doute en trouver en partie l'origine dans l'organisation traditionnelle « en silo » des facultés universitaires et de l'ensemble de l'enseignement, scolaire compris. On pense encore beaucoup en France en termes de discipline scientifique, même si les pratiques multi- et interdisciplinaires se sont énormément développées depuis quelque temps.

Le choix opéré en 2010 à l'arrivée de l'actuelle présidence de l'organisme a été de ne pas modifier le nombre et le contour des instituts existants, dans le but de ne pas réanimer les querelles quasi-théologiques qui avaient présidé à leur définition en 2009. Le découpage nécessaire sur le plan pratique lorsqu'on couvre un aussi vaste champ scientifique

est évidemment arbitraire, et parfois cocasse lorsqu'on songe au fait que l'ensemble des disciplines des sciences humaines et sociale (SHS) sont regroupées en un seul institut, alors que la physique dispose de l'Institut national de physique nucléaire et de physique des particules (IN2P3), de l'Institut des sciences de l'Univers (INSU), d'une grande partie de l'Institut d'ingénierie (INSIS), autrefois intitulé « Sciences physiques pour l'ingénieur », et bien sûr de l'Institut de physique (INP) !

L'essentiel est de bien faire comprendre qu'il n'y a qu'un seul CNRS et pas dix, et de placer à la tête de ces instituts des scientifiques ouverts et éclairés, bons connaisseurs de la science française et internationale au-delà de leur propre champ de recherche, et de les faire travailler ensemble. L'enjeu est de parvenir à repérer les sujets porteurs, à susciter des réflexions dans la communauté, permettant de faire émerger des travaux innovants et pertinents aux interfaces, et de les soutenir de la meilleure façon possible. En appui à ces réflexions transverses, nous avons simplement mis en place trois « missions » légères : la Mission pour l'interdisciplinarité (MI), la Mission Calcul et Données (MiCaDo) et la Mission Grands instruments (TGIR). Les deux premières missions sont décrites dans un encart page suivante. Il est important de signaler ici que la direction scientifique du CNRS : directeur, directeurs/trices d'institut et pour chaque institut les directeurs/trices adjoint-e-s et les chargé-e-s de mission, est constituée de scientifiques en activité, en contact étroit et régulier avec les laboratoires et leurs directeurs/trices. Ce sont des interlocuteurs scientifiques très précieux pour les laboratoires, et c'est un atout considérable pour la recherche française.

Les missions transverses du CNRS

Mission pour l'interdisciplinarité (MI)

La Mission pour l'Interdisciplinarité (MI), créée en 2011, est un lieu d'échanges et de réflexion qui a vocation à servir d'aiguillon pour faire émerger des projets et des actions de recherche qui se caractérisent par la prise de risques. Pilotée par un comité représentatif de l'éventail scientifique du CNRS, elle offre la possibilité de lancer des collaborations inédites à partir de regards croisés sur les disciplines, dans un cadre de travail peu contraignant et réactif.

Son objectif est de repérer les évolutions à l'œuvre aux interfaces des disciplines et des profils de chercheur-e-s, mais aussi de mobiliser les communautés disciplinaires autour de questions majeures comme les sciences du comportement, les grandes masses de données, les nouveaux modèles issus de la biodiversité pour la biologie, la transition énergétique ou encore le littoral.

La MI a créé plusieurs outils dynamiques aptes à traiter dans leur globalité des objets ou des thèmes interdisciplinaires transversaux à l'organisme. Le « défi », qui s'inscrit dans une durée de trois à cinq ans, est sans doute le plus élaboré d'entre eux. Il joue le rôle qu'un incubateur jouerait dans l'univers de l'innovation, permettant en quelques années de structurer des communautés interdisciplinaires aux contours inédits. Le défi Mastodons sur les grandes masses de données, lancé en 2012 alors que le « big data » n'était pas encore à l'ordre du jour, ou les défis Instrumentation aux limites et SENS figurent parmi les plus représentatifs. Plus de 15 d'entre eux ont été financés depuis 2011 pour un montant global de 18 millions d'euros.

Le « Projet exploratoire premier soutien » (PEPS) vise, par des financements attribués pour un ou deux ans à l'échelle d'un site où sont regroupés plusieurs établissements d'enseignement supérieur et de recherche, à susciter une réflexion interdisciplinaire sur un sujet nouveau (« hot topic ») et créer des liens entre les communautés. On peut citer à titre d'exemple, celui lancé autour de « Humain Mathématiques Informatique », qui a mobilisé de nouvelles communautés sur des questions de linguistique, d'archéologie, de dynamique des populations et de musicologie. Depuis sa création, la MI a financé plus de 60 de ces appels à projets pour un montant de 10 millions d'euros. Un autre effet de ces PEPS, qui sont décidés conjointement avec les partenaires locaux, est de contribuer à la structuration des politiques scientifiques de sites du CNRS.

Preuve du caractère précurseur de la MI, plusieurs des thématiques de recherche qu'elle a soutenues ont fait l'objet, dans un second temps, d'appels à projets proposés par les agences de financement, assurant ainsi un effet d'entraînement incontestable sur l'ensemble de la recherche.

Mission Calcul et Données (Mi-Ca-Do)

Les besoins en puissance de calcul ont explosé sous le double effet de l'accroissement considérable des volumes de données à stocker, manipuler et traiter et d'un recours grandissant à la modélisation et à la simulation au cours des vingt dernières années.

Calcul intensif, exploitation et valorisation des très grandes masses de données concernent désormais tous les domaines de la science, sans exception et constituent un enjeu stratégique pluridisciplinaire pour la production de nouvelles connaissances. La compétitivité et l'attractivité de la communauté académique, y compris même la compétitivité industrielle, dépendent de notre capacité de traitement de ces « big data ».

Transverses aux instituts du CNRS, ces thématiques ne bénéficient pas d'une réelle appropriation par les communautés scientifiques, dont la maturité dans le domaine est très variable. Il en résulte une difficulté récurrente à définir une politique cohérente et y affecter des moyens, humains ou financiers. Par ailleurs, un foisonnement d'initiatives locales conduit à une multiplication plus ou moins rationnelle des équipements.

La Mission Calcul et Données (Mi-Ca-Do) est née en novembre 2015 précisément pour faciliter la mise en place d'une politique transverse coordonnée et partagée. Cette structure légère est pilotée par un comité d'orientation dans lequel siègent des représentants de chaque institut du CNRS. Cette organisation permet de définir et de mettre en œuvre une politique globale du CNRS pour tout ce qui concerne le calcul haute performance, les grilles, le « cloud » ainsi que les infrastructures de données massives, tant à l'échelle nationale qu'internationale.

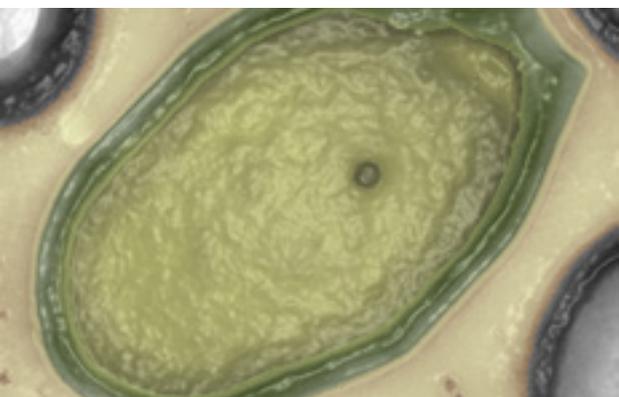
La Mission Calcul et Données permet également de bâtir une stratégie conjointe avec nos partenaires universitaires en matière de calcul haute performance et de grandes masses de données, dans le cadre de la politique de sites de l'établissement.

Quelques exemples d'émergences scientifiques et de sujets interdisciplinaires issus du CNRS

Le comité de visite scientifique est invité à évaluer la capacité du CNRS, dans son organisation actuelle, et au vu des éléments pour un plan stratégique fournis séparément, à faire émerger et soutenir

efficacement les sujets interdisciplinaires. Nous décrivons ci-dessous quelques exemples de réussites interdisciplinaires et de soutien de problématiques émergentes.

Virus géants : une découverte qui bouleverse les dogmes de la virologie



© ANU/ISS/CNRS Photothèque

La découverte des virus « géants » : Mimivirus en 2003, puis Pandoravirus en 2013, enfin Pithovirus et Mollivirus en 2014 et 2015, tous deux issus d'un sol sibérien gelé depuis 30 000 ans, a remis en question la conception des virus. Ces virus, les seuls visibles au microscope optique car leur diamètre est supérieur à 0,5 micron, infectent les amibes et renferment un très grand nombre de gènes par rapport aux virus courants, dont plus de 90 % ne ressemblent à rien de connu : pas d'homologues ni chez les autres virus ni chez les procaryotes ou les eucaryotes. La taille et la complexité de leur génome dépassent celles du génome de nombreuses bactéries. Leur découverte bouleverse les dogmes de la virologie, mais aussi ceux sur l'origine de la vie sur Terre, voire ceux sur la définition de la vie. Comment des équipes CNRS ont-elles pu découvrir ces géants omniprésents, mais restés inaperçus pendant plus d'un siècle de virologie ? Grâce à l'ouverture

d'esprit de chercheur-e-s, dont l'horizon n'était pas limité à l'étude des virus pathogènes, qui disposaient de temps et dont les premières découvertes ont été détectées et soutenues par le CNRS.

« The rapidly expanding universe of giant viruses : Mimivirus, Pandoravirus, Pithovirus and Mollivirus », C. Abergel et al., FEMS Microbiol Rev., 39 (2015) : 779-796

De nouvelles classes ARN : des découvertes fondamentales sur l'expression des gènes

Les quinze dernières années ont vu émerger de nouveaux mécanismes sous-tendant la transmission des caractères : rôle de la configuration de la chromatine, arrangements topographiques des gènes, modifications chimiques des acides nucléiques et des protéines chromatiniennes. En parallèle de ces nouvelles formes d'hérédité et de l'émergence du concept d'épigénétique, la découverte de nouvelles classes d'ARN a bouleversé les connaissances sur l'expression des gènes. Le CNRS est un acteur central de cette science en mouvement par sa capacité à soutenir des recherches fondées sur la curiosité et sur la liberté des choix de sujets de ses chercheur-e-s, et par sa capacité à mettre en réseau*. Citons la découverte récente de petits peptides

provenant de microARN, ignorés jusqu'à présent car trop petits pour être pris en compte par les analyses globales de bio-informatique, et qui ont un rôle fondamental lors du développement embryonnaire". Il s'agit de la découverte d'un nouvel objet (petits ARN et micropeptides) qui aurait échappé à la « big » science, qui n'était pas ciblé par l'étude, mais qui a été révélé à la suite de la volonté de comprendre pleinement un mécanisme biologique dont on n'avait aucune idée de la cause profonde.

* www.labex-deep.fr/organisation/presentation-du-labex-deep/
www.epigenmed.fr/; <http://www.epigenesys.eu/en/home>

** « Pri sORF peptides induce selective proteasome-mediated protein processing », J. Zanet et al., Science, 359 (2015) : 1356-1358

Mécanobiologie : une compréhension nouvelle du comportement cellulaire

La mécanobiologie vise à comprendre comment les forces, contraintes ou déformations jouent un rôle déterminant dans la formation, les propriétés ou le fonctionnement des cellules et des tissus. Deux grands axes d'orientation sont particulièrement visés : l'étude des cellules et des tissus vivants en tenant compte de leur environnement* et l'ingénierie tissulaire avec la création de tissus ou organes** (comprenant des cellules du vivant et pouvant inclure des matériaux inertes). Pour ces deux axes, l'objectif est d'apporter une nouvelle compréhension du comportement cellulaire en tenant compte de l'environnement mécanique, biologique, chimique ou électromagnétique. Les enjeux

concernent aussi bien des questions de fond en sciences du vivant (morphogénèse, organisation du génome, construction de réseaux cellulaires, organisation dynamique des tissus, mécanotransduction, évolution...), que des approches en aval (implantation d'organes ou tissus contenant des composants appartenant au vivant et inertes, et adaptation dans un milieu physiologique).

* UMI Biomechanics of Cell-Cell Contact : BMC³ (National University of Singapore/ Mechanobiology Institute Singapore/CNRS) : <http://labs.mbi.nus.edu.sg/bmc3/>

** Article phare récent : « A self-organized biomechanical network drives shape changes during tissue morphogenesis », A. Munjal et al., Nature, 524 (2015) : 351-355

Maths-bio : la construction d'une communauté

Le développement des maths-bio est la résultante d'un grand effort réalisé par la communauté mathématique qui a décidé d'intensifier la recherche dans ce domaine en France. Ce travail de construction d'une communauté a été soutenu par le CNRS. Le recrutement de jeunes sur des profils nouveaux a été en particulier décisif. Le CNRS dispose maintenant dans ses équipes de jeunes chercheurs brillants, ayant noué des interactions fortes avec des équipes de biologistes et de médecins. On peut citer Vincent Calvez, chargé de recherche et médaille de bronze du CNRS, qui travaille avec l'Institut Curie sur des modèles de chimiotactisme (mouvement des cellules en réponse aux signaux qu'elles reçoivent); Fabien Crauste,

chargé de recherche, et ses travaux avec des collègues du Centre international de recherche en infectiologie de Lyon sur la description de la réponse immunitaire visant à apporter des outils de modélisation et d'analyse mathématique pour améliorer le développement de vaccins; ou encore Olivier Saut, dont les travaux avec les médecins du CHU de Bordeaux ont permis de faire entrer des techniques de prédiction issues du calcul scientifique dans le domaine médical et de se diriger vers une médecine prédictive et personnalisée grâce à un logiciel basé sur des modèles mathématiques permettant d'évaluer l'agressivité des tumeurs ou la réponse au traitement de métastases pulmonaires. Ce logiciel donne lieu à un projet de création de start-up.

Maths-sciences de la Terre : une interface féconde

Dans le cadre de l'Année mondiale de la planète Terre, un travail important de réflexion de prospective a été porté par Didier Bresch, directeur de recherche CNRS. Cet atelier a eu pour objectif de susciter une vision plus systémique et intégrée sur le thème « mathématiques et complexité du système Terre ». Cet atelier a contribué au rapprochement des mathématiques et des sciences du système Terre (écologie, économie, géologie, etc.) avec l'élaboration d'un travail d'identification des thématiques prioritaires à aborder et des verrous scientifiques à lever. Le CNRS joue un rôle

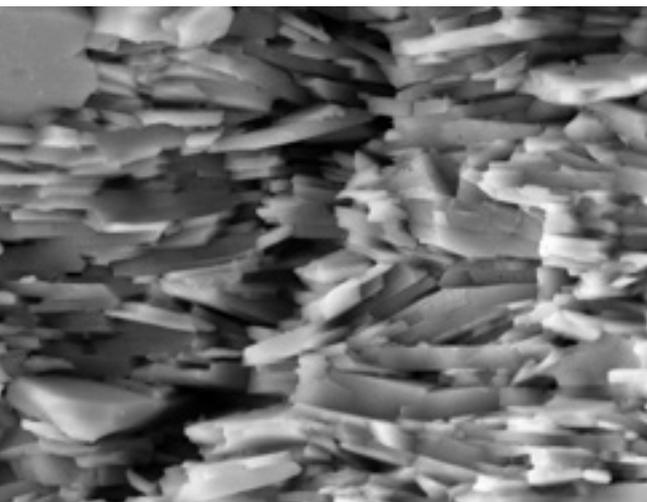
déterminant dans la mise en œuvre de ce programme de travail par le soutien qu'il apporte et par la structuration de la communauté. L'approche mathématique permet de faire avancer simultanément des thèmes a priori éloignés : l'étude des écoulements granulaires (avalanches, coulées de lave) menée par Bertrand Maury et ses collaborateurs a permis de développer des algorithmes de simulation qui s'adaptent ensuite parfaitement à l'étude des mouvements de foule. Ici, encore, un projet de start-up vient accompagner un travail entamé sur le plan théorique jusqu'à la valorisation.

