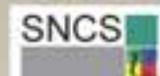


VRS

La Vie de la recherche scientifique

n° 390
août/sept./octobre
2012

Prix au numéro : 8€



Très grandes infrastructures de recherche : défis et enjeux

- > **ÉDITORIAL**
Incompréhension ou surdité ?
- > **LES TGIR**
Évolution des concepts et des moyens
- > **POUR UNE ÉCOLOGIE GLOBALE**
Écotrons, plateformes, observatoires Hommes-Milieux
- > **OBJETS DU PATRIMOINE**
Statuettes dans un faisceau de particules
- > **ZOOM**
Pour une réflexion scientifique sur la communication scientifique



UNIVERSITÉ

Recherche

PROXIMITÉ
CONFIANCE
ENGAGEMENT
ENTRAÏDE



La CASDEN affirme ses valeurs d'entraide et de solidarité

et donne à tous les personnels de l'Éducation, de la Recherche et de la Culture
la possibilité de réaliser leurs projets dans les meilleures conditions.

Partager avec vous une relation de confiance, à la CASDEN c'est une priorité.

Un réseau de Chargées de Relation Enseignement
Supérieur et Recherche est à votre disposition.
Coordonnées disponibles sur www.casden.fr

casden



BANQUE POPULAIRE

CASDEN, la banque coopérative de l'éducation, de la recherche et de la culture

Incompréhension ou surdité ?

La démarche choisie par la ministre Geneviève Fioraso pour les Assises de l'enseignement supérieur et de la recherche (ESR) n'est pas celle que nous souhaitons. Ces assises sont pilotées par le ministère à travers un comité de pilotage à qui a été imposé un cadre trop contraignant. Au niveau territorial, les assises sont organisées par les préfets, les recteurs et les présidents de région. Ce n'est en rien un appel à l'expression de l'ensemble de la communauté scientifique et de la société.

Nous en sommes à presque dix ans de luttes menées par les personnels de l'ESR contre une politique destructrice. Ces luttes ont été porteuses de propositions pour reconstruire la recherche et l'enseignement supérieur : ce sont toujours les nôtres aujourd'hui. Les Assises telles qu'elles sont organisées peuvent être un moyen d'occulter les luttes. Nous n'accepterons pas que le gouvernement mette de côté les revendications fortes du milieu scientifique, sous prétexte d'avoir consulté des individus ou des groupes d'individus qui ne sont représentatifs que d'eux-mêmes.

Pourquoi un gouvernement qui devrait s'enorgueillir des mouvements de contestation menés depuis 2003 par les personnels de l'ESR reste-t-il sourd à nos revendications et propositions ? Ce que nous lui disons est-il trop compliqué pour être compris ? Ce que nous demandons est pourtant simple : (i) supprimer toutes les structures embolisantes créées pour court-circuiter les organismes de recherche : AERES, ANR, alliances, Idex... autant de structures de pilotage mises dans les mains de mandarins désignés au service d'intérêts à court terme ; (ii) redonner les moyens financiers et en postes statutaires aux établissements de l'ESR.

Il serait en fait trop indulgent de penser que la ministre, et son cabinet, n'entend ni la clameur des personnels de la recherche qui demandent simplement à retrouver leur liberté académique, ni celle des nombreux précaires qui revendiquent la stabilisation de leurs emplois. Car la situation de l'ESR en France n'est pas isolée. Les syndicats de l'ESR de tous les pays regroupés au sein de l'Internationale de l'éducation font le même constat. Le système économique ultralibéral oriente partout les politiques vers le même objectif : le pilotage de la recherche par des politiques publiques mises au service d'intérêts économiques privés. Le véritable changement, ce serait une nouvelle orientation politique conçue pour reconstruire l'enseignement supérieur et la recherche, et non pas pour panser les plaies des dégâts des politiques libérales.

Aujourd'hui, nous exigeons le changement. Il n'est pas besoin pour cela de consulter ceux qui ont applaudi, depuis dix ans, aux réformes de la droite, encore moins de les mettre à la direction du ministère. Les syndicats de la FSU sauront tout mettre en œuvre pour organiser les luttes qui s'annoncent. ■



Le 15 octobre 2012

Patrick Monfort →
Secrétaire général du SNCS-FSU

Syndicat national des chercheurs scientifiques [SNCS-FSU]

1, place Aristide-Briand. 92195 Meudon Cedex
Tél. : 01 45 07 58 70. Fax : 01 45 07 58 51
Courriel : sncs@cnrs-bellevue.fr
www.sncs.fr



Syndicat national de l'enseignement supérieur [SNESUP-FSU]

78, rue du Faubourg Saint-Denis. 75010 Paris
Tél. : 01 44 79 96 10. Fax : 01 42 46 26 56
Courriel : accueil@snesup.fr
www.snesup.fr



→ **Directeur de la publication**: Patrick Monfort → **Directeur délégué**: Jean-Luc Mazet → **Rédacteurs en chef**: Chantal Pacteau et Gérard Lauton → **Comité de programmation**: Les bureaux nationaux du SNCS et du SNESUP → **Ont participé à ce numéro**: Gilles Bergametti, Éric Dacheux, Bernard Delay, Xavier Delfosse, Redouane Fodil, Georges Guellaën, Denis Guthleben, Abdeslam Hoummada, Claudine Kahane, Gérard Lauton, Patrick Monfort, Claire Pacheco, Chantal Pacteau, Abderrahmane Tadjeddine, Pierre Tambourin, Stéphane Tassel, Françoise Vergès → **Secrétaire de rédaction**: Laurent Lefèvre → **Rédacteur-graphiste**: Stéphane Bouchard → **Couverture**: © Olly/fotolia.com → **Impression**: Imprimerie SENPQ. 35 rue Victor-Hugo 93500 Pantin → **Routage**: Improfi → **Régie publicitaire**: Com d'habitude publicité. 25 rue Fernand-Delmas, 19100 Brive-la-Gaillarde. Tél.: 0555241403. Fax: 0555180373. Contact: Clotilde Poitevin-Amadiou (www.comdhabitude.fr, contact@comdhabitude.fr) → **La Vie de la recherche scientifique** est publiée par le **SNCS-FSU**, 1 place Aristide-Briand 92195 Meudon Cedex. Tél. : 0145075870 - Fax: 0145075851 - sncs@cnrs-bellevue.fr **Commission paritaire**: 0414 S 07016. **ISSN**: 0755-2874. **Dépôt légal à parution**. Prix au numéro: 8 euros — Abonnement annuel (4 numéros): 25 euros (individuel), 50 euros (institutionnel).