Une nouvelle méthode de détection de la légionellose

La technique, développée par Boris Vauzeilles et ses collaborateurs, permet de détecter rapidement et sélectivement la bactérie responsable de la légionellose. Le principe est simple : la bactérie incorpore un sucre mouchard légèrement modifié qui la rend fluorescente. Avec cette nouvelle méthode, la légionellose peut être détectée en moins

de 24 heures, contre entre 10 et 12 jours pour la technique de détection classique en culture. Ces résultats, publiés dans *Angewandte Chemie* en 2014, sont la base de la création de la start-up Click4Tag et ont reçu le prix Chimie 2015 de La Recherche (www.click4tag.com).

Un matériau innovant inspiré de la nacre, dix fois plus résistant qu'une céramique classique



© Florian BOUVILLE/CNRS Photographie

Le procédé original d'Ice Templating ou mise en forme par la glace permet de structurer un milieu colloïdal et d'obtenir un matériau céramique constitué de microparticules plaquettaires d'alumine assemblées parallèlement entre elles comme dans la nacre avec le carbonate de calcium. Ces matériaux bio-inspirés présentent des propriétés mécaniques exceptionnelles jusqu'à haute température. La forte ténacité s'explique, comme dans la nacre, par les nombreux chemins de dissipation d'énergie aux interfaces limitant la propagation des fissures. Le procédé de synthèse innovant semble compatible avec une industrialisation sans surcoût notable par rapport aux processus déjà employés. Cette nacre artificielle pourrait trouver une foule d'applications dans l'industrie et permettre d'alléger ou de réduire en taille des éléments céramiques des moteurs ou des dispositifs de génération d'énergie.

« Strong, tough and stiff bioinspired ceramics from brittle constituents », F. Bouville et al., Nature Materials, 13 (2014) : 508-514

Les vitrimères : de nouveaux matériaux façonnables à chaud comme du verre

Les vitrimères mettent en œuvre une nouvelle classe de matériaux polymères conçus comme un réseau moléculaire covalent dans lequel la température ne modifie pas le nombre de liaisons internes ni la fonctionnalité mais affecte seulement la vitesse de réorganisation. Le matériau est un solide amorphe, rigide à température ambiante et malléable à haute température. Ce concept très innovant a été mis en œuvre concrètement dans des réseaux époxy-acides. L'invention du concept de vitrimère a été soulignée par l'American Chemical

Society comme « Best Chemistry 2011 ». La simplicité et la robustesse de la chimie employée devraient permettre aux vitrimères époxy de passer rapidement du concept fondamental à l'application industrielle. Utilisés comme base de composites, ils pourraient favorablement concurrencer les époxy traditionnels, en améliorant leurs propriétés et leur recyclabilité.

« Silica-like malleable materials from permanent organic networks », Damien Montarnal et al., Science, 334 (2011) : 965-968

« Visual Studies » : l'Imaginarium au pouvoir

Les sciences et cultures du visuel (« Visual Studies ») s'intéressent au sens, à la perception et à la fonction des images dans les sociétés passées et présentes. Le CNRS a été le premier à développer cette thématique en France, en lien avec les universités de Lille 1 et de Lille 3. Elle associe les sciences humaines et sociales, les sciences et technologies de l'information et de la communication, et les sciences cognitives. Au sein de l'Interdisciplinary Cluster for the Advancement of Visual Studies, les chercheurs du site lillois explorent donc les dimensions visibles des cultures humaines

en lien avec les mécanismes neurocognitifs de la perception. Ils s'appuient pour cela sur les équipements réunis au sein de la plateforme technologique IrDIVE, financée dans le cadre des opérations du Programme d'investissements d'avenir, et installés au sein de l'Imaginarium, un lieu d'expérimentation situé à Tourcoing. Accueillant à la fois des entreprises, des laboratoires de recherche et des projets artistiques, le programme assure une interaction constante des chercheur-e-s avec les institutions artistiques et avec le secteur des industries créatives et culturelles.

Économie comportementale et expérimentale : un investissement fructueux

Le développement de l'économie comportementale et expérimentale en France compte parmi les avancées importantes réalisées grâce au CNRS, à ses chercheur-e-s et à ses dispositifs depuis une dizaine d'années. Le CNRS a joué un rôle décisif en participant au financement de plateformes expérimentales pluridisciplinaires (à Lyon, Paris, Montpellier, Strasbourg, Rennes), en créant des postes de développeurs en protocoles expérimentaux et lab managers, et en recrutant des chercheur-e-s et ingénieur-e-s en économie comportementale et expérimentale. Cet investissement du CNRS a permis à la France de participer au processus de

développement de l'économie publique comportementale, de l'économie du travail comportementale, de la neuroéconomie et de la macroéconomie expérimentale. L'économie comportementale délivre en effet de nouveaux modèles mathématiques incorporant des dimensions psychologiques, telles que des biais cognitifs ou des émotions, dans le raisonnement économique. Ces nouveaux modèles font l'objet de tests empiriques conduits en recourant à l'expérimentation de laboratoire et de terrain, laquelle requiert un investissement matériel et immatériel coûteux pour des sciences sociales.

Langage, linguistique : les travaux pionniers du Gipsa-lab

Julien Meyer (Gipsa-lab, Grenoble) linguiste et bioacousticien, étudie les contraintes cognitives, physiologiques et écologiques sur la forme sonore des langues de la planète. Ses travaux pionniers sur l'adaptation perceptive et productive de différentes structures linguistiques de langues peu étudiées d'Amazonie ou d'Afrique en différents types de signaux acoustiques tel le sifflement ouvrent des perspectives inédites sur les possibilités d'adaptation naturelle du signal de parole et ce faisant, la nature et l'évolution du langage humain. Brigitte

Pakendorf a initié un champ de recherche, « Comparative Population Linguistics », qui croise l'anthropologie moléculaire et l'analyse linguistique typologique pour expliquer la préhistoire et l'évolution (la diversification) des langues. L'histoire des contacts entre peuples parlant différents dialectes d'une même langue (Khoisans d'Afrique australe, Yakoutes de Sibérie) est reconstruite à partir de l'ADN de ces populations, puis utilisée pour démêler ce qui relève du contact des langues des tendances évolutives propres au changement linguistique.

Des horloges qui repoussent les limites de la mesure du temps

Avec des précisions à un niveau de 10^{-18} , les horloges optiques repoussent les limites de précision pour l'unité de temps au cœur du Système international d'unités pour la spectroscopie et les tests des lois fondamentales de la physique. À partir de 2017, la mission spatiale européenne ACES, qui embarquera l'horloge à atomes froids française PHARAO, apportera sans aucun doute une contribution majeure à la recherche de déviations par rapport aux prédictions des théories piliers de la physique actuelle. Les horloges et les moyens de synchronisation à distance qui leur sont associés, dont l'Équipex Refimeve + et ses extensions européennes, ouvrent aussi la voie à de nouveaux

champs de recherche, comme la géodésie chronométrique et les mesures directes du potentiel de pesanteur. La synchronisation est au cœur du fonctionnement de grands systèmes ou réseaux : positionnement par satellites, télécommunications, transports, distribution d'énergie, astronomie, navigation des sondes spatiales. Des concepts innovants d'horloges compactes – voire des micro-horloges fabricables en grande série – sont sur le point d'être commercialisés par des entreprises françaises à partir des développements menés dans les laboratoires, dans le cadre d'une coordination nationale assurée par le Labex réseau FIRST-TF, placé sous l'égide du CNRS.

Programme Astroparticules : des équipes françaises leaders

Le CNRS a été pionnier dans le développement de cette nouvelle discipline qui se situe à l'interface de la physique des particules et de l'astrophysique et met aujourd'hui en œuvre de très grands équipements de recherche. Les projets d'Astroparticules sont déployés à la surface de la Terre ou dans l'espace, dans des installations souterraines profondément enterrées, dans les glaces du pôle Sud ou au fond des mers. Les chercheurs y détectent le rayonnement cosmique chargé, les gammas de hautes énergies, les

neutrinos et les ondes gravitationnelles, y compris primordiales. Ils recherchent la matière noire, sondent l'énergie noire et étudient les mécanismes d'expansion de l'Univers. Ces projets nécessitent le développement d'appareillages spécifiques, souvent à la pointe des techniques et générant des volumes de données considérables. La structure nationale du CNRS, sa multidisciplinarité et sa réactivité ont permis aux équipes françaises de devenir leaders dans ce domaine en évolution rapide et fortement interdisciplinaire.

Pour compléter ce chapitre consacré à l'organisation du CNRS, voici brièvement la façon dont les ressources sont attribuées (annuellement).

L'agenda pour l'année N démarre à l'automne de l'année N-1 par une réflexion sur les emplois de chercheur-e-s et d'ingénieur-e-s-technicien-ne-s (IT). Les contraintes budgétaires nous conduisent à maintenir de façon stricte la masse salariale du CNRS, c'est le premier point de politique scientifique. En fonction des départs prévisibles en retraites pour l'année N, nous établissons plusieurs schémas possibles d'attribution des emplois. Le débat se déroule en Collège de direction (le directoire et les dix directeurs/trices d'institut). L'arbitrage final sur les emplois résulte des besoins affichés par les instituts et des priorités énoncées par le président. Ces besoins sont préparés par un dialogue de gestion entre la direction des ressources humaines (DRH) et chaque institut au printemps. Ces dernières années, le choix a été fait de recruter de manière équilibrée chercheur-e-s et IT, et de favoriser le recrutement de chercheur-e-s en mathématiques, sciences de l'information, avec un rattrapage pour les sciences sociales et humanités qui avaient été largement défavorisées dans les années 2000-2010. Les emplois font l'objet d'une publication, en décembre pour les chercheur-e-s, en juin pour les IT. Ce sont des concours de la fonction publique française, soumis à un certain nombre de règles assez strictes. Les emplois chercheur-e-s sont répartis dans les disciplines scientifiques selon le découpage des 46 sections du Comité national de la recherche scientifique (CoNRS), organe statutaire composé au total de près d'un millier d'expert-e-s élu-e-s et nommé-e-s. Chaque section constitue un jury d'admissibilité qui auditionne, évalue et classe les candidats par ordre de mérite. Ces propositions sont examinées par un jury d'admission de l'organisme, composé de membres de la direction et

d'expert-e-s du comité national. Chaque jury d'admission est présidé par un directeur d'institut. Les concours IT font l'objet d'une campagne séparée. Les emplois sont affichés et les candidatures sont examinées par un jury coordonné par la direction des ressources humaines de l'organisme.

Une fois la campagne emploi chercheur-e-s arbitrée à l'automne se déroulent les dialogues de gestion approfondis entre la direction des finances (DSFIM dans l'organigramme) et chacun des instituts. Une fois fixées les masses budgétaires incompressibles correspondant aux budgets des Très grandes infrastructures de recherche (TGIR), des infrastructures, du fonctionnement des ressources communes, l'enveloppe globale restante, que l'on nomme FEI (fonctionnement, équipement, investissement) est répartie entre les instituts et les ressources communes. Les directeurs/trices d'instituts sont chargé-e-s de la répartition de l'enveloppe FEI qui leur est confiée. Ils attribuent en début d'année des crédits appelés « soutiens de base » aux laboratoires, et tout au long de l'année, des crédits correspondants à des projets spécifiques définis selon les orientations qu'ils décident de donner à leur institut, dans le respect des priorités scientifiques de l'établissement. Il est à noter que les ressources financières qui permettent à un laboratoire de fonctionner ne viennent pas seulement de l'enveloppe FEI du CNRS. Les UMR émargent à l'Agence nationale de la recherche, aux programmes européens, aux appels à projet de collectivités territoriales françaises. Elles tirent également une partie de leurs ressources de contrats passés avec le milieu socio-économique.

Le CNRS au sein du système d'Enseignement Supérieur et de Recherche français

31

Bref regard historique

32

Un positionnement institutionnel
incertain et un peu instable

33

Le CNRS acteur de la transformation du
paysage institutionnel de l'ESR français



Le CNRS au sein du système d'Enseignement Supérieur et de Recherche français

« Le CNRS ne veut privilégier aucun thème. C'est une philosophie de liberté et de libre entreprise [...]. Le CNRS c'est "là où se fait de la bonne recherche, le Centre interviendra pour aider." La philosophie du CNRS c'est l'excellence. »

Pierre Jacquinot (1962)

L'organisation de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche (ESR) fait l'objet d'évolutions marquées dans de nombreux pays scientifiquement développés. Les grandes puissances scientifiques qui occupaient l'essentiel du terrain de la science et de la technologie au XX^e siècle (l'Amérique du Nord, l'Europe, la Russie et le Japon) doivent s'adapter au choc de la mondialisation et de la montée en puissance rapide d'acteurs tels que la Chine, Singapour, la Corée, Taïwan, etc. On assigne au même moment aux institutions de l'ESR la mission d'élargir leur assise scientifique comme source d'innovation et de bien être économique, mais aussi de se préoccuper des grands défis planétaires (« global issues ») tels que le réchauffement climatique, la transition énergétique, et d'autres encore. On assiste donc depuis une ou deux décennies à une modification profonde de la conception de la recherche scientifique, jusque-là identifiée essentiellement à des missions de progrès de la connaissance. On demande toujours plus à l'Enseignement Supérieur et à la Recherche, sans que la hiérarchie des priorités soit toujours clairement énoncée ni même comprise*.

La conviction s'est installée au sein des gouvernements de plusieurs pays, dont la France, qu'une restructuration en profondeur de l'organisation de leur système d'ESR, fondée sur un principe de différenciation des missions et de concentration de l'excellence scientifique sur quelques établissements ou sites, devait permettre de remplir plus efficacement les missions élargies qui leur ont été assignées. En Allemagne, pour prendre un exemple proche de nous, cette restructuration s'appuie sur l'initiative d'excellence (Exzellenzinitiative des Bundes und der Länder zur Förderung von Wissenschaft und Forschung an deutschen Hochschulen). On peut trouver les détails de cette opération sur le site research-in-germany.org.

En France, la restructuration de l'ESR a débuté dans les années 1990 par quelques réformes discrètes**, puis s'est accélérée depuis une dizaine d'années avec la création de Pôles de recherche et d'enseignement supérieur (PRES), deux lois sur l'ESR (la loi Liberté et Responsabilité des universités en 2007, suivie en 2013 par la loi Fioraso), la création de l'Agence nationale de la recherche (ANR) et de l'Agence d'évaluation de la recherche et de l'enseignement supérieur (AERES), contestée et transformée aujourd'hui en un Haut Conseil, le HCERES.

Le Programme d'investissements d'avenir (PIA) couronne le tout avec son cortège de nouveaux outils institutionnels : Initiatives d'excellence (IDEX), Initiatives sciences-innovation-territoires-économie (ISITE), Sociétés d'accélération du transfert de technologie (SATT), Instituts de recherche technologiques (IRT), Instituts pour la transition énergétique (ITE), Instituts hospitalo-universitaires (IHU), Instituts Convergences, etc.

La restructuration en cours de l'ESR français s'accompagne d'un effort budgétaire conséquent mais très ciblé. Pas moins de 47 Md€ ont été consacrés au Programme d'investissements d'avenir depuis 2010, dont environ 22 Md€ pour l'Enseignement supérieur et la Recherche, sous la forme de crédits extrabudgétaires dont une partie seulement est directement consommable. On trouvera dans l'encart en page suivante un résumé des réformes successives de l'ESR français depuis dix ans ainsi qu'une brève description des outils du PIA afin d'aider le lecteur à se repérer dans ce qu'il est convenu d'appeler le millefeuille institutionnel français. Nos gouvernants parient sur le fait qu'une fois la restructuration achevée, il sera possible de simplifier à nouveau le paysage en supprimant des outils qui ont été inventés à des fins de transformations, tel un échafaudage que l'on retirerait une fois la construction achevée ou la façade ravalée, ou des institutions existantes jugées obsolètes ou inopérantes.

* La Commission européenne par exemple avance trois priorités dans l'ordre suivant : open innovation, open science, open to the world. Les chercheurs sont nombreux à se demander quel sens cela peut avoir de placer l'innovation avant la science dont elle est issue dans la majorité des cas.

** Voir Christine Musselin, *La Longue Marche des universités françaises*, Paris, PUF, 2001.

Le chantier de la structuration territoriale de l'Enseignement supérieur et la Recherche français depuis dix ans et le Programme d'investissements d'avenir

Les PRES et les COMUEs

Extrait d'une note du rectorat de Paris (www.sorbonne.fr/etablissement/les-communautés-duniversités-et-etablissements/) :

« Les Pôles de recherche et d'enseignement supérieur (PRES) ont vu le jour dans le cadre de la loi Recherche en 2006. Ils ont été conçus comme des groupements d'universités et d'établissements d'enseignement supérieur. Instruments de coopération, ils visaient à renforcer l'efficacité, la visibilité et l'attractivité du système d'enseignement supérieur et de recherche français – notamment à l'étranger. La loi du 22 juillet 2013 relative à l'enseignement supérieur et à la recherche a apporté d'importantes modifications à ce dispositif : elle substitue aux PRES des regroupements d'établissements qui peuvent se constituer selon trois modalités : la fusion d'établissements, l'association d'établissements et la communauté d'universités et établissements, dite COMUE. Les COMUEs deviennent de plein droit une nouvelle catégorie d'établissement public à caractère scientifique, culturel et professionnel [...], avec d'importantes conséquences en termes de gouvernance et de représentativité des membres de la communauté universitaire. L'ambition de ces regroupements est, sur un territoire donné et sur la base d'un projet partagé, de coordonner l'offre de formation et la stratégie de recherche et de transfert des établissements publics d'enseignement supérieur. La nouvelle loi ne remet pas en cause la nécessité pour les établissements de se regrouper afin de constituer des ensembles cohérents avec une meilleure visibilité internationale. »

En dix ans, des établissements d'enseignement supérieur qui souhaitaient s'associer ou se regrouper avec des établissements voisins, universités ou écoles, et en partenariat avec un ou plusieurs organismes de recherche, ont commencé par constituer des PRES, qui étaient en général des établissements publics de coopération scientifique, créés par décret et dotés de subventions de plusieurs centaines de milliers d'euros. Vingt-sept de ces pôles ont été créés entre 2006 et 2013. À la suite de la loi de 2013, les PRES se sont transformés en COMUE. Mais la carte des PRES n'est pas tout à fait celle des COMUEs. À titre d'exemple, le projet d'université Paris-Saclay est porté par une seule COMUE, alors qu'il existait avant cela deux PRES : UniverSud et ParisTech. La

COMUE et le PRES sont deux types différents d'établissements publics. Il aura donc fallu que les protagonistes se remettent à l'ouvrage pour décider du contour de la nouvelle COMUE qui, comme on vient de le voir, n'était pas nécessairement le même que celui du défunt PRES, dialoguent avec l'État en vue de l'établissement du statut de la dite COMUE, organisent son fonctionnement interne, procèdent aux élections des conseils, établissent un règlement intérieur, etc. Il aura fallu aux partenaires d'une COMUE environ une année de dur labeur pour en achever sa construction.

Le Programme d'investissements d'avenir

Pendant ce temps-là, en 2010-2011, l'État lançait en parallèle un « grand emprunt », appelé aujourd'hui Programme d'investissements d'avenir. Dans son volet ESR, ce programme très ambitieux se donnait pour objectif de faire émerger une dizaine de pôles académiques d'excellence sur le territoire, susceptibles de devenir à terme de véritables universités de recherche de rang mondial. Un appel à projet intitulé IDEX a donc été lancé. Huit projets ont été sélectionnés dans un premier temps, puis deux autres dans une deuxième vague. Pour la première vague, après une période probatoire de quatre ans, l'État, conseillé par un jury international, a choisi de confirmer la dotation de l'IDEX (un endowment « à la française » de plusieurs centaines de millions d'euros, 7,7 Md€ pour les huit premiers lauréats) pour trois projets, de prolonger la période probatoire de trois autres, et enfin de la supprimer pour deux d'entre eux.

En 2011, ce sont essentiellement des PRES qui se sont portés candidats à l'appel à projet IDEX, avec quelques variantes. Quelques-uns des huit premiers lauréats ont dû créer pour la gestion de la dotation IDEX, une Fondation de coopération scientifique (FCS), regrettable invention destinée à gérer de l'argent public avec les méthodes du privé.

Le volet ESR du Programme d'investissements d'avenir, toujours dans l'objectif de valoriser l'excellence scientifique et technologique, comprenait également des appels à candidature pour des financements de Laboratoires d'excellence (LABEX), d'Équipements d'excellence (ÉQUIPEX), d'Instituts hospitalo-universitaires (IHU), d'Instituts de recherche technologiques (IRT), de Sociétés d'accélération

de transfert de technologies (SATT), pour ne citer que ces outils-là, tous nouveaux dans le paysage déjà bien encombré de l'ESR français.

Pour fixer les idées, prenons l'exemple du regroupement intitulé Sorbonne Université. Il réunit à Paris l'université Pierre-et-Marie-Curie, l'université de Paris-Sorbonne, le Muséum d'histoire naturelle et l'INSEAD. Les organismes nationaux CNRS, INSERM, INRIA et IRD en sont également des membres fondateurs. Pour les établissements membres de ce regroupement, il aura fallu en dix ans : créer un PRES en 2006, puis une COMUE en 2014, candidater au concours IDEX en 2010 et s'y prendre à deux fois pour le réussir, organiser les réponses aux multiples projets d'excellence des équipes de recherche (70 projets lauréats à gérer aujourd'hui). Dans cette même période, les universités ont mené un processus d'acquisition de « compétences élargies » en matière budgétaire, destiné à accroître leur autonomie. Suivant la Loi « Liberté et Responsabilités des Universités » de 2007, ces dernières se sont vu affecter la

masse salariale de leurs personnels qu'elles ne géraient pas jusqu'alors, ce qui a nécessité une refonte en profondeur de leur organisation. C'est donc à une salve de bouleversements successifs de fond que les Établissements d'enseignement supérieur et leurs équipes ont dû faire face durant cette dernière décennie. Or la communauté académique, en France comme ailleurs, possède de bonnes capacités à s'adapter à la complexité institutionnelle et administrative. Ce qui la contrarie toutefois, c'est le changement de règle continu. Dix ans de réformes à marche forcée ont un peu mis à mal la patience de nos collègues, même si naturellement les bénéficiaires des crédits du Programme d'investissements d'avenir ne s'en plaignent pas. Il reste que l'on ne saura pas avant longtemps si ce réformisme effréné a porté ses fruits en termes d'efficacité du système. Pendant les travaux, la recherche continue, fort heureusement, et peut-être même de façon surprenante le niveau et la qualité de la production scientifique française se sont largement maintenus. La stabilité institutionnelle du CNRS et des principaux organismes nationaux de recherche n'y sont peut-être pas pour rien.

Bref regard historique

Eu égard à l'ampleur de l'évolution du paysage de l'ESR français, il nous semble utile de consacrer un peu de temps à évoquer la trajectoire historique du CNRS, afin

d'éclairer la façon dont l'établissement s'appuie sur son héritage pour mieux s'adapter, agir et peser sur les transformations en cours.

Le CNRS a été créé à l'initiative de Jean Perrin en 1939. L'occasion nous a été donnée, avec la réédition récente de son ouvrage *Les Atomes*^{*}, de nous replonger aux sources des idéaux scientifiques et des valeurs morales portés par les savants français de son époque. Jean Perrin formait en effet avec Émile Borel, les Curie et Paul Langevin, ce que d'aucuns nommaient un clan, soudé par des convictions communes, socialisantes et dreyfusardes notamment. Ils militaient pour la diffusion des savoirs au plus grand nombre, et participèrent entre autres aux premières universités populaires puis, plus tard, sous l'égide du Front populaire, à la création du Palais de la découverte.

La lecture des *Atomes* est éloquente pour ce qui est de la vision que l'on avait de la recherche scientifique, à ce moment de l'histoire et en ce lieu particulier^{**}. La science

est une question d'enthousiasme réfléchi, d'énergie que rien ne lasse, et rien moins que de culte de la beauté. Dans sa conclusion, Perrin rend compte du conflit des instincts de prudence et d'audace dont l'équilibre est nécessaire au lent progrès de la science humaine. Un siècle en effet s'est déroulé, entre l'hypothèse du nombre d'Avogadro et la détermination expérimentale de sa valeur par Jean Perrin. Ardent promoteur d'une science pure et désintéressée, ce dernier professe que la découverte de l'inconnu doit être poursuivie sans préoccupation pratique précisément si l'on veut en tirer de grands résultats. Et son ami et complice Émile Borel renchérisait : « *L'essentiel est que soit maintenue jalousement la primauté de l'esprit sur la matière. [...] C'est par les études spéculatives de la science pure que l'esprit humain conservera sur les progrès matériels cette domination nécessaire*^{***}. »

* Jean Perrin, *Les Atomes*, 1913, CNRS Éditions (réédition, 2015).

** C'est dans un périmètre étroit, situé aux alentours immédiats de la rue Pierre-Curie (aujourd'hui rue Pierre-et-Marie-Curie) dans le V^e arrondissement de Paris, que se développent les réflexions qui conduiront à la création du CNRS. Perrin, Borel et Langevin sont des anciens élèves de l'École normale supérieure (ENS). Les relations avec la Sorbonne sont ambivalentes et compliquées. Jean Perrin est professeur à la Sorbonne, mais le doyen de la faculté des sciences s'oppose en 1939 à la création du CNRS.

*** « La science est-elle responsable de la crise mondiale ? », *Scientia*, 51 (1932) : 99-106.

Cette vision idéale de la science peut paraître désuète et quelque peu naïve aujourd'hui, quand on sait que la science pure et désintéressée a permis, quelques années plus tard, la fabrication du Zyklon B et de la bombe d'Hiroshima. Il n'en reste pas moins que les personnels de nos laboratoires restent farouchement attachés à l'idéal d'une recherche scientifique libre fondée pour l'essentiel sur la curiosité du chercheur-e. On peut proposer l'hypothèse selon laquelle les racines culturelles du CNRS, solidement ancrées au cœur de la période de grande activité créatrice du Front populaire,

expliquent en partie, mais pas seulement bien sûr, le très fort attachement des personnels de la recherche à cette institution, parfois décriée depuis sa création, mais toujours debout. L'héritage de Jean Perrin et des prestigieux savants de l'avant et de l'immédiat après-guerre (Frédéric Joliot-Curie par exemple) est encore bien présent, et notre réflexion sur l'évolution du CNRS ne peut pas éluder cette question : qu'avons nous fait, et que comptons nous faire, de cet héritage intellectuel ?

Un positionnement institutionnel incertain et un peu instable

L'éloge de la recherche scientifique, son importance dans l'entreprise de redressement du pays après guerre, et la vocation du CNRS à être un opérateur national en matière de recherche fondamentale ont fait régulièrement l'objet d'un rappel au plus haut niveau de l'État, tout au long de son histoire* :

Général de Gaulle (1959) : « *Quoi que l'on fasse, cependant, tout peut dépendre, tout à coup, de l'éclair imprévu et imprévisible qui jaillit d'un cerveau. Il n'y a aucune raison pour que la France n'enfante pas demain, comme elle l'a fait hier, de ces hommes exceptionnels.* »

Et également (confiance à Pierre Jacquinot) : « *Il faut laisser ces gens [les chercheurs] faire leurs gammes, même si cela coûte cher.* »

François Mitterrand (1982) : « *Dans son œuvre sur l'histoire du capitalisme occidental, Fernand Braudel montre qu'aucune société n'a jamais pu survivre si elle n'était pas capable de réussir à réunir en une mystérieuse alchimie les talents des chercheurs, la volonté des politiques, l'esprit d'entreprise des travailleurs.* »

Mais le CNRS est en même temps souvent mis en difficulté, en raison d'un positionnement institutionnel incertain. Dès sa création en effet, l'organisme a entre autres pour mission « *de provoquer, coordonner et encourager les recherches de science pure ou appliquée poursuivies par les différents services publics et les entreprises privées [...]* ». Le CNRS ne parviendra jamais à remplir vraiment cette mission de coordination pour laquelle il eût notamment fallu qu'il bénéficie d'un rattachement direct à la présidence du Conseil (aujourd'hui au Premier ministre).

Dans les années d'après-guerre sont créés le Commissariat à l'énergie atomique (CEA), l'Institut national de la santé et

de la recherche médicale (INSERM), puis plus tard l'Institut de la recherche agronomique (INRA) et l'Institut national de recherche en informatique et automatique (INRIA), organismes nationaux de statuts et de rattachements variés, et c'est le CEA qui finalement, eu égard à l'importance stratégique de ses objets d'étude, bénéficiera d'un rattachement à la présidence du Conseil.

Inutile de préciser que, dans ce contexte, la mission de coordination nationale des recherches pures et appliquées dévolue au CNRS ne pouvait tout simplement plus être remplie. Avec les grandes réformes de 1958, vont apparaître de nouvelles instances dédiées à la politique scientifique. Le Comité interministériel de la recherche scientifique et technique (CIRST) et le Comité consultatif (CCRST) formé de personnalités choisies en raison de leurs compétences en matière de recherche scientifique et technique. Un secrétariat commun aux deux comités est également créé sous la forme d'un délégué à la recherche scientifique et technique qui deviendra une délégation, la DGRST, laquelle occupera assez vite le devant de la scène en lançant des actions concertées, agissant ainsi comme une agence de financement de la recherche qui ne dit pas encore son nom. Nous sommes en 1958 et le coup est parti. Il aboutira bien plus tard, en 2005 à la création de l'Agence nationale de la recherche (ANR).

En décembre 1959 paraît le nouveau décret du CNRS qui entérine le fait que l'organisme n'est plus chargé de la coordination de toute la recherche pure et appliquée. Il devient en quelque sorte un organisme de recherche comme les autres.

En parallèle, l'État a laissé se développer, et a largement financé, un CNRS couvrant progressivement l'ensemble des disciplines scientifiques en toute autonomie, ce qui lui donnera sa force au cours des années. La politique

* Les citations sont extraites de l'ouvrage de Denis Guthleben, *Histoire du CNRS de 1939 à nos jours*, Armand Colin (2009).

scientifique du CNRS est exprimée clairement par Pierre Jacquinot en 1962 (cité en exergue de ce chapitre) : « *Le CNRS ne veut privilégier aucun thème. C'est une philosophie de liberté et de libre entreprise [...]. La philosophie du CNRS c'est l'excellence.* »

C'est ce double mouvement qui crée de l'instabilité dans le positionnement institutionnel du CNRS au cours de l'histoire. On encourage d'une part un développement régulier de la taille du CNRS et des recherches fondamentales menées sur l'ensemble (ou presque) du front des connaissances, sans validation explicite de l'État mais avec un important engagement budgétaire sur des décennies sans doute justifié par ses succès, et on crée d'autre part des couches technocratiques successives qui rognent au fur et à mesure les marges de manœuvre du CNRS en matière d'intervention stratégique. On n'est pas à une incohérence près, puisqu'on crée à un moment donné deux Institut nationaux (IN2P3 pour la physique nucléaire et la physique des particules, et INSU pour les sciences de l'Univers), chargés de la coordination dans leurs domaines de compétences, puis on finit par les rattacher fermement au CNRS. Ce double discours, double processus, n'aura jamais été bien compris et accepté par la communauté scientifique, qui a développé au cours des années un sentiment d'incertitude et une crainte, parfois exagérée, pour l'avenir de l'organisme. Chaque fois qu'une nouvelle organisation ou instance est proposée, l'interrogation renaît. Le CIRST, le CCRST et la DGRST ont disparu, mais nous avons aujourd'hui l'ANR, le Haut Conseil de l'Évaluation de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche (HCERES), le Conseil Supérieur de la Recherche et de la Technologie (CSRT), le Commissariat Général à l'Investissement (CGI), et aussi les alliances de recherche.