→ Éditorial	p. 03
Incompréhension ou surdité?	Patrick Monfort
→ Actualités	p. 06
Un représentant de l'Union nationale des étudiants syriens libres en France (UNESLF): « Avec les universités syriennes pour la Syrie libre »	p. 06
→ Très grandes infrastructures de recherche : défis et enjeux	p. 07
Les TGIR : évolution des concepts et des moyens Chantal Pacteau	p. 08
L'électro-aimant d'Aimé Cotton : l'odyssée d'un grand instrument Denis Guthleben	p. 11
Synchrotron Soleil : un outil performant mis sur orbite par la communauté scientifique Abderrahmane Tadjeddine	p. 13
La planète CERN Abdeslam Hoummada	p. 16
Pour une écologie globale : écotrons, plateformes, observatoires Hommes-Milieux Bernard Delay	p. 19
Télescopes internationaux : l'astronomie voit plus grand pour explorer plus loin Xavier Delfosse, Claudine Kahane	p. 24
La Terre vue de l'espace : des observations par satellite pour comprendre notre environnement terrestre Gilles Bergametti	p. 28
Les Genopoles : au-delà du séquençage du génome Pierre Tambourin	p. 30
Georges Guellaën : « Nos plateformes biomédicales requièrent un travail d'équipe de grande ampleur »	p. 34
Explorer l'histoire intime des objets du patrimoine : statuettes dans un faisceau de particules Claire Pacheco	p. 37
→ Hors champ	p. 40
Esclavage colonial et émergence de la modernité : de nouveaux champs de recherche à explorer	Françoise Vergès
→ Zoom	p. 42
Interdisciplinarité, publications, colloques : pour une réflexion scientifique sur la communication scientifique	Éric Dacheux
→ Hommage à	p. 45
Pierre Duharcourt dans la vie du SNESUP-FSU	Stéphane Tassel
→ Abonnement/adhésion	p. 46

Une assurance bien de son temps



Qu'il s'agisse de mobilité, d'environnement ou de services pratiques, la nouvelle assurance habitation de la GMF innove pour tenir compte de l'évolution des modes de vie.

Ecouter de la musique grâce à son lecteur MP3, envoyer un email de son Smartphone, occuper son trajet en train en regardant un film sur son ordinateur portable... La sphère privée tend aujourd'hui à se déplacer de la maison vers l'espace public : les cafés, les transports en commun, la rue... A l'écoute de ses assurés, la GMF

performance énergétique ⁽¹⁾ ? Vous bénéficiez alors d'une réduction de 5% pendant 5 ans sur votre contrat. Sans oublier une assurance sans majoration de toutes vos installations faisant appel aux énergies renouvelables (photovoltaïque, éolien, géothermie...). Enfin, vous pouvez faire appel à nos experts pour profiter d'un avis technique sur tout devis de travaux d'économie d'énergie (isolation, chauffage) de votre habitation. Bien pratique en cas de doute !

⁽¹⁾ basé d'un diagnostic de performance énergétique avec une étiquette énergie A, B, C.

Valérie Cohen, Directrice technique de la GMF « Un contrat en phase avec les attentes actuelles »

« La GMF a conçu son nouveau contrat DOMO PASS en concertation étroite avec ses sociétaires, dans la lignée de la démarche qualitative initiée avec AUTO PASS en 2008 et SANTÉ PASS en 2010. Notre objectif consiste à apporter à nos assurés des réponses adaptées, en phase avec leurs attentes actuelles, leur mode de vie, leurs besoins et leur budget. DOMO PASS, solution innovante proposée à un prix avantageux, nous permet ainsi de conserver un temps d'avance en termes de qualité et de compétitivité sur le marché ».

a conçu DOMO PASS, une assurance multirisques habitation comportant de nombreuses garanties innovantes. Ainsi, pour 7 euros par mois (ou en inclusion dans la formule Confort +), DOMO PASS couvre tous vos appareils nomades en cas de vol ou de casse, et ce quel que soit le lieu de survenue du sinistre.

UN CONTRAT QUI SE MET AU VERT

Parce que les enjeux liés à l'environnement sont de plus en plus présents, DOMO PASS comporte en outre plusieurs garanties et avantages en tenant compte. Votre logement fait preuve d'une bonne

UNE ASSURANCE SANS SOUCI

Le contrat DOMO PASS, c'est aussi de nombreux + plus - destinés à faciliter votre quotidien :

- un service SOS Domicile accessible 24 H/24, 7J/7 pour les urgences de serrurerie et de plomberie - mais aussi pour le chauffage, le gaz et l'électricité - avec la prise en charge des frais de déplacement et de la première heure de main d'œuvre du prestataire agréé GMF
- une garantie panne électroménager - pour tous les appareils de moins de 5 ans, blancs ou bruns, pour 5 euros par mois (ou en inclusion, selon la formule choisie), comprenant les réparations, ou la livraison et l'installation d'un appareil de remplacement.
- un service de mise en relation avec tous les corps de métiers pour trouver rapidement des professionnels agréés : maçon, plombier, électricien...



Pour en savoir plus sur ce contrat : Appelez le 0 970 809 809 (numéro non surtaxé) ou connectez-vous sur www.gmf.fr

UN REPRÉSENTANT DE L'UNION NATIONALE DES ÉTUDIANTS SYRIENS LIBRES EN FRANCE (UNESLF)

«Avec les universités syriennes pour la Syrie libre»

Victimes de la répression du régime Al Assad, plus de 500 étudiants syriens ont été tués. De nombreux autres sont exclus ou arrêtés, et renoncent aux études. Les professeurs qui ne sont pas pro-régimes se terrent.

Terreur d'État

La terreur d'État du régime Al Assad s'exerce aussi sur les universités presque toutes fermées. À Homs, la résidence étudiante sert de caserne militaire. Il y a des zones libérées sous le contrôle de l'armée libre comme à Deir ez-Zor, mais la vie ne peut y reprendre son cours normal du fait des bombardements qui les visent. Damas est le théâtre d'affrontements. UNES et syndicats enseignants inféodés au régime participent à la répression et à la délation contre les opposants. De nombreux étudiants sont exclus ou arrêtés, et

renoncent aux études. Plus de 500 ont été tués. Les professeurs qui ne sont pas pro-régime ne s'affichent pas. C'est ainsi que s'est créée l'UNESL («L» = Libres) qui lutte dans la clandestinité pour la Syrie libre avec l'aide des réseaux sociaux.

Étudiants syriens en France

Les étudiants syriens en France qui affichent leur opposition s'exposent à perdre la bourse de l'État syrien. Si elle est maintenue, elle est versée sur leur compte syrien et ne peut pas parvenir en France. Et l'Ambassade bloque l'attestation des étudiants s'affichant pour la révolution, ce qui compromet l'inscription universitaire. Les directions d'établissement, une fois informées de cela, accepteront-elles d'inscrire ces étudiants syriens ? Nous le demandons. Conscient du problème, le CNOUS offre aux étudiants syriens un logement en dépannage... pour trois ans. Nous souhaitons l'appui des organisations françaises (étudiants, personnels) aux étudiants syriens en France.