Au fur et à mesure que l'on a laissé se développer le CNRS, devenu premier opérateur de recherche mondial en termes de publications primaires et couvrant une très large gamme

de thématiques scientifiques, ce dernier a pu être tenté légitimement de jouer un rôle national de coordination de la recherche publique au sein de l'ESR, au moins en ce qui concerne la recherche aux frontières de la connaissance, et ce d'autant plus qu'il est le seul à avoir développé une connaissance assez précise des forces et faiblesses des laboratoires français en la matière, ainsi qu'une vision internationale des dynamiques scientifiques en cours et émergentes.

Plusieurs dirigeants de l'organisme ont pu, dans l'histoire, se laisser tenter par ce rôle de coordinateur national indépendant avec comme conséquence un certain isolement au plan politique et administratif. La volonté des gouvernements successifs, de gauche comme de droite, est en effet de mener une politique de recherche chapeautant les organismes et les universités, au nom de l'État stratège, mais ne trouvant que rarement la bonne distance entre autonomie et pilotage, notamment vis-à-vis du CNRS, premier opérateur de l'État. Il est assez clair que ce désajustement continu devait conduire inévitablement à une sous-utilisation des compétences et des capacités de l'organisme auquel on ne faisait souvent pas confiance politiquement, pour de bonnes ou de mauvaises raisons.

Le CNRS s'est donc installé progressivement dans la position inconfortable d'un acteur à la fois incontournable et encombrant de l'ESR français. Cette situation est très mal comprise à l'international, où le caractère encombrant n'est pas perçu par nos collègues, partenaires et concurrents, qui estiment que le CNRS est simplement une marque de l'excellence scientifique française. C'est en ce point précis que se situent à la fois la force et la faiblesse du CNRS sur le plan institutionnel.

Le CNRS acteur de la transformation du paysage institutionnel de l'ESR français

Le CNRS est le premier partenaire en recherche des universités. Comme indiqué plus haut au début du premier chapitre de ce document, un tournant majeur a été pris en 1966, sous l'égide de Pierre Jacquinot puis de Robert Chabbal, avec la création des Laboratoires associés. Depuis lors, le mouvement n'a fait que s'amplifier, et c'est aujourd'hui près de 90 % des laboratoires soutenus et copilotés par le CNRS qui sont hébergés par des universités ou écoles, sous

la forme d'Unités mixtes de recherche (UMR). Les autres sont des Unités propres (UPR) le plus souvent situées sur des sites historiques du CNRS, mais qui sont toutes aujourd'hui conventionnées avec l'université la plus proche.

On dénombre 950 Unités mixtes entre le CNRS et les universités. Ces dernières hébergent également de leur côté des laboratoires qui leur sont propres et qui sont curieusement

appelés Équipes d'accueil (EA). Il en existe environ 1 200 sur l'ensemble du territoire national. Sachant qu'il existe également des entités de recherche universitaires communes à d'autres organismes (INSERM, INRA...), on peut dire, pour fixer les idées, que 30 % des laboratoires universitaires français sont des UMR avec le CNRS. Ce chiffre est parfois considéré comme trop élevé, au regard des ressources de l'établissement.

Une UMR est un laboratoire de recherche de taille variable. Il peut comprendre de quelques dizaines à quelques centaines de personnels, selon la discipline, la thématique de recherche et le contexte local et national dans lesquels il s'inscrit. La direction de l'UMR est confiée à un-e chercheur-e du CNRS ou un-e enseignant-e chercheur-e universitaire, nommé-e conjointement par les deux établissements. Une UMR est constituée de personnels CNRS et universitaires travaillant ensemble sur des thématiques définies en commun dans le cadre du projet scientifique de laboratoire. C'est un formidable lieu d'imbrication entre le monde de la recherche et celui de l'enseignement supérieur. L'UMR est le lieu de l'élaboration de la connaissance et de sa transmission. Elle est l'instrument par lequel la recherche imprime la formation universitaire grâce à la forte implication des chercheur-e-s dans les formations et la formation par la recherche offerte aux étudiant-e-s accueilli-e-s dans les UMR. L'ensemble des UMR d'un site universitaire façonne le paysage scientifique local et sert de dynamique à l'articulation de projets identifiant une région. Parce que le CNRS a une vision de dynamique nationale des domaines scientifiques, en phase avec les dynamiques mondiales, parce qu'il est « neutre » dans la gouvernance locale (au contraire des présidents d'université, élus par la communauté locale et donc en partie tributaires de cette communauté), parce que les personnels du CNRS qui font la recherche sont recrutés sur la seule base des critères scientifiques et sont mobiles, la participation du CNRS à la recherche menée dans les Universités permet une remise en question scientifique, une mise en perspective, des restructurations, l'émergence de nouveaux champs, la mise en réseau de la science, autant de propriétés garantissant un niveau d'excellence et de compétitivité de la recherche.

Une UMR est examinée tous les cinq ans par un comité de visite du Haut Conseil de l'évaluation de l'enseignement supérieur et de la recherche (HCERES). Pour ce qui concerne le CNRS, le rapport du comité HCERES est transmis à la section compétente du Comité national de la recherche scientifique (CoNRS), qui évalue l'opportunité de poursuivre le rattachement du laboratoire au CNRS pour une nouvelle période de cinq ans et formule un avis sur le projet scientifique proposé par la direction du laboratoire.

La direction du CNRS, munie des évaluations de toutes les UMR hébergées par une université partenaire donnée, mène alors avec cette dernière une discussion de stratégie scientifique conduisant au renouvellement ou non des UMR existantes, et à l'éventuelle création de nouvelles UMR. Dans la discussion entre CNRS et université, la possibilité existe de proposer la labellisation UMR pour une EA, ou à l'inverse de transformer une UMR en EA. La discussion/négociation quinquennale entre le CNRS et l'université partenaire se conclut par une convention signée entre les deux parties, dans laquelle sont recensées les différentes UMR et leurs compositions, les crédits affectés par les deux partenaires, les modalités de gestion des UMR, les règles de répartition et de négociation de la propriété intellectuelle (PI), ainsi que toute autre clause permettant le bon déroulement de la période quinquennale à suivre.

Le système universitaire français est fragmenté en une myriade d'établissements pour beaucoup sous-critiques (83 universités et plus d'une centaine d'écoles d'ingénieurs). Dans une même métropole universitaire on compte souvent 3 ou 4 universités issues d'une logique facultaire (une université de sciences et techniques, une de santé, une de droit et sciences économiques et une université de lettres, par exemple), ainsi que plusieurs écoles d'ingénieurs. Eu égard à sa large couverture disciplinaire, le CNRS a souvent conclu une convention avec chacun ou presque de ces établissements. Au début des années 2010, nous avons proposé aux partenaires universitaires une expérimentation qui consistait à négocier une seule convention réunissant des établissements localisés sur un même site, par exemple une même métropole comme indiqué ci-dessus. L'objectif visé n'était pas celui de la simplification administrative, mais bien de contribuer au rapprochement d'établissements complémentaires dans la perspective de créer une forme d'université multidisciplinaire (« comprehensive university »). Ce mouvement a débuté en France avec la fusion des trois universités strasbourgeoises. Il s'est poursuivi par la même opération à Marseille, Bordeaux ainsi qu'en Lorraine, et plus récemment à Grenoble et Montpellier. À Paris, l'université Pierre-et-Marie-Curie et l'université Paris-Sorbonne sont en passe de créer une seule nouvelle université. La formalisation, en application de la loi Fioraso de juillet 2013, de 25 sites académiques, à l'issue de regroupements d'établissements, permet au CNRS de concrétiser de façon encore plus visible sa politique de site.

Le CNRS a signé à ce jour 14 conventions de sites avec ses partenaires. Il accompagne et il est un des moteurs de ce mouvement de concentration des forces visant à créer quelques grandes universités de recherche de classe

mondiale. Le concours national IDEX (Initiative d'excellence) a sélectionné à ce jour 10 sites en France, qui ont reçu une dotation leur permettant de se structurer et de mettre en place les éléments d'organisation pouvant faire émerger une telle université cible. Le choix du CNRS, dans la prolongation de sa politique de partenariat universitaire, a été de participer activement à ces opérations. Le CNRS est membre fondateur de chacun des projets lauréats du concours IDEX.

L'opération IDEX du Programme d'investissements d'avenir participe d'un mouvement visant à instaurer une forme de diversification des sites académiques. En cas de succès, certains regroupements seront en passe d'acquiescer une véritable réputation internationale fondée sur leur performance en recherche, et le CNRS y participera si l'objectif commun est bien d'élaborer un projet scientifique global (formation, recherche et valorisation), ambitieux et tourné vers l'international. Le CNRS, qui représente l'excellence française en recherche au niveau mondial, ne pourra pas participer à des projets de circonstances, de type consortium, où les partenaires ne verraient pas l'intérêt d'une évolution profonde de leur fonctionnement et se contenteraient d'une structuration fédérale molle.

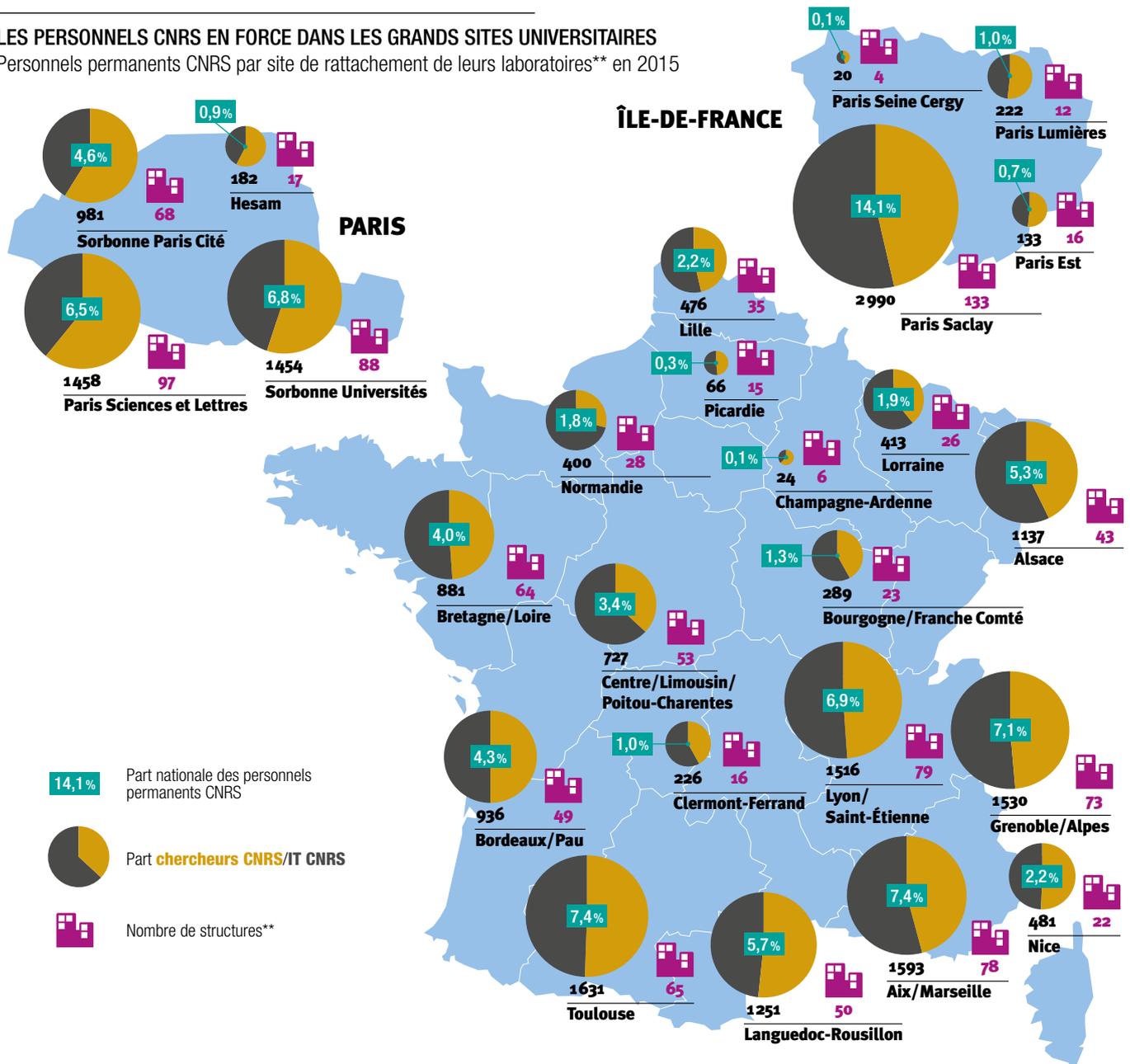
Les ressources du CNRS sont actuellement concentrées pour 85 % sur une douzaine de sites académiques français, comme on peut le voir sur les cartes en page suivante. Le CNRS n'a pas réparti ses ressources de façon uniforme sur tout le territoire et entre tous les établissements d'ESR français. Il est toutefois capable de créer et d'animer des réseaux de recherche permettant à des équipes un peu isolées géographiquement de participer à des projets de recherche

au meilleur niveau. Ce mode d'organisation diversifié à la construction duquel nous pouvons apporter un concours précieux sera repris et détaillé dans le document final de prospective.

Nous terminerons ce chapitre consacré au CNRS dans l'ESR français par une évocation rapide des relations que nous entretenons avec les organismes nationaux de recherche dont les missions sont, au moins en partie, centrées sur des problématiques plus en aval et technologiques. Il s'opère également au CEA, à l'INSERM, à l'INRA et à INRIA des recherches fondamentales de grande qualité. C'est ce qui permet en partie un chevauchement avec les actions du CNRS et se traduit par l'existence de laboratoires mixtes (UMR) avec chacun de ces organismes. Ainsi, les recherches aux frontières de la connaissance ne sont pas isolées des préoccupations plus en aval et technologiques. Le CNRS et le CEA se concertent dans le cadre d'un groupe de contact dédié à la gestion des TGIR. Des « alliances de recherche » ont été conçues, qui sont des lieux de concertation entre organismes et universités. Le CNRS participe à chacune de ces alliances : ANCRE pour l'énergie, AVIESAN pour les sciences de vie, ALLENI pour les sciences de l'environnement, ALLISTENE pour les sciences du numérique et ATHENA pour les sciences humaines et sociales. Les alliances de recherche contribuent notamment à la réflexion sur la programmation de l'Agence nationale de la recherche. Enfin, un groupe de contact appelé G5 (les présidents d'organismes : CNRS, INSERM, INRA, INRIA, CEA) se réunit mensuellement avec le secrétaire d'État à la recherche pour évoquer les problématiques communes et les principaux sujets de l'agenda. Les relations entre organismes nationaux sont très bonnes.

LES PERSONNELS CNRS EN FORCE DANS LES GRANDS SITES UNIVERSITAIRES

Personnels permanents CNRS par site de rattachement de leurs laboratoires** en 2015



→ Source : Labintel au 31/12/2015 – traitement CNRS/DASTR

* Les accueils en délégation offrent la possibilité de décharge d'enseignement à des enseignant-e-s-chercheur-e-s. En 2015, le CNRS a accueilli 760 enseignant-e-s-chercheur-e-s en délégation.

** Unités de recherche, unités de service et structures fédératives

Le CNRS dans la cité

38

Partenariat avec les entreprises
et valorisation des résultats
de la recherche

47

Science et société :
des relations profondément
transformées



Partenariat avec les entreprises et valorisation des résultats de la recherche

« The key lesson that emerges from the survey of foreign “best practices” in academic research and industry is that building a dense set of connections along the interface between researchers and industry is what matters most. »

Suzanne Berger, *Reforms of the French Industrial Ecosystem*, janvier 2016

Le transfert des résultats de la recherche vers le monde économique fait partie intégrante des missions du CNRS. Les incitations émanant des pouvoirs publics dans ce domaine sont multiples : elles traduisent une attente constante, réaffirmée avec une remarquable continuité depuis la loi du 15 juillet 1982. Elles expriment la volonté des gouvernements successifs de faire fond sur les forces scientifiques du pays, afin de convertir les progrès de la recherche en avantages compétitifs pour les entreprises françaises et européennes.

Certes, les mécanismes précis qui régissent la conversion du progrès du savoir en source de croissance ne sont pas clairement élucidés. À cet égard, la science économique elle-même, dans sa forme classique, n'a pas rendu aisément compte du progrès technique, qui a longtemps été abordé de manière résiduelle : était imputable aux avancées des sciences et des technologies la part de la croissance qui ne pouvait être directement corrélée aux variations affectant les deux facteurs déterminant de la production que sont le capital et le travail. Pour anecdotique qu'elle soit, cette observation rappelle que la construction d'un modèle de croissance économique fondé sur un investissement dans la recherche exprime tout autant une intuition qu'une conviction et une volonté.

Pour autant, les politiques publiques dans ce domaine n'en ont pas moins pour point de départ le constat, tout aussi récurrent que les incitations au partenariat, de la relative

faiblesse des contacts entre les laboratoires de recherche publics et le monde de l'entreprise. Ce constat mérite d'être fortement nuancé : par sa généralité et sa permanence, il ne rend compte ni de la diversité des situations que connaissent les différentes disciplines et les différentes filières ni des évolutions profondes qu'a connues la recherche française depuis l'intervention de la loi dite Allègre du 12 juillet 1999.

Ce constat est néanmoins structurant : il traduit en effet une interrogation récurrente de la part de l'État et de la société française sur la fonction de la recherche publique et sur le sens de l'investissement qui lui est consacré. Le CNRS ne peut se montrer indifférent à cette situation. Il le peut d'autant moins qu'il est lui-même particulièrement questionné dans ce domaine : si l'excellence scientifique de ses laboratoires est très largement reconnue, le CNRS est généralement présenté comme un organisme éloigné des entreprises et ayant des difficultés culturelles et administratives à travailler avec elles.

Cette description est largement infondée, les laboratoires entretenant de multiples relations avec les acteurs économiques. Il est à cet égard frappant de constater que pour Thomson-Reuters, le CNRS est l'un des 10 organismes publics les plus innovants au monde. Ce classement est en net décalage avec une certaine vision – largement répandue en France – d'une institution de recherche dont l'excellence scientifique se construirait nécessairement aux dépens d'un ancrage fort dans la vie économique et sociale.

LE REUTERS TOP 25 GLOBAL INNOVATORS – GOVERNMENT

Classement mondial des 25 organismes de recherche publics les plus innovants

1	Alternative Energies & Atomic Energy Commission (France)
2	Fraunhofer Society (Germany)
3	Japan Science & Technology Agency (Japan)
4	U.S. Department of Health & Human Services (U.S.)
5	National Center for Scientific Research (France)
6	Korea Institute of Science & Technology (South Korea)
7	National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (Japan)
8	U.S. Department of Energy (U.S.)
9	Agency for Science, Technology & Research (Singapore)
10	French Institute of Health & Medical Research (France)
11	Helmholtz Association (Germany)
12	U.S. Department of Veterans Affairs (U.S.)
13	RIKEN (Japan)
14	National Research Council of Canada (Canada)
15	Max Planck Society (Germany)
16	Chinese Academy of Sciences (China)
17	Pasteur Institute International Network (France)
18	National Institute for Materials Science (Japan)
19	United States Navy (U.S.)
20	Commonwealth Scientific & Industrial Research Organisation (Australia)
21	Spanish National Research Council (Spain)
22	Academica Sinica (Taiwan)
23	United States Army (U.S.)
24	National Aeronautics & Space Administration (U.S.)
25	Russian Academy of Sciences (Russian Federation)

→ Source : www.reuters.com/global-innovators-government

Avant de tenter d'expliquer ce paradoxe, il est nécessaire de décrire l'état exact des relations entretenues par le CNRS avec les acteurs économiques et d'explicitier les différentes modalités de partenariat. Au travers de la question de la valorisation se reposera ainsi la question de « l'utilité » de la science, question qui n'est pas résolue par la réaffirmation de la valeur propre de la connaissance, aussi nécessaire soit-elle : la recherche n'est pas et ne peut être orientée à des fins utilitaires, en tout cas, pas la recherche telle qu'elle se développe au CNRS. Les travaux qui y sont conduits n'en ont pas moins une utilité ou, pour le dire autrement, des effets sur l'économie et sur la société.

Prendre en compte ces effets, les reconnaître et leur donner un statut, sans pour autant modifier la dynamique propre d'une recherche fondée sur la curiosité, c'est sans doute là

l'enjeu permanent de l'affirmation d'une relation construite entre le CNRS et la société qui l'entoure. Parler de relation construite, c'est dire que la science n'est pas un empire dans un empire et qu'elle entretient des liens permanents avec le monde dans lequel elle prend place. Sans doute s'agit-il d'une évidence, mais la réaffirmer, c'est accepter de reconnaître et de donner un statut positif à cette relation, qui est parfois perçue comme une menace. À cet égard, préserver la dynamique propre d'une science mue par le souci de comprendre suppose d'être capable de démontrer sa fécondité pour tous – y compris en explicitant, de manière très matérielle, ses effets en termes de croissance et d'emploi.

Des relations fortes entre les entreprises privées et les laboratoires du CNRS

Les vocables génériques de « valorisation » ou de « transfert » recouvrent des formes très différentes de liens établis entre la recherche publique et le monde économique et sont loin de se réduire au courtage de technologie prenant la forme de la concession à un tiers d'un droit d'utilisation d'un actif immatériel, du type brevet ou logiciel, issu des travaux d'un laboratoire.

Même dans cette dernière hypothèse, il est très rare qu'un partenaire privé souhaite seulement bénéficier du simple droit d'exploiter une invention : la grande majorité des licences concédées par le CNRS se double d'un partenariat scientifique afin de poursuivre le développement de la technologie.

Un partenariat qui débute le plus souvent par un contrat de collaboration de recherche

C'est donc le contrat de recherche qui constitue la modalité privilégiée du partenariat avec les entreprises (1 876 contrats en 2014). Cette situation n'est pas particulière au CNRS. Il en va autrement de la préférence marquée des laboratoires pour la collaboration de recherche, pourtant moins rémunératrice que la prestation de recherche ou de service. En effet, la collaboration implique une réalisation conjointe d'un programme scientifique débouchant sur des livrables, chacun des partenaires apportant des moyens pour le réaliser. La prestation, qu'elle soit de recherche ou de service, équivaut à une relation de sous-traitance : l'entreprise privée obtient certains livrables en contrepartie du versement d'un prix, qui a vocation à couvrir les coûts complets de réalisation de la prestation. En un mot, la collaboration relève du partenariat ; la prestation, de l'expertise.

Le poids des collaborations de recherche au CNRS traduit le fait que le partenariat avec les entreprises n'est que rarement une activité complémentaire ou accessoire destinée à apporter des marges de manœuvre financières aux laboratoires de l'organisme afin de leur permettre de réaliser leurs travaux. Le contrat de recherche est bien plutôt une manière de partager la charge financière du programme de recherche d'une équipe avec un partenaire privé directement intéressé par ses résultats et qui, bien souvent, concourt dès lors directement à la réalisation des travaux.

Parmi les différents types de collaborations qui peuvent être nouées, le CNRS soutient tout particulièrement les conventions industrielles de formation par la recherche, dites « bourses CIFRE ». La collaboration se double alors du recrutement d'un-e doctorant-e par l'entreprise, qui est tout à la fois encadré-e et accueilli-e par le laboratoire partenaire et salarié-e de la société au sein de laquelle il-elle exerce. Le/a doctorant-e devient ainsi le point de rencontre naturel

entre les attentes de l'entreprise et celles du laboratoire. Ce dispositif a également la vertu de permettre au partenaire privé de capitaliser sur l'expertise acquise tout au long de la collaboration s'il fait le choix de recruter définitivement le/a doctorant-e à l'issue de sa thèse. Près de 2 000 contrats CIFRE sont signés chaque année au CNRS.

La prépondérance de la collaboration de recherche au CNRS traduit le fait que les entreprises occupent une place de partenaire dans des projets scientifiques qui ne les distinguent pas, par nature, des autres partenaires qu'ont les laboratoires. Cela explique que l'organisme ait des relations fortes et structurées avec les grands groupes, qui disposent des forces de recherche et d'orientations scientifiques propres qui permettent une véritable interaction avec les laboratoires. Il en va de même des PME et ETI à profil très technologiques.

Cela se traduit par une activité contractuelle intensive avec de grandes entreprises : en 2015, le CNRS a ainsi signé 121 contrats avec Safran, 77 avec EDF et 33 avec Saint-Gobain. Afin tout à la fois de faciliter ces partenariats récurrents et de les inscrire dans un cadre global, le CNRS propose à ses « grands comptes » de signer des accords-cadres définissant le régime par défaut de leurs collaborations futures. Il s'agit là d'un outil apprécié, qui permet effectivement de fluidifier et d'intensifier le partenariat, en réduisant l'ensemble des coûts de transaction liés à la signature de contrats particuliers. Aujourd'hui, 26 accords-cadres sont en vigueur et la signature, il y a quelques semaines, du premier accord-cadre avec une entreprise de taille intermédiaire, Nexans, témoigne de l'intérêt grandissant que rencontre cette démarche.

La négociation de ces accords est l'occasion de baliser les principales questions posées par la contractualisation d'un

partenariat de recherche, tout particulièrement en matière de propriété industrielle. Chaque entreprise a des attentes et un modèle particulier dans ce domaine : la négociation de l'accord-cadre permet de les prendre en compte et de définir un équilibre d'ensemble propre à ce partenariat identifié. Celui-ci est ensuite décliné au fil des contrats particuliers.

La négociation ou le renouvellement d'un accord-cadre est également l'occasion pour le CNRS d'avoir un dialogue stratégique ouvert avec l'entreprise partenaire. L'objectif est de comprendre ses enjeux et ses orientations de moyen terme, d'identifier des points de rencontre entre celles-ci et les travaux de laboratoires avec lesquels le partenaire

n'est pas encore en relation, mais également de croiser les regards scientifiques et industriels sur les verrous technologiques à lever.

Dans ce domaine comme dans bien d'autres, l'organisme a un rôle de structuration : si les partenariats naissent d'abord d'un besoin de collaboration identifié auquel un ou plusieurs laboratoires sont amenés à répondre, le CNRS est en mesure, sur la base de premières expériences réussies, de faire gagner en extension ou en compréhension la relation établie avec une entreprise. Dans la première hypothèse, l'accord-cadre est l'outil privilégié ; dans la seconde, il s'agit du laboratoire commun.

Le laboratoire commun avec les entreprises, outil privilégié de construction du partenariat

Ce terme recouvre des réalités extrêmement diverses, le laboratoire commun se définissant d'abord comme un partenariat qui dépasse le champ d'une collaboration de recherche déterminée. En ce sens, le laboratoire commun traduit un approfondissement de la relation contractuelle : là où le contrat traditionnel doit permettre d'arriver à un résultat identifié dans un temps limité, le laboratoire commun ne se définit pas par référence à des « livrables », mais par un programme de recherche partagé par le laboratoire et l'entreprise.

La création de ce laboratoire commun peut se traduire par le financement, par l'entreprise, d'un équipement accueilli au sein de l'unité et utilisé pour la réalisation du programme de recherche. Les équipes scientifiques des partenaires privé et public se retrouvent alors ponctuellement, au sein de l'unité pour échanger sur la réalisation du programme de recherche.

Il existe également des types plus intégrés de laboratoires communs, qui prennent notamment la forme d'unités mixtes de recherche sous tutelle du CNRS et de l'entreprise partenaire, qui présentent toutes les caractéristiques classiques de l'UMR : apports en moyens humains et financiers des tutelles, colocalisation des équipes – le plus souvent dans les locaux du partenaire privé – et copilotage scientifique. Ces UMR sont évaluées par les différences instances compétentes – comité national et HCERES – au même titre que toutes les autres et les chercheur-e-s et enseignant-e-s-chercheur-e-s qui y sont affecté-e-s y poursuivent une carrière qui ne se distingue en rien de celles de leurs collègues.

L'existence de 21 Unités mixtes de recherche créées avec des industriels illustre la profondeur de la relation que le CNRS a établie avec nombre de ses partenaires privés. Pour ces

derniers, la création de ces unités est un moyen de construire leur politique de recherche et développement sur un socle scientifique de très haut niveau. L'Unité mixte de recherche CNRS-Thales de Palaiseau est ainsi le laboratoire au sein duquel Albert Fert a pu conduire ses travaux, qui ont été récompensés par le prix Nobel de physique.

Le succès du modèle du laboratoire commun se traduit désormais par la création d'Unités mixtes internationales sous cotutelle industrielle, à l'image de l'unité E2P2L, créée en 2011 à Shanghai par le CNRS et Solvay avec l'École normale supérieure de Lyon et l'East China Normal University (ECNU) ou de l'unité LINK à Tsukuba, créée en 2014 par le CNRS, Saint-Gobain et le National Institute for Materials Science.

Le développement de ces unités créées avec des entreprises à l'étranger exprime l'une des forces du CNRS dans la relation avec les entreprises : celle de pouvoir ouvrir ses nombreux partenariats internationaux à ses partenaires industriels, leur permettant ainsi de renforcer leurs collaborations avec les meilleurs laboratoires français, bien sûr, mais également étrangers. Ces laboratoires sont également très attractifs pour les chercheur-e-s du CNRS et contribuent à favoriser une mobilité parfois difficile.

Si le laboratoire commun a longtemps été considéré comme un outil destiné à structurer le partenariat avec les grands groupes, il est désormais largement ouvert aux PME, notamment grâce au programme Labcom, financé par l'ANR et réservé à ces dernières. Sur la centaine de laboratoires communs avec des entreprises que compte le CNRS, les trois quarts prennent une forme plus souple que l'UMR : ce sont ces laboratoires qui sont largement ouverts aux PME. Malgré le succès de ces structures, la possibilité d'avoir recours à cet outil pour structurer un partenariat durable

reste encore peu connue dans certaines communautés ou dans certains domaines. Les « laboratoires communs avec les entreprises » sont ainsi souvent réduits aux seules UMR sous cotutelle industrielle, qui est la forme la plus visible, mais aussi la plus exigeante et la plus intégrée de ces partenariats. L'absence ou la quasi-absence de laboratoires communs dans les unités relevant, par exemple, de l'IN2P3 ou de l'INSU, alors même que celles-ci ont des relations industrielles anciennes et significatives, témoigne de la nécessité pour l'organisme de mieux faire connaître le modèle du laboratoire commun au sein de ses propres unités.

Le fait même qu'aucun vocabulaire stabilisé ne permette, y compris dans le langage administratif propre à l'établissement, de désigner ces structures communes de recherche avec les entreprises et d'en qualifier les différentes formes n'est à cet égard pas dénué de sens : un travail de recension et de clarification a été engagé à la fin de l'année 2015 ; il trouvera bientôt son premier aboutissement avec l'organisation d'une journée des laboratoires communs en juin 2016, au cours de laquelle seront présentés les résultats de l'enquête conduite auprès de ces structures.