Ignorance

Nous sommes surpris que des étudiants français ne sachent pas où est la Syrie. Mais au-delà, nous observons l'impact sur les Français de la caricature de la révolte syrienne par de nombreux médias. Par ignorance du pluralisme de l'opposition et de son projet assumé d'un État démocratique et séculier, on lui accole indûment une image d'islamisme radical. C'est mot pour mot la version de l'agence officielle Sana qui veut dénigrer notre révolution pour une Syrie libre. ■

Propos recueillis par Gérard Lauton

UNIVERSITÉS ET ÉTUDIANTS SYRIENS RÉPRIMÉS PAR LE RÉGIME AL ASSAD

Les universités françaises solidaires

Les universités françaises ont été appelées* à respecter le 23 mai une minute de silence «*en soutien aux étudiants et enseignants syriens engagés pour la démocratie et la justice sociale en Syrie*». Dans un communiqué, l'université de Strasbourg a affirmé «*sa solidarité totale avec les étudiants et enseignants d'Alep*». ■

* Appel de SouriaHouria (souriahouria.com), SNESUP, UNEF et Collectif Urgence Solidarité Syrie (appelsolidaritesyrie.org) auquel se sont associés le SGEN, la FAGE et la CPU.

Très grandes infrastructures de recherche : défis et enjeux

Les Très grandes infrastructures de recherche (TGIR) sont loin de constituer un club fermé. En effet, elles sont constitutives d'une interdisciplinarité étendue par leur appel à des spécialités et compétences très diverses. Toutes ne suivent pas les règles du théâtre classique – un lieu, un jour, une action –, elles sont souvent organisées en réseau distribué, notamment en raison du traitement informatique de leurs données comparées, expertisées et stockées à distance. En outre, leur régime de fonctionnement est non stop afin de faire face aux sollicitations scientifiques et à l'activité de service qu'elles offrent à des tiers en termes d'expertise. Enfin, elles vivent en symbiose avec des infrastructures et instruments de taille moyenne dévolus à des finalités complémentaires. Quant au processus de création de chacun des TGIR, il apparaît le plus souvent comme une navigation pleine d'imprévus sur un long fleuve encombré de récifs : un *happening* scientifique à haut suspense. Le financement de leur fonctionnement est plus que jamais préoccupant et menace l'accès de tous à leurs services et même à leur pérennité.

Gérard Lauton



Les TGIR : évolution des concepts et des moyens

Chantal Pacteau

Secrétaire générale adjointe du SNCS.

En France, l'histoire des très grands équipements (TGE) scientifiques commence avec l'Observatoire du Pic du Midi et le grand aimant de Bellevue (cf. p. 11). Au niveau international, la création du premier accélérateur au CERN marquera l'évolution irréversible tout à la fois de pans entiers de la recherche vers la coopération multilatérale et de la mutualisation d'outils de plus en plus complexes et onéreux.

Longtemps, les TGE n'ont concerné que l'astronomie et la physique. Ils étaient localisés

sur un seul site. Leur rythme de création va s'accélérer dans les années 1970, et le périmètre des communautés scientifiques concernées s'élargir. Au début des années 2000, la saisine de l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques (OPECST) a été l'occasion – au-delà du seul angle budgétaire – d'une intense réflexion des scientifiques et des parlementaires sur le concept de TGE, le rôle de ces outils dans la recherche et les effets d'entraînement s'exerçant sur les régions d'implantation mais éga-



lement sur l'industrie et l'économie (1). Le rapport prenait acte d'une dimension de la science désormais indissociable des TGE.

Dans le même temps, l'ESFRI (European Strategy Forum on Research Infrastructures) lançait une réflexion sur la constitution d'infrastructures de recherche de dimension européenne et ce, pour toutes les disciplines scientifiques, en particulier les sciences de l'environnement, de la vie, de l'homme et de la société. En 2006, elle publiait une première feuille de route qui a été mise à jour en 2008 puis en 2010 (2).

En devenant des outils de natures très diverses et d'usages variés et pluridisciplinaires, les TGE sont devenus des Très grandes infrastructures de recherche (TGIR). C'est ainsi que la feuille de route française des TGIR de 2008 (3) « *considère comme des TGIR des réseaux d'infrastructures de plus petite taille (centres de recherche clinique, plates-formes de nano-technologies, lasers de puissance, etc.), ainsi que des réseaux totalement distribués comme les grilles de calcul ou des banques de données réparties.* »

Mais la montée en puissance des TGIR devrait s'accompagner de ressources accrues pour leur fonctionnement – personnels dédiés, coûts de maintenance, coûts des expériences – sans appauvrissement des laboratoires... « *Quand il y a eu gel des crédits de recherche en 2003, l'INSU a essayé de préserver les TGE* », explique Sylvie Joussaume, alors directrice de l'INSU. La situation n'a cessé d'empirer depuis. Dans une période de vaches de plus en plus maigres, cela signifie des arbitrages pénibles. C'est ainsi qu'en janvier 2012, le Conseil Scien-

tifique de l'INSU écrivait à la direction du CNRS sa consternation devant la réduction drastique de la partie « soutien de base » (hors projets) de 50 % à plus de 90 % des laboratoires utilisant les grands instruments, comme en astronomie-astrophysique.

La question du poids budgétaire des TGI est évidemment un sujet d'actualité brûlant (de l'ESFRI à l'organisme de recherche), et la communauté scientifique veut participer au débat. C'est ainsi que le CS du CNRS a créé un groupe de travail (GT) sur les TGIR, pour faire une évaluation réelle des services rendus et débattre du financement des TGIR pour faire des recommandations à la direction du CNRS.

De manière très sommaire, certains proposent que le CNRS ne conserve que les TGIR dont il s'est doté lui-même et laisse au ministère la gestion des très grands équipements ayant une dimension et un investissement internationaux. D'autres, explique François Bonnarel, ingénieur de l'Observatoire astronomique de Strasbourg et animateur du GT, pointent le risque que le différentiel ne soit pas compensé ou de coupure avec les communautés scientifiques si le CNRS n'est plus opérateur ; sans compter la menace de perte d'indépendance d'une politique nationale représentée par le CNRS aux dépens de stratégies locales, que l'inflation de nouvelles structures a privilégié ces dernières années.