1 200 start-up issues des laboratoires depuis 1999

Si les contrats de recherche et les laboratoires communs peuvent impliquer des PME, le partenariat avec les très petites entreprises et les start-up prend des formes particulières. Depuis 1999, les chercheur-e-s et ingénieur-e-s du CNRS ont la possibilité de créer une entreprise pour valoriser leurs travaux ou de collaborer de manière spécifique avec un partenaire privé qui exploite une technologie dont ils sont les inventeurs. De fait, cette dernière possibilité est très largement ouverte pour accompagner des start-up lorsque le/a chercheur-e souhaite poursuivre sa carrière scientifique tout en étant impliqué-e dans les travaux de développement de son invention conduit par l'entreprise.

L'ampleur du mouvement de création ou d'accompagnement de start-up au CNRS a longtemps été présumée, sans être précisément mesurée. En 2014, l'organisme a procédé à une première enquête systématique, qui a montré, que depuis 1999, plus de 1 000 start-up avaient été créées par les chercheur-e-s et enseignant-e-s-chercheur-e-s ou s'étaient développées à partir de technologies issues des UMR (start-up dites adossées). Le mouvement se poursuit : fin 2015, ce sont près de 1 200 entreprises qui ont été créées sur la période. Certaines

de ces entreprises ont été introduites en Bourse, à l'image de Supersonic Imagine, qui commercialise des échographes, ou d'Innoveox, qui propose une méthode innovante de traitement et de valorisation des effluents industriels.

Si la banalisation de la création d'entreprises est un phénomène récent, il n'est pas radicalement nouveau. La société Eurofins, qui est l'un des leaders mondiaux des services analytiques et de l'expertise auprès des entreprises et des organismes publics des secteurs de la pharmacie, de l'alimentation et de l'environnement, est née en 1987 des travaux d'un couple de chercheurs qui trouvaient leur application directe dans la détection de la chaptalisation du vin. L'histoire du développement d'Eurofins, qui emploie plus de 23 000 personnes dans plus de 39 pays, montre le potentiel économique des travaux de recherche conduits au sein de l'organisme et la difficulté à estimer celui-ci, l'entreprise ayant très largement étendu le champ de ses activités. Il n'est en effet jamais aisé de suivre le destin des start-up issues des laboratoires et de quantifier, sans exagération, la part effective de leur éventuel succès qui peut être dérivée d'une technologie issue de l'organisme.

Près de 700 dépôts de brevet chaque année pour environ 80 licences d'exploitation

Les différentes formes de partenariats noués par le CNRS avec les entreprises influent directement sur la nature du portefeuille de propriété industrielle détenu par l'organisme. En effet, 30 % des brevets déposés au nom de l'organisme chaque année sont en copropriété avec un partenaire privé, les inventions étant issues de recherches communes. Cette proportion est significativement plus élevée que celle qui est constatée, en moyenne, dans les portefeuilles académiques

français, où elle est de l'ordre de 20 %. Cela confirme la place particulière tenue par la collaboration de recherche au sein de l'organisme.

L'activité de courtage de technologie menée par le CNRS concerne pour l'essentiel la part de ces actifs qui n'est pas codétenue avec un partenaire privé. L'organisme est ainsi copropriétaire de plus de 4 500 brevets actifs. Pour les

transférer, il s'appuie sur une filiale, FIST SA, créée sous forme de société anonyme en 1992 : initialement partagée avec d'autres organismes de recherche, elle est propre au CNRS depuis 1999, qui en est actionnaire aux côtés de la Banque publique d'investissement (BPI).

FIST SA assure, pour le compte du CNRS, le dépôt et le suivi des titres de propriété industrielle ainsi que la négociation des contrats d'exploitation avec les entreprises. Son activité est essentiellement d'ordre contractuel : les contacts avec les partenaires privés intéressés sont le plus souvent établis par les chercheur-e-s et ingénieur-e-s des laboratoires, FIST étant chargée de négocier les conditions financières et juridiques de l'exploitation.

Jusqu'en 2012, le CNRS avait exclusivement recours aux services de FIST SA. Depuis lors, il est devenu actionnaire des 14 Sociétés d'accélération du transfert de technologie (SATT) créées à l'initiative de l'État dans le cadre du Programme d'investissements d'avenir. Dotées de près de 900 millions d'euros afin de financer le dépôt et l'entretien des nouveaux brevets, la maturation des technologies et leur licensing, les SATT sont des filiales communes du CNRS et de ses partenaires universitaires du site. Le CNRS et, dans une moindre mesure, l'Inserm sont les seuls organismes de

recherche à avoir fait le choix de devenir actionnaires de ces nouvelles structures, un choix qui fait écho à leur volonté d'accompagner la structuration des sites universitaires dans toutes ses dimensions.

La création des SATT a conduit le CNRS à leur transférer la gestion et le transfert des brevets nouvellement déposés. En parallèle, l'organisme a procédé à une analyse des thématiques de recherche pour lesquelles il dispose, à l'échelle nationale, d'un portefeuille de brevets cohérents et de perspectives de valorisation. Ces thématiques, baptisées « Focus transfert », définissent le nouveau périmètre d'intervention national du CNRS : FIST, qui n'a plus à suivre l'intégralité des quelque 700 brevets déposés chaque année par l'organisme, a désormais les moyens de se spécialiser dans ces domaines et de renforcer sa capacité à approcher les partenaires économiques.

Cette nouvelle organisation du transfert de technologie se met progressivement en place, avec un succès inégal selon les sites : l'articulation entre échelle nationale et échelle territoriale suppose l'établissement de liens de coopération entre les différents acteurs. Or, la valorisation de la recherche est historiquement un domaine dans lequel les logiques de concurrence sont vives. L'évolution est donc lente et parfois difficile.

Affirmer un modèle de valorisation fondé sur le partenariat de recherche

Il a été largement souligné que le modèle de valorisation qui s'est, de fait, imposé au CNRS est fondé sur la notion d'effort commun de recherche. En ce sens, le partenariat industriel n'est jamais une fin en soi, mais bien plutôt une modalité de l'activité de recherche : les entreprises se trouvent ainsi être des partenaires au même titre que les autres acteurs du système de recherche et sont traitées de manière relativement proche. L'existence d'UMR en partenariat avec les entreprises en est l'exemple le plus visible.

Pour cette même raison, ce modèle de valorisation fondé sur le partenariat n'a que récemment été formulé. En effet, le partenariat avec les entreprises étant une modalité de l'activité de recherche, il ne fait pas l'objet d'un suivi en tant que tel : les travaux menés en commun avec les entreprises relèvent pour l'essentiel des mécanismes de pilotage scientifique ; les acteurs fonctionnels de la valorisation, quant à eux, sont en charge pour l'essentiel de la contractualisation et du suivi de la propriété industrielle.

De ce fait, au CNRS comme dans nombre d'autres organismes publics, le suivi et le pilotage de l'activité de valorisation ont

été largement assimilés au suivi et au pilotage de la propriété industrielle. Cette focalisation a été entretenue par l'existence, au sein du portefeuille de brevets de l'établissement, de titres ayant généré des revenus d'exploitation exceptionnels. Il en va notamment ainsi du Taxotère, anticancéreux développé et commercialisé par Rhône Poulenc, puis par Sanofi-Aventis, à partir des travaux protégés de Pierre Potier au sein de l'Institut de chimie des substances naturelles : les redevances versées au titre de cette seule licence ont constitué pendant plus d'une décennie une ressource complémentaire de plus de 50 millions d'euros par an.

Ce fait exceptionnel a déformé les attentes, en confortant l'idée que la valorisation de la propriété industrielle était la priorité de la politique de partenariat industriel de l'établissement, qui n'a pendant longtemps pas été appréhendée dans sa globalité.

Tel n'est plus le cas : le plan d'action dont l'organisme s'est doté en 2015 a formulé explicitement pour la première fois le fait que la valorisation des résultats de la recherche couvrirait l'ensemble des domaines de partenariat industriel et a mis

l'accent sur le partenariat scientifique comme outil privilégié non seulement de la structuration des relations avec les entreprises, mais également de la politique de valorisation et de transfert des résultats de la recherche.

Ce déplacement ne concerne pas le seul CNRS, mais correspond à une évolution qui devient visible, sans être pour autant générale et consensuelle. Il a trouvé une illustration récente particulièrement frappante dans le rapport « Reforms in the French Industrial Ecosystem » (cité en exergue page 36) remis en janvier 2016 par Suzanne Berger, professeur au MIT, au gouvernement : elle y invite l'État à ne pas définir la valorisation par le transfert et l'exploitation de la propriété industrielle et à consacrer plutôt un objectif, celui d'augmenter les zones de contact entre les laboratoires et les entreprises – qu'elle qualifie « d'interfaces » – afin de favoriser la diffusion formelle et informelle des progrès scientifiques vers le monde économique.

Ce rapport constitue une étape importante pour le CNRS, dans la mesure où il est venu formuler de manière claire, précise et documentée une analyse largement partagée par l'organisme, sans que celui-ci ne soit, jusqu'alors, parvenu à l'exprimer et à l'affirmer sous une forme aussi nette. Les réflexions de Suzanne Berger confortent ainsi le CNRS dans le choix de donner la priorité au partenariat. La mise en œuvre d'une telle orientation suppose de créer un continuum conduisant in fine les entreprises partenaires du CNRS à pouvoir commercialiser de nouveaux produits ou utiliser par nature de nouveaux modes de production dérivés, plus ou moins directement, des résultats de la recherche publique. Ce passage est long et aléatoire : il suppose en effet un important travail de développement, qui ne peut être conduit efficacement que par un partenaire économique et qui est toujours susceptible de mettre en évidence des obstacles majeurs à un déploiement à l'échelle industrielle.

Ces incertitudes expliquent les difficultés rencontrées par les acteurs du transfert des résultats de la recherche lorsqu'ils s'efforcent d'identifier des entreprises susceptibles d'investir dans des technologies issues des laboratoires, qui ne sont que très rarement directement exploitables. Elles interfèrent également dans la définition du retour financier vers l'organisme et vers les chercheur-e-s, le modèle de la redevance sur exploitation de brevet, longtemps dominant, n'étant pas applicable à toutes les technologies et étant désormais remis en question par de nombreux partenaires économiques. Par différence avec les stratégies mettant l'action sur le brevet comme outil privilégié du transfert, le modèle de valorisation développé au CNRS repose bien sur la construction, la consolidation et l'extension de cette « interface » entre les laboratoires académiques et les acteurs industriels. Il s'agit de favoriser les contacts entre la science telle qu'elle se fait au meilleur niveau avec les besoins des entreprises et les orientations stratégiques qu'elles développent. L'innovation est

alors littéralement coproduite et donc transférée d'emblée ; elle répond nécessairement à un intérêt économique ; elle s'appuie sur la force des laboratoires publics, qui est de pouvoir déplacer des lignes scientifiques.

Les différentes formes de partenariat – contrats de collaboration ou de prestation, financements de doctorant-e-s, laboratoires communs – sont autant de moyens de renforcer ces zones de contact et de leur donner un caractère aussi naturel et systématique que possible. Aucune d'entre elles n'est privilégiée, le but n'étant pas de fétichiser tel ou tel outil, mais de couvrir le large spectre des partenariats possibles.

Cette priorité donnée au partenariat direct avec les acteurs économiques plutôt qu'au courtage de technologie n'exprime pas seulement une orientation retenue par l'organisme pour des raisons d'efficacité de mise en œuvre de sa politique de valorisation. Elle traduit également le fait que, pour de nombreuses disciplines, le contact et le dialogue avec les acteurs économiques permettent de renouveler les questions théoriques ou de les enrichir et d'accéder à des données ou à des moyens d'expérimentation qui sont utiles aux chercheur-e-s dans la conduite de leurs travaux. La recherche et la consolidation des partenariats industriels constituent non seulement une modalité de l'activité scientifique, mais une nécessité pour certaines thématiques de recherche.

Pour cette même raison, le partenariat avec les entreprises est inégalement développé et formalisé au CNRS. L'ampleur du champ scientifique couvert par les laboratoires de l'organisme et la diversité des pratiques et des cultures correspondantes – auxquelles répondent, il faut le souligner, des pratiques et des cultures d'entreprise elles aussi variables – ne permettent naturellement pas de généraliser tels quels les modes de collaboration avec les acteurs privés qui ont cours dans une discipline particulière. En revanche, la diversité de ces pratiques et cultures constitue un large répertoire de formes de partenariat inégalement diffusées : mieux les définir et mieux les faire connaître des entreprises, comme des laboratoires eux-mêmes, constitue la priorité.

Ce faisant, il s'agit bien d'un modèle de valorisation, qui se distingue des orientations retenues par d'autres organismes de recherche, qui ont pu investir dans des formes actives de courtage de technologie conduisant à proposer des solutions technologiques aux entreprises sur la base d'un diagnostic spécialisé. Si cet autre modèle fait sens pour les opérateurs à vocation industrielle et commerciale, il ne répond pas à la mission propre du CNRS : plutôt que de déplacer la recherche vers l'industriel, l'organisme cherche à attirer l'industrie vers un partenariat au long cours avec la recherche. Une telle formule est naturellement simplificatrice : elle reflète toutefois la priorité donnée au partenariat de recherche plutôt qu'au courtage de technologie ou de propriété industrielle.

Quel rôle pour l'organisme dans le partenariat des laboratoires avec les entreprises ?

La reconnaissance et l'affirmation d'un modèle de valorisation et de transfert fondé sur le partenariat de recherche ne constituent pas des évidences. Il est en effet possible de voir dans ce modèle l'expression non pas d'un choix réfléchi, mais d'une situation de fait où la relation avec les entreprises ne paraît faire, dans cette hypothèse, l'objet d'aucune attention particulière, puisqu'elle revient à traiter le partenaire privé comme un partenaire académique sans prendre en compte ses attentes et sa nature particulières. Poussée à l'extrême, une telle manière de faire reviendrait, pour la recherche publique, à demander aux entreprises de se couler dans le moule des pratiques du monde scientifique afin de parvenir à établir un partenariat.

Des critiques de cet ordre sont régulièrement formulées en direction des laboratoires de recherche. Elles mettent en évidence le fait que les finalités et les modalités usuelles de conduite d'un projet de recherche, fût-ce sous forme partenariale, ne répondent que partiellement aux attentes des partenaires privés. L'accent est ainsi souvent mis sur les lenteurs inhérentes à la contractualisation avec des unités mixtes et sur les difficultés que rencontreraient les laboratoires pour respecter le calendrier de remise des livrables et la nature de ces derniers. Si ce discours est parfois outré, il pointe des difficultés exprimées de manière suffisamment récurrente par les entreprises pour qu'elles soient prises au sérieux.

Faut-il pour autant considérer que le partenariat de recherche avec les entreprises serait un moyen plus efficace de diffuser les résultats des travaux scientifiques s'il était administré par les partenaires privés eux-mêmes et selon leurs coordonnées ? Il est permis d'en douter.

En effet, c'est en quelque sorte ce que l'État s'est efforcé de faire en créant les Instituts de recherche technologique (IRT) et les Instituts pour la transition énergétique (ITE) dans le cadre du Programme d'investissements d'avenir. Ces structures de droit privé, créées conjointement par des entreprises et des partenaires publics, ont pour vocation de donner un cadre stable et intégré à un effort de recherche partagé autour de plateformes d'équipements. Elles présentent la caractéristique d'être dirigées par une gouvernance à majorité privée et définissent usuellement leurs missions de la manière suivante : définir des programmes de recherche à partir des besoins industriels et dans un cadre compatible avec les besoins des partenaires privés – logique dite « market pull » là où les laboratoires publics seraient réputés être dans le « technology push ».