Une autre option, évoquée entre autres par le CMPP (5) – organisme de pilotage de la RGPP – en décembre 2011, est de faire payer l'accès aux TGIR pour augmenter leurs ressources propres et diminuer la dotation de l'État. Actuellement, l'accès aux TGIR se fait

→

Adonis, au service des sciences humaines et sociales

La mission principale du TGIR Adonis est d'assurer l'accès et la préservation des données numériques produites par les SHS. Il développe d'une part, une grille de services qui met à disposition des équipes un ensemble de technologies et

de systèmes informatiques pour mutualiser, diffuser et stabiliser dans le temps les données et documents issus de la recherche ; et d'autre part, une plateforme de recherche pour collecter, enrichir et offrir un accès

unifié aux données numériques produites par les SHS. Adonis est notamment à la tête du réseau français du projet Européen DARIAH (Digital Research Infrastructure for Arts and Humanities). ■

(Extrait du TGE en bref : www.tge-adonis.fr/le-tge-en-bref)

Pluralité des fonctions, dimensions, financements des TGIR

Il existe diverses catégories de TGIR, selon leur finalité : TGIR de programmes, associées aux programmes nationaux ou internationaux (nucléaire, spatial, biologie, etc.) ; TGIR de service utilisées par différentes communautés, y compris par des industriels (sources de lumière, de neutrons, bibliothèques numériques, flottes de navires scientifiques, plateformes de micro et de nano fabrication, etc)... Toutes incluent leur propre activité de recherche.

Certains équipements, qualifiés de globaux, sont construits et exploités par des organisations internationales. C'est le cas par exemple du LHC (CERN), d'ALMA (ESO) ou d'ITER. D'autres infrastructures sont

de dimension pan-européenne, et gérées par des organisations intergouvernementales telles que le Centre européen pour les prévisions météorologiques à moyen terme (CEPMET) qui est soutenu par 18 États membres européens. Enfin existent des infrastructures nationales (SOLEIL) qui, bien sûr, sont ouvertes à l'international. Elles peuvent être gérées par des sociétés civiles (avec MESR, CEA, CNRS, Université pour le GENCI, Grand Equipement National pour le Calcul Intensif), un (CNRS/INSU pour le Réseau sismologique français) ou plusieurs organismes (GIP RENATER : MESR, MEN, CNRS, CEA, CNES, INRIA, INSERM, INRA, IRD, CEMAGREF, BRGM, CPU pour le Réseau National de Télé-

communications pour la Technologie, l'Enseignement et la Recherche].

La France jouit actuellement d'une position exceptionnelle en Europe où elle occupe une première place. La mission d'opérateur des TGIR est une des grandes missions nationales du CNRS (souvent partagée avec le CEA). Le budget de chaque TGIR est identifié dans le budget général de l'organisme et dans la loi de finances, explique le Comité TGIR du CNRS.

Le coût des TGI s'élève à 140 M€/an, hors salaire, pour le CNRS, pour 20 TGIR (soit 30 % des 450 M€ pour le FEI = Fonctionnement + Équipement + Investissement). L'ensemble des 46 TGIR dans notre pays coûte 600 M€. ■

→ sur critère scientifique et à titre gratuit, avec une réciprocité pour les TGIR des autres pays, garante des collaborations internationales. « En Angleterre, explique S. Joussaume qui connaît bien le problème en tant que coordinatrice du projet européen IS-ENES (6), le coût de l'utilisation des calculateurs est proportionnel au nombre d'utilisateurs. Et l'on entre dans un cercle vicieux, où le nombre d'utilisateurs pouvant se payer les coûts de calcul diminue, avec pour conséquence une augmentation du prix des calculs qui amène à une nouvelle

baisse de ceux qui ont les moyens de payer... ». Le paiement de l'accès aux TGIR à haute valeur technologique pourrait aussi être la porte ouverte à leur rentabilisation, et à des arbitrages qui ne manqueraient pas de se faire en faveur des plus riches, essentiellement les entreprises ayant les moyens de payer, les laboratoires en bénéficiant dans les temps morts. À terme, ne risquerait-on pas la privatisation des TGIR ? ■

Chantal Pacteau

→ Notes/Références

1. www.assemblee-nationale.fr/rap-oecst/tge/R2821.asp#P195_25064
2. www.eurosfair.pr.fr/7pc/documents/1304683629_esfri_strategy_report_and_roadmap.pdf
3. www.roadmaptgi.fr/Documents/roadmap_complete_29_avril_2009.pdf
4. www.sncs.fr/IMG/pdf/20120110_insu_recommandation_budget.pdf
5. Conseil de Modernisation des Politiques Publiques.
6. InfraStructure for the European Network for the Earth System Modelling (<https://is.enes.org>).

L'ÉLECTRO-AIMANT D'AIMÉ COTTON

L'odyssée d'un grand instrument

Tout à la fois directeur de labo, lobbyiste, chef de chantier, comptable, expert en relations industrielles, Aimé Cotton n'aura ménagé aucun effort pour construire l'électro-aimant. Au point de mettre la main à la poche quand l'argent vient à manquer pour achever sa construction obtenue après un quart de siècle de luttes acharnées.

Denis Guthleben

Historien, attaché scientifique au Comité pour l'histoire du CNRS.

Neuf juillet 1928. Le physicien Aimé Cotton annonce à l'Académie des sciences l'achèvement du grand électro-aimant, un formidable instrument qui délivrera des champs magnétiques extrêmement intenses. Pour la communauté savante, c'est une grande nouvelle, annonciatrice de découvertes – un vœu réalisé dès l'année suivante, lorsque Salomon Rosenblum, un jeune physicien de l'équipe de Marie Curie, dévoile la structure fine des rayons alpha. Mais pour le fondateur de l'électro-aimant, il s'agit surtout d'un moment de grande émotion, au terme d'un quart de siècle d'efforts.

L'odyssée d'Aimé Cotton débute en effet avec le ^{xx}e siècle. Jeune chargé de cours à l'École normale supérieure, il a déjà un beau tableau de chasse à son actif. Expérimentateur talentueux, il s'est illustré par ses travaux sur le dichroïsme circulaire (capacité d'un matériau à absorber différemment la lumière selon sa polarisation) et l'effet Zeeman (source lumineuse soumise à un champ magnétique). Avec Henri Mouton, il a mis en évidence la biréfringence magnétique des colloïdes (colles, gels). Mais une limite s'est imposée à chacune de ses manipulations : l'insuffisance des électro-aimants en intensité, mais surtout en volume disponible pour les expériences.

Une campagne acharnée de persuasion

Le physicien entreprend alors une campagne acharnée de persuasion – on dirait aujourd'hui de *lobbying* – à l'École normale, à l'Université de Paris, enfin à l'Académie des sciences qui réunit en mars 1914 une « commission chargée

d'examiner dans quelles conditions pourrait être construit un électro-aimant d'une puissance exceptionnelle ». L'affaire est loin d'être entendue. Si Aimé Cotton est parvenu à s'attirer des soutiens de poids – Pierre Weiss, Charles Fabry, Jean Perrin –, son projet ne fait pas l'unanimité. Jean Becquerel se place ainsi en travers de sa route : persuadé, selon une idée en vogue, que des champs très intenses pourraient modifier les atomes, il milite pour la puissance des appareils et ne voit pas l'intérêt d'accroître leur taille. Mais Aimé Cotton parvient à convaincre la haute assemblée. Et déjà le prince Bonaparte, enthousiasmé, part à la pêche aux mécènes – nul ne songe encore sérieusement à solliciter l'État pour financer la recherche... autre temps, autres mœurs !

Aimé Cotton croit avoir tout prévu. C'est sans compter sur les caprices de Mars. Son électro-aimant est la première victime de la Grande Guerre qui éclate dans la foulée. Les années prolongeant l'Armistice ne lui sont pas plus favorables : la « der des ders » a saigné la France en hommes et en moyens. Il faut attendre 1924 pour qu'une lueur d'espoir s'allume enfin : une journée nationale de souscription est lancée pour pallier ce que l'on nomme alors « la misère des laboratoires français » – certaines expressions traversent les époques... Cette journée est organisée sous les auspices – posthumes, bien sûr – de Louis Pasteur. « *Ce grand savant qui pour tant de Français personnifie la Science même* » est pour Aimé Cotton un *deus ex machina* qui lui permet de récolter les fonds indispensables. Mais les difficultés ne font que commencer. Quatre années sont nécessaires à

→

FOUR SOLAIRE D'ODEILLO

Une énergie nouvelle presque septuagénaire

En 1944, Félix Trombe, qui dirige dans les conditions difficiles de l'Occupation le laboratoire des terres rares à Meudon, rédige quelques notes sur les moyens d'atteindre de très hautes températures pour les expériences de laboratoire. Il s'interroge notamment sur les possibilités d'utiliser « une source à 6 000 °C » : l'énergie solaire. Les premières études sont entreprises dès la Libération sur une prise de guerre : un miroir de DCA, abandonné par la Wehrmacht en déroute, sert de concentrateur.

L'expérience, concluante, conduit le CNRS à financer un prototype de four solaire. Félix Trombe décide de l'installer loin de la grisaille parisienne, à Mont-Louis dans les Pyrénées-Orientales, une vénérable cité fortifiée – où ce féru de spéléologie pourra aussi assouvir sa passion ! Le prototype y est assemblé en 1947 au sein d'un laboratoire *ad hoc*. Mont-Louis connaît son heure de gloire en 1958, avec un colloque international sur les applications de l'énergie solaire. Félix Trombe y présente un nouveau projet de four d'une puissance de



© CNRS PHOTO THÉOQUE/EGEA PHILIPPE

La parabole du four solaire CNRS d'Odeillo de 1 000 kW.

1 000 kW. Une maquette au 1/100^e a déjà été réalisée pour l'occasion, mais le chercheur a préféré la dévoiler à l'exposition universelle qui se tient au même moment à Bruxelles sur le thème « Pour un monde plus humain » – tout un programme !

La construction du grand four, sur le site tout proche d'Odeillo, profite des moyens considérables que le pouvoir gaullien octroie à la recherche. Lancée en 1963, elle aboutit au soir de la décennie. L'Histoire fait parfois bien les choses : lorsqu'éclate le premier choc pétrolier, la France dispose d'un instrument exceptionnel

pour étudier ce solaire que l'on appelle déjà « l'énergie nouvelle » – même si la Terre n'en connaît pas de plus ancienne ! Les travaux à Odeillo concourent à placer la France dans le peloton de tête des recherches sur les énergies solaires. La suite est moins brillante : dès le début des années 1980, une nouvelle politique énergétique – le nucléaire à tous crins – et de nouveaux choix scientifiques éclipsent le four d'Odeillo. Les chercheurs qui y œuvrent entament une épreuve traversée du désert. Jusqu'à leur retour, plus récemment, en pleine lumière ! ■

→ la construction d'un appareil accueilli à Meudon par l'Office des inventions, qui dispose d'une installation électrique dernier cri.

Pour les esprits simples qui imaginent que le travail d'un patron de laboratoire consiste à somnoler en attendant de signer les publications de ses collaborateurs, la consultation des archives apporte une cruelle déception : pas un jour ne s'est écoulé sans qu'Aimé Cotton ait dû s'occuper tout à la fois du four et du moulin, troquant la casquette du savant pour celle du chef de chantier, de l'expert en relations industrielles

et, le plus souvent, du comptable. Il lui faut jongler avec les commandes de matières premières, les délais d'usinage de chaque pièce, les plans des architectes... Un « électro » de 120 tonnes ne s'installe pas comme une éprouvette ! Quand l'argent manque, il paie de sa poche pour permettre à l'instrument de voir le jour et d'accomplir les miracles attendus. À l'époque déjà, la recherche était bien plus qu'une activité : un véritable sacerdoce ! ■

Denis Guthleben

Un outil performant mis sur orbite par la communauté scientifique

Actions multiformes, concertations avec les utilisateurs, implication des personnels dans le projet ont permis à la communauté scientifique d'être entendue et d'imposer la construction du synchrotron Soleil sur le plateau de Saclay, dans la continuité du Lure.

Abderrahmane Tadjeddine

Ancien directeur du Lure, ancien directeur scientifique adjoint au CNRS chargé des grandes infrastructures de recherche pour la chimie et les sciences du vivant.

Soleil a failli ne jamais voir le jour (1). Annoncée le 12 septembre 2001 par Roger-Gérard Schwartzberg, alors ministre de la Recherche, la construction de ce synchrotron sur le plateau de Saclay a été l'aboutissement d'une dizaine d'années d'efforts et de luttes déployés pour remplacer les installations vieillissantes du Lure (2), centre national du rayonnement synchrotron situé sur le campus d'Orsay.

Cette décision, qui s'inscrit dans la continuité scientifique, technologique et géographique du Lure, a sauvé de la dispersion les compétences scientifiques, techniques, instrumentales et humaines acquises. Elle a permis d'offrir à la communauté des utilisateurs un outil mutualisé exceptionnel de caractérisation des matériaux afin d'analyser leurs propriétés, aussi bien dans le domaine des sciences du vivant que de la matière. Aujourd'hui Soleil constitue une des sources mondiales de rayonnement synchrotron les plus performantes et les plus dynamiques. Cette source de rayonnement synchrotron produit par des électrons accélérés à très haute énergie accueille annuellement plusieurs milliers d'utilisateurs du monde entier issus de toutes les disciplines, y compris les sciences humaines et sociales.

Dès 1990, les responsables du Lure mettent en place une commission « pour l'avenir du rayonnement synchrotron », chargée de définir les caractéristiques techniques de la source appelée à remplacer, au seuil du III^e millénaire,

ses machines vieillissantes. L'objectif est de construire une source complémentaire de l'European Synchrotron Radiation Facility (ESRF).