S'il est encore trop tôt pour dresser un bilan définitif de ces structures, qui n'ont, pour les plus anciennes d'entre elles, que trois ans d'existence, force est de constater qu'elles ne sont pas, pour la plupart, parvenues à donner une dynamique nouvelle aux relations entretenues par les laboratoires avec les partenaires privés. Il est vrai que, pour une part, l'équation qui semble traverser certaines de ces structures apparaît insoluble : il paraît en effet difficile de donner aux laboratoires un rôle de mise en œuvre, fût-elle partenariale, d'une feuille de route essentiellement définie par les acteurs privés sans constater une dérive des coûts nécessaires pour amener les équipes de recherche à réaliser des travaux ne présentant pas d'intérêt scientifique particulier. De manière générale, le statut instrumental que les laboratoires ont parfois le sentiment d'avoir dans ces structures constitue un obstacle à leur développement.

À cet égard, il est intéressant de noter que l'ITE qui fonctionne le mieux, l'ITE PIVERT, spécialisé en chimie du végétal, est celui où les projets de recherche sont proposés par les laboratoires sur la base de thématiques et d'orientations définies par les industriels : une large part d'initiative est ainsi laissée aux académiques, qui jouent alors le rôle qui est attendu d'eux par leurs partenaires privés en renouvelant l'approche des sujets proposés par ces derniers. Il est tout aussi significatif que le cadre financier de cet ITE soit très proche de celui d'une collaboration : à la différence des quasi-prestations réalisées, dans les autres IRT et ITE, par des équipes de recherche à coût complet, les projets proposés dans le cadre de PIVERT sont financés à coûts marginaux. Autrement dit, la structure partenariale qui fonctionne pour l'heure le mieux est aussi la moins chère pour les entreprises...

Sans doute une telle description force-t-elle le trait. Elle n'en met pour autant pas moins l'accent sur une réalité : au-delà de leurs équilibres financiers, le partenariat et la prestation relèvent de deux logiques différentes et les difficultés que rencontrent les IRT et les ITE tiennent sans nul doute au fait qu'ils sont pris dans cette hésitation. De plus, à supposer qu'il soit possible de systématiser la réalisation de prestations pour les entreprises dans des laboratoires pratiquant la recherche de base, cela conduirait bien à demander aux unités de développer une nouvelle activité et à partager leur activité entre la production de nouveaux résultats et la diffusion de l'expertise scientifique et technologique constituée à destination des entreprises. Un tel choix conduirait à de profondes évolutions et, aux yeux du CNRS, il ne paraît pas souhaitable.

Cela ne revient naturellement pas à poser une impossibilité de principe : les laboratoires réalisent bien entendu d'ores et déjà des prestations, notamment de service, pour le compte d'entreprises. Le développement des plateformes techniques a contribué à leur essor, la réalisation de prestations pour des tiers devenant alors un élément déterminant du modèle économique.

Certaines unités font également le choix de proposer un volet de prestations dans une logique explicite de service rendu au tissu économique : c'est ainsi le cas du laboratoire FEMTO ST qui, à côté de partenariats structurants noués avec des entreprises et d'un lien fort avec un ensemble de start-up issues de l'unité, maintient une activité de prestations explicitement présentées comme utiles aux acteurs économiques du territoire, et notamment aux PME, pour lesquels le laboratoire constitue une voie d'accès à certaines technologies ou savoir-faire avancés.

Dans un esprit différent, l'un des axes d'action du Labex AMIES – Agence pour les mathématiques en interaction avec les entreprises et la société – est de permettre aux entreprises d'accéder à une expertise mathématique qui se présente, dans nombre de cas, non comme le fruit d'un partenariat au long cours, mais comme une prestation de service ponctuelle réalisée pour le compte d'une structure qui n'a pas aisément accès à la compétence dans ce domaine.

Pour autant, ces démarches se situent dans le registre d'une activité complémentaire, l'essentiel de la relation avec les entreprises relevant bien de la collaboration scientifique. Au demeurant, si l'objectif de la politique de valorisation est bien de diffuser aussi rapidement et largement que possible les avancées scientifiques, le partenariat dans la réalisation même des recherches apparaît comme la voie la plus pertinente.

Assumer ce modèle suppose toutefois d'être attentif à ses possibles limites et d'avoir une réflexion sur ses modalités de développement. La première des limites a déjà été énoncée : elle tient à l'assimilation des entreprises à des partenaires académiques, qui peut conduire les laboratoires à méconnaître leurs attentes et leurs besoins. De ce point de vue, ce qui est parfois décrit comme une « professionnalisation » de la relation contractuelle est sans doute nécessaire. Des progrès ont été faits dans ce domaine, que ce soit en matière de rapidité de signature des contrats ou de compréhension des contraintes des partenaires privés. Ils doivent être poursuivis, ce qui suppose de mettre l'accent non seulement sur le processus administratif de formalisation du partenariat, mais également sur l'implication du laboratoire dans la construction et l'exécution du contrat qui l'organise.

Les 23 instituts Carnot dont le CNRS était partie prenante au titre de l'appel « Carnot 2 » ont sans doute vocation à

servir de point de référence : il s'agit de laboratoires ou de groupements de laboratoires nationaux ou territoriaux qui ont structuré leurs relations contractuelles avec les entreprises dans des thématiques déterminées. L'attention au calendrier de réalisation, la détermination précise des livrables, le suivi attentif de l'exécution font partie intégrante de la démarche des Instituts Carnot.

L'extension de cette approche permettrait par ailleurs de limiter les effets de l'approche globalisée des contrats de recherche apportant des ressources propres : le partenariat avec les entreprises n'a certes pas vocation à être séparé des autres formes de partenariat, mais sa logique propre peut et doit être mieux prise en compte, y compris pour les délais de signature. Par ailleurs, dans un contexte de tension budgétaire, il convient d'éviter que le développement des contrats avec les entreprises n'apparaisse comme une solution de financement des travaux de recherche sans avoir conscience des contraintes qu'impliquent ce partenariat et des engagements qui sont ainsi pris.

Affirmer le fait que le partenariat de recherche est la première voie de valorisation suppose également d'avoir conscience du fait que les entreprises sont inégalement capables de s'inscrire dans une logique de partenariat scientifique, qui plus est au long cours. Cela est particulièrement vrai des PME. Là aussi, les instituts Carnot ont offert une première réponse, en amenant les laboratoires à constituer une offre de partenariat structurée : il s'agit d'une étape centrale, dans la mesure où la capacité à présenter et à diffuser cette offre est un des moyens les plus efficaces pour nouer des relations avec des entreprises éloignées de la recherche publique.

Enfin, une réflexion apparaît nécessaire sur la capacité de l'organisme à élargir et à structurer les partenariats qu'il a d'ores et déjà établis avec nombre d'entreprises. Force est en effet de constater que la relation du CNRS avec les grands groupes se présente, le plus souvent, comme une succession de partenariats bilatéraux avec différents laboratoires. Certes, les relations les plus anciennes et les plus fortes impliquent des échanges entre l'entreprise et les instituts concernés, qui permettent de donner au partenariat un tour plus stratégique. Pour autant, même dans cette dernière hypothèse, le futur des relations reste déterminé par son passé : il est rare qu'à l'initiative du CNRS, les collaborations s'étendent à des champs thématiques substantiellement différents.

Les difficultés rencontrées pour structurer la discussion d'ensemble pourtant souhaitée à l'occasion du suivi ou du renouvellement des accords-cadres en sont un bon exemple : le CNRS est rarement à l'origine des évolutions du partenariat, et lorsqu'il l'est, c'est plus rarement encore comme organisme offrant à ses partenaires privés une porte d'entrée vers une large part de la science française.

Là réside la principale faiblesse de l'organisme dans le partenariat avec les entreprises : alors même que celui-ci est largement construit autour d'une dynamique de recherche commune, les relations avec chacun des acteurs privés ne font pas l'objet d'un véritable investissement collectif. Tout se passe, d'une certaine manière, comme si c'était au partenaire privé d'exprimer, très précisément, ses attentes sans que celles-ci ne puissent se formuler dans le cadre d'un dialogue partenarial. Cette situation tranche avec les relations très structurées établies par des organismes de recherche plus thématiques avec les entreprises relevant du secteur.

À cet égard, il paraît nécessaire de tester de nouvelles démarches, afin, par exemple, de proposer à des partenaires identifiés de procéder à des tours d'horizons scientifiques approfondis, afin d'identifier les domaines de collaboration non couverts, notamment faute de relations établies avec les laboratoires relevant de telle ou telle thématique.

Le CNRS vient de procéder à un premier exercice de ce type avec le Groupement des industries françaises aéronautiques et spatiales (GIFAS) à l'occasion de l'élaboration de la nouvelle feuille de route de ce dernier. Tous les instituts concernés ont été partie prenante de la démarche, qui semble avoir démontré tout son intérêt : elle mérite sans doute d'être étendue.

À cet effort de structuration d'ensemble répond un nécessaire travail plus sectoriel. Celui-ci est d'ores et déjà engagé : des outils permettant d'asseoir un partenariat entre un large spectre de laboratoires actifs dans un champ de recherche et les acteurs industriels concernés commencent à voir le jour, à l'image de Groupements de recherche (GDR) réunissant les laboratoires travaillant dans une thématique déterminée, auxquels sont adossés des clubs d'industriels qui voient ainsi leur capacité à nouer les collaborations

pertinentes avec leurs priorités stratégiques largement étendues. Ces groupements peuvent devenir des réseaux nationaux à part entière, comme l'est déjà le Réseau sur le stockage électrochimique de l'énergie (RS2E) ou la fédération de recherche INCREASE dans le domaine de la valorisation de la biomasse.

En somme, le CNRS retrouve, dans ses relations avec les entreprises, des enjeux et des difficultés assez proches de ceux qu'il connaît dans ses relations avec les partenaires académiques. Ici aussi, l'horizon est la définition partagée d'une stratégie et la construction d'un partenariat équilibré. Le reconnaître, c'est franchir un pas d'importance en faisant sortir la politique de valorisation d'un état d'indétermination relative qui était contrebalancé par l'activité effective des laboratoires dans ce domaine. La voie est désormais ouverte à une action et à une expression claires de l'organisme dans ce domaine.

Ce dernier point n'est pas dénué d'importance : le relatif silence des acteurs de la recherche de base sur le partenariat avec les entreprises a sans nul doute contribué à l'omniprésence, dans le discours public, d'une description de la valorisation comme la démarche consistant à combler le fossé qui séparerait les laboratoires et les entreprises, démarche conduisant, le plus souvent, à la création d'intermédiaires spécialisés chargés de donner à la recherche une orientation industrielle. La récurrence de ce discours fragilise d'autant plus l'organisme qu'elle ne correspond pas, on l'a vu, à la réalité – ce qui le rend d'autant plus difficile à infléchir. L'affirmation décidée du rôle de l'organisme dans le partenariat avec les entreprises n'en est que plus nécessaire, ne serait-ce que pour éviter que ne prospère le faux débat sur « l'utilité » de la science, qui n'a aucun sens s'il signifie s'interroger sur l'existence d'effets économiques et sociaux des progrès de la connaissance.

Sciences et société : des relations profondément transformées

La place du CNRS dans les médias et dans la société s'est affirmée ces dernières années, grâce à la création de nouvelles opérations destinées à transmettre au public les découvertes et la démarche de la science fondamentale fondée sur la curiosité des chercheur-e-s. De surcroît, ces initiatives ont été conçues dans une relation renouvelée avec le public, considéré davantage comme un acteur que comme un récepteur passif, dont l'apport transforme à son tour les conceptions et les outils de la transmission.

Le changement opéré par le CNRS ne fait que prendre acte d'une transformation du rapport entre science et société, qui s'est profondément modifié au cours du siècle dernier et qui tient au positionnement même de la recherche. Les chercheur-e-s ne sont pas hors du monde, devant une réalité à comprendre ou à dominer, mais au milieu du monde. L'humain fait explicitement partie de la chaîne causale de la nature, par les transformations qu'il suscite dans le monde qu'il habite. Ce que nous avons à comprendre, à ce stade de

notre histoire, nous l'avons en partie fabriqué nous-mêmes, ce qui transforme la nature de la science. Cependant, dans le contexte d'une recherche mondialisée, la tendance à une évolution « hors sol » est nécessairement forte, car chacun se positionne dans un espace propre à la recherche, négligeant le contexte local dans lequel il vit et les attentes de sa société.

Par ailleurs, ce sont les budgets des États qui financent en grande partie la recherche de base si bien que l'on ne peut éviter la question de la pertinence de la recherche, concept qu'il faut différencier d'une simple utilité de la recherche. La pertinence se mesure aussi à l'aune du progrès social et du bien-être des populations. Nous devons réinventer la notion de progrès, en repensant l'articulation entre progrès scientifique et progrès social. Le progrès ne peut plus et ne doit pas être tenu pour acquis. Des catastrophes industrielles (Bhopal, Three Miles Island, Tchernobyl, Fukushima), des scandales sanitaires (sang contaminé, effets des pesticides, etc.) conduisent aujourd'hui une partie non négligeable de la population des pays riches à adopter une attitude au moins ambivalente à l'égard de la science. L'idée d'un « progrès universel » est ébranlée par la prise de conscience des

inégalités globales dans la répartition de ses effets. Le mot même d'universel est problématique : on qualifie d'universels des droits qui sont en fait réservés à certains ou qu'une part de l'humanité ne peut exercer (y compris la liberté de mouvement, entravée par la grande pauvreté).

Sans céder ni au relativisme ni à un scientisme devenu creux, la science doit prendre en compte la singularité des contextes et l'irréductible incertitude des résultats de l'action humaine et, partant, les difficultés particulières rencontrées pour formaliser et élaborer des prédictions.

La montée des recherches participatives nous semble de nature à transformer durablement la relation entre les citoyen-ne-s et les chercheur-e-s. Cette transformation s'est greffée sur des relations dites communément et à notre sens mal nommées « sciences-société » en crise depuis plusieurs années, et que le CNRS a travaillé à reconstituer avec ses propres outils. Elle est également liée à la prise en compte nécessaire de transformations des méthodologies et paradigmes scientifiques, le crowdsourcing et le recueil de données massives notamment.

La place et le rôle du CNRS dans ce contexte

Le CNRS, qui représente un point d'ancrage fort et constant depuis des décennies dans le paysage scientifique français, a toujours travaillé avec passion à la communication avec le public comme le montre l'exemple des « Rencontres Sciences, jeunes et citoyens », d'une longévité exceptionnelle puisque l'opération dure depuis vingt-cinq ans. Il a pris acte des bouleversements majeurs à l'œuvre même s'il n'a sans doute ni tiré toutes les leçons de ce contexte nouveau, ni même tiré parti de toutes les avancées auxquelles il a lui-même contribué.

La place du CNRS dans les médias est massive et constante, l'appartenance d'un-e scientifique à notre organisme étant considérée d'emblée comme un gage de sérieux et une référence de qualité. Avec plus de 32 000 citations (en 2010, dernière étude connue) dans la presse française, le CNRS apparaît comme un organisme repère dont les chercheur-e-s sont en capacité d'éclairer, de commenter, d'analyser des faits à l'échelle des évolutions des sciences et du monde. Doté d'un service de presse qui relaie les grandes découvertes et publications scientifiques (274 communiqués de presse diffusés en 2015) et pourvoyeur de listes d'experts élaborées à l'occasion de chaque événement

d'envergure (guerre, épidémie, catastrophe naturelle, attentat, etc.), les voix du CNRS accompagnent sur les ondes le quotidien des Français et nourrissent la réflexion dans les grands journaux européens.

Cette (omni) présence est due en partie à la volonté de comprendre et à la quête de réponses lors de chaque grand événement, quelle que soit sa nature. Le CNRS a accompagné ce « besoin de sciences » ces dernières années, en mettant à disposition et à portée du public les sciences en train de se faire. Alors que l'espace médiatique est saturé par la communication et l'information scientifiques censées répondre aux grandes questions sociétales, nos efforts ont visé à éclairer la face moins connue de la démarche scientifique. Partant du principe que les progrès accomplis dans les connaissances s'élaborent dans une confrontation créative entre les scientifiques, leur curiosité et la vaste étendue de ce qui reste à découvrir et alors que nous sommes convaincus que ce sont les innovations de rupture qui changent vraiment le paradigme de nos sociétés, notre volonté a été, ces dernières années, de donner accès aux citoyen-ne-s à cette « terra incognita ».