Cette source devait être optimisée pour produire des photons d'énergie intermédiaire et intégrer tous les développements instrumentaux et technologiques actuels, afin de répondre aux nouvelles demandes de la communauté – en particulier des sciences du vivant engagées dans l'ère du génome et du postgénom. Cette idée a mûri à travers des séminaires, des échanges entre les spécialistes machines et les scientifiques utilisateurs, des concertations avec les collègues européens impliqués dans des projets similaires.

Rôle des tutelles

En 1991, le CNRS a confié l'évaluation des besoins de la communauté scientifique au Comité de prospective pour l'utilisation du rayonnement synchrotron en France. Encouragée par les recommandations de ce comité, la direction du Lure poursuit le travail préparatoire et publie un document technique sur la machine (3) et un document scientifique sur son utilisation. Soleil devient un projet officiel à l'issue des conseils d'administration du Lure de juillet 1994 et de décembre 1995.

Dès cette période, les tutelles (ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, CNRS et CEA) ont choisi de séparer administrativement et statutairement Soleil du Lure. Elles confient à un groupe de projet autonome

→

→ la réalisation de l'avant-projet détaillé de Soleil et laissent ouverte la localisation du site, au risque de disperser les compétences concentrées au voisinage du Lure.

Cette compétition ouverte entre les régions et les collectivités locales sur la seule base de leur participation financière a permis de populariser ce projet de dimension nationale. Sensibilisés par ses retombées économiques et sociales importantes, les politiques s'impliquent dans ce projet. La concertation étroite entre les scientifiques concernés a permis d'éviter le risque de confrontation entre les porteurs du projet des différentes régions. L'enjeu était de disposer en France d'une source de 3^e génération, et d'y associer les régions par des collaborations au niveau des lignes de lumière et des expériences.

Mobilisation des personnels et des utilisateurs

Convaincus de la nécessité de cette source et de leurs responsabilités, les personnels du Lure ont activement participé – avec des collègues du CEA – à ce groupe de projet. Malgré leur opposition quasi générale à la séparation du Lure qui risquait d'isoler Soleil du tissu scientifique et technique (CNRS et universités) et d'en faire une usine à photons. Pendant trois ans, ce groupe a planché sur l'avant-projet détaillé de

Soleil. Ses travaux remarquables ont proposé une source aux performances exceptionnelles... que le ministre Allègre s'est empressé de geler. Puis de sacrifier, le 2 août 1998, à une participation minoritaire au projet britannique Diamond, au côté de Welcome Trust !

Après la dissolution du groupe de projet, le laboratoire du Lure, ses utilisateurs et de nombreux collègues ont, avec beaucoup d'énergie, défendu Soleil pour ne pas priver la communauté scientifique d'un outil de caractérisation devenu indispensable. La lutte a duré deux ans (4). Elle a mobilisé les personnels du Lure à travers l'intersyndicale, la direction du laboratoire qui a pu réagir « en temps réel » à la déclaration aoûtienne d'Allègre. La mobilisation des utilisateurs a été déterminante dans le soutien aux actions multiformes menées. Ces actions ont fini par sensibiliser la presse, la population, les politiques et les syndicats, y compris au niveau confédéral.

Revirement des politiques

L'Office parlementaire d'évaluation de choix scientifiques et technologiques a joué un rôle prépondérant dans cette mobilisation. Il a constitué une commission qui a confronté tous les dossiers, écouté beaucoup de scientifiques français et étrangers, visité plusieurs installations. Au terme de ce travail rigoureux, elle a conclu

RAYONNEMENT SYNCHROTRON

Un rayonnement « parasite » très utile pour sonder la matière

Soumise à l'accélération centripète d'un champ magnétique, toute particule chargée, dont la vitesse est proche de celle de la lumière (particule relativiste), émet un rayonnement électromagnétique, appelé rayonnement synchrotron (1). Le moyen le plus efficace de produire ce rayonnement est de forcer des particules légères (2), accélérées à des vitesses

proches de celle de la lumière, à circuler sur des trajectoires courbes, dans un anneau appelé anneau de stockage. Observé pour la première fois en 1947 dans un anneau construit spécialement par la General Electric, la description théorique de ce rayonnement remonte à 1949.

Il est bien connu – et autrefois maudit – par les physiciens des particules et des hautes

énergies, en particulier ceux qui étudient les interactions entre particules dans les anneaux de collision. L'émission de rayonnement synchrotron constitue en effet une perte d'énergie « parasite » qui perturbe leurs expériences ! Alors que c'est justement ce rayonnement qui est recherché par les utilisateurs comme un outil de caractérisation pour sonder la matière (3). ■

1. Ses caractéristiques dépendent de la vitesse et de la masse de la particule relativiste. 2. Électron ou positon – particule de même masse que l'électron, mais de charge opposée. 3. Toutes les disciplines (sciences du vivant, sciences de la matière), à l'échelle microscopique, nanoscopique et moléculaire, dans un domaine spectral allant du térahertz et l'infrarouge aux X durs, offrant des outils d'analyse de pointe, en constante évolution, en spectroscopie, diffraction et imagerie.



© SYNCHROTRON SOLEIL

Expérimentation sur la ligne de lumière TEMPO. Spécialisée en rayons X, elle permet d'étudier les propriétés électroniques et magnétiques des matériaux.

à la nécessité de Soleil. C'est à Roger-Gérard Schwarzenberg que revient le mérite d'avoir décidé sa construction, à l'Orme les Merisiers, au voisinage de Lure.

Inauguré en décembre 2006, Soleil a un statut de société civile : tout agent du Lure qui désire y travailler doit avoir une proposition. Les chercheurs et ITA ont dû mener une année supplémentaire d'action pour obtenir la création d'une unité propre du CNRS (unité de recherche Soleil) destinée à accueillir les personnels appelés à y travailler, en restant affectés au CNRS.

Le synchrotron fonctionne aujourd'hui à plein régime. Il offre à ses utilisateurs des moyens

de caractérisation et d'imagerie exceptionnels, grâce à ses lignes de lumière de qualité ultimes alimentées par des sources optimisées. Soleil intègre les composants instrumentaux et conceptuels les plus récents qu'il contribue largement à développer, en collaboration avec les autres centres européens et internationaux. Soleil participe de manière active à la structuration de la communauté scientifique nationale et européenne.

Un rayonnement qui doit beaucoup à la mobilisation de cette communauté. ■

Abderrahmane Tadjeddine

→ Notes/Références

Une version complète qui présente l'histoire du rayonnement synchrotron en France est consultable en supplément électronique sur le site de la VRS : www.snscs.fr/rubrique.php3?id_rubrique=1640

1. Source optimisée de lumière d'énergie intermédiaire du Lure (Soleil), acronyme proposé dès 1990 par Dominique Chandèsris : www.synchrotron-soleil.fr

2. Laboratoire pour l'utilisation du rayonnement électromagnétique (Lure).

3. Publié en 1993 aux Éditions de Physique.

4. Agnès Traverse, *Le Projet Soleil, Chronique et analyse d'un combat*, L'Harmattan, 2007.

La planète CERN

Début 1950, le CERN matérialisait l'idée selon laquelle les défis scientifiques ne pouvaient plus se passer de structures et de collaborations internationales. L'histoire de la participation des physiciens marocains à l'expérience ATLAS en cours témoigne de ce que les TGR peuvent aider à dépasser, d'une certaine manière, certaines disparités entre pays.

Abdeslam Hoummada

Professeur à l'université Hassan II de Casablanca.

« Celui qui entre au CERN laisse sa nationalité au portail », déclarait en 1957 le premier directeur général du CERN, bien que l'Organisation européenne pour la recherche nucléaire, couramment désignée sous l'acronyme CERN (1) ne concernait encore que 12 pays européens. Fondé en 1954 et situé à cheval sur la frontière franco-suisse, le CERN scellait l'Europe scientifique, bien avant l'Europe politique et économique. « Après 1945, l'ampleur de la catastrophe et des destructions, la percée des États-Unis et de l'URSS, enfin la polarisation Est-Ouest, ne laissèrent pas aux Européens de l'Ouest le loisir de prolonger leurs traditionnels conflits, souligne Dominique Pestre (2). Rapidement émergèrent des volontés de réconciliation, de reconstruction com-

mune... Ces idées, ces réalisations trouvèrent un écho chez plusieurs administrateurs scientifiques membres du Mouvement européen qui proposèrent, dès 1949, la création de centres scientifiques communautaires, en matière nucléaire notamment. »

Avec le CERN, se matérialisait l'idée que les problèmes et défis que rencontre l'humanité ne peuvent désormais plus être portés par les seules structures de recherche internationales, ni même nationales. Les collaborations internationales, les laboratoires et centres internationaux de recherche constituent aujourd'hui les structures les plus performantes en termes de production scientifique et de sa valorisation ainsi que des retombées technologiques qui en découlent.



Un des meilleurs exemples est l'invention du Web par Tim Berners-Lee au CERN, qui au départ ne voulait que développer un outil facilitant les communications entre les chercheurs des collaborations internationales travaillant au CERN. Cette invention d'un laboratoire de recherche fondamentale a changé les modes de communication de toute l'humanité.

Le CERN œuvre aussi en faveur de l'éducation et de la formation de jeunes étudiants chercheurs. Ouvertes à tous les jeunes des pays partenaires du CERN, plusieurs écoles sont organisées chaque année en physique des hautes énergies, en informatique et en technologie des accélérateurs... Environ mille jeunes bénéficient annuellement d'une formation au CERN. Tous les jeunes qui séjournent dans ce milieu multiculturel et cet environnement scientifique de très haut niveau reviennent complètement changés, avec un autre regard sur le monde et un esprit plus ouvert et plus tolérant.

Le CERN met aussi à la disposition des pays partenaires son expertise et son assistance dans les domaines de technologie de pointe : la cryogénie, l'ultra vide, l'informatique, la microélectronique... Pour les pays du Sud, il constitue une des meilleures opportunités pour maintenir et renouveler un potentiel scientifique de haut de niveau qui a été formé en grande partie au Nord après l'indépendance. Un effort particulier est déployé par le CERN

pour rendre accessibles à tous les développements scientifiques et technologiques.

Si les pays industrialisés utilisent la recherche scientifique pour développer leur niveau de vie, ce n'est pas le cas des pays du Sud dont les économies sont basées sur les matières premières de faible valeur ajoutée. Certains pays du Sud ont compris cet enjeu et tentent d'améliorer leur système éducatif et de recherche. Le Maroc en est un bon exemple. Un des moyens fortement encouragés est l'intégration de ses chercheurs dans des collaborations internationales installées autour de grands instruments, tels que le Large Hadron Collider (LHC) au CERN.

En 1995 avec quelques chercheurs marocains et l'appui de collègues de l'IN2P3/CNRS, le ministère marocain de la Recherche déposait une demande officielle pour intégrer la collaboration ATLAS, une des quatre grandes expériences du CERN (3). En 1996, après un vote unanime de la collaboration ATLAS, le Maroc fut le premier pays arabe et africain à l'intégrer officiellement. Avec ses 2 600 membres et plus, provenant de 178 institutions de 38 pays de tous les continents, le soleil ne se couchait plus sur la collaboration ATLAS ! Côté financement, toutes les possibilités offertes dans les années 1990 par la coopération franco-marocaine ont vite été épuisées. La création en 1998 via un GDRI (4), a permis le déploiement d'un réseau regroupant outre

→

Coopérer avec le CERN

Plus grand centre de physique des particules du monde, le CERN compte 20 États membres européens, mais de nombreux pays non européens participent à ses activités, tels ceux bénéficiant du statut d'observateur (Chine, États-Unis, Inde, Japon, Russie, Turquie, UNESCO). Par ce statut d'observateur, ils contribuent sous des formes diverses à son fonctionnement et à son développement. Bien que n'étant ni membres ni observateurs, de nombreux États participent à

des programmes de recherche de l'organisation ou à des accords de coopération. C'est le cas du Maroc depuis 1996.

Les programmes de recherche du CERN impliquent plus de 8 900 chercheurs de 562 institutions issus de 59 pays des cinq continents.

Toutes les expériences sont conduites par des collaborations internationales, qui peuvent atteindre jusqu'à 3 000 chercheurs (expérience ATLAS ou CMS) de dizaines de nationalités.

Les statuts du CERN prévoient une cotisation annuelle, ce qui est un problème crucial pour les pays en développement.

Le Maroc étudie les possibilités d'obtenir un statut d'associé : il espère être suffisamment avancé en 2013 pour déposer une candidature officielle. La conjoncture économique retarde l'échéance, mais l'accord de principe est acquis. ■

Chantal Pacteau

→ le Maroc et la France, la Suède et le CERN ; en 2010, le GDRI a été transformé en ILCP (5), dirigé par un directeur scientifique de chacun des trois pays. Un rapprochement avec l'Algérie et la Tunisie est en cours, grâce à l'IN2P3 et le CERN, dont la finalisation est prévue en 2014, à l'occasion du renouvellement du LIA.

Au cours de ces années, la participation marocaine à cette grande expérience a couvert l'ensemble de ses activités, allant des simulations du *design* des détecteurs à la construction des prototypes et leurs tests, en passant par la construction finale et la prise et l'analyse des données depuis 2008. Le détecteur ATLAS a été construit avec des technologies inexistantes il y a une quinzaine d'années et qui ont été mises au point par la collaboration. Des développements techniques ont d'ores et déjà trouvé leur application dans divers domaines de la vie quotidienne, du sèche-cheveux à l'étude de la rétine. Ils ont permis des innovations techniques telles que l'imagerie médicale, l'étude des protéines et de nouveaux matériaux à l'aide de nouveaux détecteurs de rayons X, la grille de calcul... Ces développements ont nécessité, sur plus d'une dizaine d'années, la conception et la construction de prototypes de plusieurs composants d'ATLAS, chacun n'étant adopté qu'après une multitude de tests rigoureux (6).