Le CNRS a ainsi lancé en 2013 un forum intitulé précisément « Que reste-t-il à découvrir? », devenu un rendez-vous

récurrent. Plus de 9 000 personnes se sont inscrites à sa première édition à Paris, édition suivie d'une deuxième à Grenoble puis de nouveau à Paris, une dernière édition écourtée à cause des attentats de novembre.

Parallèlement, la création en mars 2014 de CNRSlejournal.fr, média en ligne qui bénéficie d'une fréquentation importante (1,2 million de pages vues en 2015) et d'une reconnaissance incontestable de la part des médias français, témoigne de cette volonté. Il en ressort un CNRS qui, nous semble-t-il, sait « parler de sciences » au bon niveau, s'adressant au plus grand nombre sans se départir d'une certaine exigence, ce qui nous vaut d'ailleurs le respect de la communauté scientifique qui se reconnaît dans ce qui s'apparente à un média.

Un site miroir en anglais, CNRSnews, a été lancé il y a quelques mois à destination du public anglophone, prometteur en termes de fréquentation. Même si la mission du CNRS nous oblige davantage sur le terrain national, cette présence à l'international en matière de culture scientifique nous paraît indispensable pour assurer le rayonnement de la France en matière scientifique.

L'établissement a également mis à disposition de la communauté scientifique une webradio qui a retransmis notamment les débats des Assises de la recherche initiées en 2012, rassemblant quelque 1 600 auditeurs. Cette radio nous a permis à plusieurs reprises de fédérer des événements autour du CNRS (Rencontres Universités Entreprises, Innovations santé, émissions consacrées aux attentats, etc.).

Sur un autre registre, le CNRS a popularisé en France « Ma Thèse en 180 secondes », une initiative d'origine québécoise dont le succès va chaque année grandissant. Cet événement nous a permis de renouer avec le milieu des doctorant-e-s et de réinvestir le champ de la thématique de la médiation scientifique. Un premier forum des « Nouvelles initiatives de médiation scientifique » s'est tenu à Bordeaux en mai 2016. Il vise à rassembler les scientifiques qui mettent à profit les usages numériques pour transmettre la science et donne l'opportunité au CNRS de reprendre l'initiative dans ce domaine.

2013-2014 : Mission pour l'interdisciplinarité, recherches sur le genre, des points d'appui déterminants

La création en 2012 de la Mission pour l'interdisciplinarité (MI) du CNRS a été un élément dont les effets transformateurs sont considérables et insuffisamment pris en compte pour l'instant. Elle a conduit le CNRS à reconnaître et assumer sa mission de traitement des grands défis sociétaux par des méthodes originales, articulant plusieurs domaines scientifiques pour créer de l'innovation aux interfaces. Cette approche a permis de légitimer et de délimiter scientifiquement et concrètement de grands domaines transversaux, bien au-delà de l'incantation à l'« interdisciplinarité » fréquente dans les milieux scientifiques. Les « big data », le handicap et l'humain augmenté, la transition énergétique, les transformations des formes de vie par les nanotechnologies ou le biomimétisme, mais aussi le comportement humain et la sécurité ont été et sont encore l'objet de recherches nouvelles et diverses, dans une double approche inséparable, sociétale et scientifique.

La MI a opportunément fourni de multiples points d'appui permettant d'inviter les citoyen-ne-s au débat. La direction de la communication y a souvent puisé les thématiques de débats pour ces forums et des sujets pour le journal.

Le positionnement du CNRS dans la dimension « genre », qui a été d'articuler une politique pionnière d'égalité à une politique scientifique (d'abord en SHS, où il fait référence, et ensuite dans son extension aux autres domaines scientifiques), a également été un atout. Lorsque l'INSHS a décidé en 2010 d'agir pour un développement plus ambitieux des recherches sur le genre en les affichant dans ses priorités, il s'agissait d'ajouter à l'action pour l'égalité professionnelle une dimension scientifique accrue. Une politique d'égalité ne peut se développer, et avoir un sens, que dans un contexte où la politique de recherche elle-même en valorise le sujet.

Cette approche qui lie fortement le soutien accordé à une recherche et l'importance sociale réelle que nous donnons à l'objet, ou aux sujets, de cette recherche a commencé à contribuer à fonder une méthode spécifique du CNRS dans le traitement des questions « sociétales ». Et alors que la notion de genre a fait l'objet d'une polémique très vive en France, le CNRS a ainsi démontré, en soutenant les « sciences du genre », que les sciences sont au cœur de ce type de débats de société.

2015-2016 : des engagements décisifs

L'année 2015 a été jalonnée d'événements graves et tragiques. En janvier 2015 ont eu lieu les premiers attentats contre *Charlie Hebdo* et l'HyperCasher ; les tragédies des migrants sont devenues quotidiennes ; les attentats de masse à Paris en novembre ont secoué le pays et bouleversé le monde entier. Ces événements ont marqué une nouvelle étape dans l'engagement public du CNRS en réponse aux risques nouveaux pour la sécurité humaine engendrés par un contexte mondial de violence, auxquels l'organisme a choisi de répondre par ses armes propres – la connaissance et la réflexion – et par une gamme d'actions : tribunes du président du CNRS dans la presse, première cartographie des recherches sur l'islam, valorisation des travaux des chercheur-e-s, cartographie des recherches sur les migrations, « défi » (au sens de la Mission pour l'interdisciplinarité) sur les sciences du comportement humain, séminaire sur les « community services ». L'appel « attentats-recherche » lancé dès novembre 2015 et qui a recueilli plus de 300 réponses, le rapport ATHENA sur les radicalisations et les violences, rédigé

à la demande du secrétaire d'État Thierry Mandon, ont été les éléments clés d'un processus au cours duquel le CNRS a réaffirmé sa place en tant qu'acteur social et politique, et renforcé ainsi son rôle de référence nationale.

L'ensemble de ces évolutions a par ailleurs mis en évidence la nécessité, pour la recherche développée par le CNRS, de trouver des relais dans la société, que ce soit dans le monde politique, associatif, des entreprises, mais aussi dans la société civile et le public. Les solutions proposées dans le rapport – l'interface ATHENA-TRANSFERT et le conseiller scientifique référent – restent à mettre en œuvre. Dans l'esprit du CNRS, il ne s'agit pas de faire des « coups » mais d'actions à mener sur le moyen et long terme, à l'image de l'ambitieux projet « Migration et santé publique » que le CNRS a lancé avec l'INSERM sur le campus Condorcet. Sur les deux thèmes marquants de la décennie que sont la radicalisation violente et les migrations, le CNRS a ainsi pu inscrire son empreinte.

Les déplacements nécessaires

Cependant, et malgré ces atouts et ces acquis, le CNRS n'a pas tiré toutes les leçons de la nouvelle donne avec les citoyen-ne-s. Plusieurs éléments de blocage l'empêchent aujourd'hui de mettre en place une politique plus audacieuse en matière de communication scientifique et de présence dans la société.

Le CNRS ne parvient qu'exceptionnellement à parler des controverses scientifiques, les mettre en scène et les traiter, ou évoquer « des choses qui fâchent » ; ce qui est en contradiction avec la liberté donnée aux chercheur-e-s, le pluralisme des méthodes et des approches disciplinaires, voire des positionnements politiques.

On peut évoquer plusieurs explications : la visibilité de son action et sa pénétration dans tout le tissu scientifique, son côté « bien commun », qui conduisent tout un chacun à se sentir en position de l'interpeller. Le CNRS est dans une position de référence qui crée des attentes excessives, notamment celle d'un positionnement clair et unique sur les questions controversées. Le fait qu'il abrite des disciplines dont les approches peuvent apparaître comme antagonistes

(physique nucléaire versus écologie) peut l'amener à un excès de prudence par désir de ne pas générer des conflits en son sein. Son statut d'organisme national, enfin, impose à sa direction un devoir de réserve sur les déclarations des politiques gouvernementales ou celles d'institutions de calibre comparable et peut le conduire à des positions monolithiques.

Les humanités et sciences sociales, tout en ayant gagné ces dernières années le statut de science au même titre que les autres domaines, des moyens et une reconnaissance, grâce aux coopérations organisées et fécondes avec les autres champs de recherche, demeurent encore dans un statut relativement subalterne. Ainsi, l'investissement fort du CNRS sur « l'appel attentats-recherche » n'est pas apparu immédiatement légitime, du fait de la forte part de SHS impliquées. Pourtant, les chercheur-e-s et sujets SHS constituent une part importante dans la communication du CNRS qui a contribué à les placer à égalité avec les autres disciplines, avec leurs découvertes, et pas seulement en faire-valoir.

Conclusion



Conclusion

Les forces et faiblesses du CNRS ressortent, nous l'espérons, assez clairement de ce rapport d'évaluation. L'organisation de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche français est le fruit de l'histoire, comme c'est le cas dans chaque pays scientifiquement développé. La présence d'organismes nationaux de recherche aux côtés des universités et d'une agence de financement n'est pas une « particularité française », contrairement à une certaine légende. La seule question qui nous préoccupe est de savoir comment consolider les atouts de la recherche française aux frontières de la connaissance et améliorer son efficacité.

La France subit encore aujourd'hui les soubresauts de la crise économique mondiale de 2008, mais la science française résiste. Le CNRS est présent dans nombre de très grandes découvertes et les indicateurs de performances de la recherche dans tous les domaines sont très bons.

Les fondamentaux du CNRS sont solides : des chercheur-e-s de grande qualité, recruté-e-s à travers des concours de très haut niveau, l'attractivité d'emplois stables destinés à des chercheur-e-s jeunes, et 30 % d'étrangers/gères recruté-e-s depuis plusieurs années.

Les chercheur-e-s jouissent d'une grande liberté, ce qui permet la prise de risque nécessaire aux activités de recherche aux frontières de la connaissance. Ils peuvent accéder à un ensemble de grandes infrastructures (TGIR) de grande qualité grâce à un investissement constant et ancien, en France, en Europe et au sein d'organisations internationales.

Enfin, le CNRS jouit d'une belle reconnaissance auprès du public en France et d'une visibilité internationale importante dans le milieu de la recherche mondialisée.

Les liens sont forts avec les universités, là où sont les étudiant-e-s, à travers les laboratoires mixtes (UMR), et l'implication des chercheur-e-s et ingénieur-e-s dans la formation. Une bonne articulation national/local est en train de se mettre en place, c'est une source de cohérence dans les investissements, particulièrement utile dans un pays en crise économique depuis de longues années.

Le CNRS a certes quelques faiblesses, au premier rang desquelles on trouve sa situation budgétaire. Il est nécessaire en effet de se demander si l'organisme aura, dans les années qui viennent, les moyens de son ambition. Le budget du CNRS est stable, en euros courants, depuis plusieurs années. Il a diminué d'un peu moins de 10 % en euros constants

depuis 2010. Notre potentiel de recherche fondamentale a pu être préservé en dépit des contraintes qui pèsent sur les finances publiques françaises. Le CNRS a mené une politique qui a consisté à contenir l'inflation de la masse salariale sans trop sacrifier les campagnes de recrutement, et à préserver quelques marges de manœuvre qui ont permis de remettre des crédits sous forme de soutien de base dans les laboratoires grâce à l'abondement de notre budget en 2013 par un transfert de 20 M€ de crédits de l'ANR. Cela s'est traduit dans l'ensemble par une baisse du niveau global d'emploi d'environ 10 %, mesurés en Équivalent temps plein travaillé (ETPT), depuis 2011. Cette baisse a porté principalement sur les Contrats à durée déterminée (CDD) financés sur subvention d'État. À ce jour, les départs en retraites des agents ont pu être à peu près compensés, mais l'on ne pourra pas continuer ainsi très longtemps. Les campagnes d'emploi chercheur-e-s et ingénieur-e-s – technicien-ne-s sont restées à ce jour à un niveau qui permet un taux de renouvellement des générations de l'ordre de 2 à 2,5 %.

Les comparaisons internationales entre organismes de recherche sont à prendre avec précaution car les chiffres annoncés ne correspondent pas toujours aux mêmes périmètres. On peut toutefois s'aventurer à comparer le CNRS avec la Max Planck Gesellschaft (MPG) sur le plan des budgets et des personnels. Les chiffres reportés dans le tableau du début de ce document montrent que les effectifs du CNRS sont environ 2 fois ceux de la MPG en nombre de chercheur-e-s, et 1,5 fois en nombre total de personnels. Le rapport des budgets est également de 1,5 (www.research-in-germany.org/en/research-landscape/research-organisations/max-planck-society.html).

Les données budgétaires macroscopiques des deux organismes sont donc comparables. Il faudrait pousser la comparaison un peu plus loin si l'on voulait identifier les marges de manœuvre budgétaires des deux institutions, et identifier par exemple quel est le poids respectif des dépenses en matière de Très grandes infrastructures de recherche. Le point le plus marquant réside dans le fait que le budget du CNRS en euros constants décroît de 1,5 % par an depuis plusieurs années. Sans entrer dans une comparaison détaillée des budgets des États, on peut noter que dans le dernier rapport gouvernemental allemand intitulé « Recherche et Innovation » adopté le 11 mai de cette année, les dépenses de R & D de l'État fédéral ont augmenté de 75 % en dix ans. En euros constants, cela correspond à environ 5 % par an, ce dont la MPG et les universités allemandes ont évidemment bénéficié en premier chef.

Le CNRS consacre 71 % de son budget à la masse salariale. L'équation est donc simple pour le CNRS, si l'on voulait disposer de marges supplémentaires en matière d'investissement et de fonctionnement des laboratoires. Il faudrait augmenter son budget ou diminuer sa masse salariale. On sait que le système d'Enseignement Supérieur et de Recherche français n'est pas connu pour sa grande fluidité. Les réglementations et les pratiques n'incitent pas beaucoup à la mobilité entre les corps de chercheurs et d'enseignants-chercheurs. C'est cette faible fluidité conjuguée à des budgets stables qui a conduit progressivement au cours des années à une augmentation de la part relative de la masse salariale. Nous avons hérité de cette situation, et les mesures correctives sont difficiles à prendre car elles dépendent en grande partie du bon vouloir de l'État.

Dans le même ordre d'idée, l'attractivité des emplois de chercheur-e-s au CNRS qui est très bonne aujourd'hui (forte pression à l'embauche, 30 % de lauréat-e-s étrangers/gères), est menacée à moyen terme par la relative faiblesse des rémunérations.

Forces et faiblesses, ombre et lumière, le CNRS n'y échappe pas, mais dans ce monde incertain, la qualité de notre recherche, héritage d'un effort soutenu de la Nation pendant des décennies, est un atout considérable. La

De même, l'attractivité des métiers de la recherche pourrait souffrir dans l'avenir d'une évolution des aspirations et des valeurs de la jeunesse instruite. Il convient d'être attentif à ces évolutions et ne pas se laisser bercer par l'idée que nous disposons d'une rente éternelle en matière d'attractivité de la recherche scientifique.

Une faiblesse récurrente du CNRS réside dans son audience insuffisante auprès des décideurs publics : parlementaires, politiques, hauts fonctionnaires. On peut l'imputer à la pauvreté de la culture scientifique au sein de la sphère publique française et à la faible compréhension de ce qu'est la mondialisation de la recherche et de l'enseignement supérieur. Il ne faut toutefois pas oublier que la politique menée par l'organisme n'a pas beaucoup favorisé la pénétration des chercheur-e-s dans ces milieux-là, en ne reconnaissant pas à leur juste valeur les investissements réalisés par ceux qui s'y sont aventurés.

science française est un des pôles de la science mondiale multipolaire, et nous devons maintenir et consolider cette position enviable. Car il n'y a pas de Nation prospère sans une recherche scientifique de qualité.