La participation marocaine à cette expérience a permis à plus d'une vingtaine d'enseignants-chercheurs de développer de nouvelles compétences en microélectronique, informatique et grille de calcul, physique nucléaire et physique des hautes énergies... Les retombées pour la formation se sont traduites par la qualité des filières d'enseignement mises en place au sein des universités marocaines membres du pôle de compétences RUPHE (3). Plus d'une vingtaine d'étudiants

marocains inscrits au Maroc ont préparé leur doctorat au sein de cette expérience, et une vingtaine d'autres sont en cours. Grâce à la grille de calcul MAGRID qui relie l'ensemble des universités marocaines à la grille LCG (7), les chercheurs marocains d'ATLAS disposent des données en temps réel, à l'instar des autres membres de la collaboration. Ils l'utilisent régulièrement, ce qui leur permet de disposer des possibilités des gros centres de calcul de l'ensemble des pays développés. Le Maroc est l'un des rares pays du monde arabe et africain qui dispose d'une grille de calcul opérationnelle. Bien qu'elle ne soit utilisée en ce moment que par quelques physiciens, plusieurs autres chercheurs et institutions publiques et privées seront amenés à l'utiliser pour réduire les investissements en moyen de calcul et harmoniser, à grande échelle, les outils de calcul.

Tout le monde s'accorde sur l'importance des grands centres internationaux de recherche et des grands instruments pour le développement scientifique et technologique et l'innovation. La participation marocaine au CERN dans le programme de recherche auprès du LHC est un exemple de transferts de savoir et de technologie, à travers la formation de compétences humaines dans des domaines à fort potentiel d'innovation et de transfert de technologie de la recherche vers l'industrie. Grâce à la maîtrise de certains outils utilisés en hautes énergies, de nouvelles applications sont initiées au Maroc dans le domaine de la santé et de l'agriculture. Les collaborations internationales constituent un vrai raccourci pour les pays en voie de développement pour combler leur retard scientifique et technologique et de facto leur retard économique. ■

Abdeslam Hoummada

→ Notes/Références

1. Du nom du Conseil européen pour la recherche nucléaire, organe provisoire institué en 1952.
2. L'organisation européenne pour la recherche nucléaire (CERN), un succès politique et scientifique. Dominique Pestre. N° 4, octobre 1984. <http://bit.ly/Rz8zvM>
3. La participation marocaine passe par le pôle de compétences Réseau universitaire de physique des hautes énergies (RUPHE), sous la tutelle du Centre national de la recherche scientifique et technique (CNRS) : ruphe.fsac.ac.ma
4. Le GDRI (Groupement de recherche international) est l'un des outils internationaux du CNRS créé pour mettre en réseaux équipes de différents pays du monde et de différentes disciplines.
5. [http://institut.in2p3.fr/presentation/relations_externes/international.htm](http://institut.in2p3.fr/presentation/rerelations_externes/international.htm)
6. www.atlas.ch/transfer
7. Mise en place par le CNRS, notamment à travers Eumedgrid et Eumedconnect : <http://cc.in2p3.fr/LCG>

POUR UNE ÉCOLOGIE GLOBALE

Écotrons, plateformes, observatoires Hommes-Milieus

L'écologie, avec sa composante biodiversité, doit aujourd'hui être considérée comme un champ scientifique autonome, adulte et reconnu. Ses TGIR doivent être interdisciplinaires, portés par des chercheurs de très haut niveau et insérés dans le cadre européen.

Bernard Delay

Directeur de recherche émérite du CNRS, premier directeur du département EDD du CNRS, ancien Président de la FRB, actuel président de la commission chargée des parcs naturels régionaux et des parcs nationaux du Conseil national de la protection de nature.

Il est aujourd'hui admis que la recherche dans le domaine de la biodiversité et plus généralement de l'écologie doit être très largement expérimentale. Il est également reconnu que ces domaines de recherche ont besoin d'une masse importante d'observations et d'outils pour stocker et traiter ces observations, sans oublier les collections naturalistes très longtemps décriées et dont on admet aujourd'hui le grand intérêt pour comprendre, notamment, l'évolution de la biodiversité.

Depuis très longtemps, des jardins botaniques et autres espaces de nature ont servi à l'observation des réactions des végétaux et des animaux aux conditions de leur milieu. Mais les scientifiques se sont rapidement rendu compte qu'il fallait aller plus loin que l'observation et expérimenter en modifiant les conditions de vie des organismes étudiés. Ce fut le début des serres et enceintes expérimentales plus ou moins sophistiquées, tels les phytotrons apparus dans les années 1940, qui concernaient essentiellement l'individu et l'étude de sa physiologie.

La nécessité de mieux comprendre l'influence des conditions expérimentales sur les communautés vivantes et sur les écosystèmes a conduit à la mise en œuvre d'outils appelés « écotrons », nom dérivé du phytotron, qui



© CNRS PHOTOÉQUIPE/DIDIER GALOP

avaient des finalités très différentes. Dès lors, il ne s'agit plus de travailler sur l'individu mais sur un ensemble d'espèces aussi représentatif que possible, ou sur des écosystèmes reconstitués, voire des morceaux d'écosystème. L'enjeu est de faire le maximum de mesures de la meilleure qualité, si possible en continu. Il faut également reconstituer et faire varier, au plus près de la réalité, les conditions de milieu, essentiellement la température, l'humidité, la lumière et les caractéristiques de l'air ambiant (en particulier la teneur en CO₂). Le premier véritable écotron a été mis en service →

→ en 1991 à l'Impérial College London. La simulation des conditions climatiques et lumineuses y est très sophistiquée, mais les possibilités de mesures sont peu développées. D'autres appareils du même type à complexité très variable et portant des noms différents existent à travers le monde (www.ecotron.cnrs.fr).

Dans les années 1990, le CNRS décida, sous l'impulsion de Robert Barbault, alors un de ses directeurs scientifiques adjoints, de soutenir la construction d'écotrons en France. Deux furent programmés : un à Montpellier, porté par le CEFE, pour étudier le terrestre et un à Foljuif près de Paris (www.foljuif.ens.fr), porté par le laboratoire d'écologie de l'ENS. Ce dernier comportait une composante aquatique. Deux raisons présidaient à cette décision : i) maintenir la France à un bon niveau international dans les recherches sur les relations entre climat et fonctionnement des écosystèmes pour tenter de prévoir l'effet des changements climatiques sur ceux-ci ; ii) disposer des instruments nécessaires à une recherche de haut niveau en écologie à une époque où cette discipline était allègrement piétinée par la biologie moléculaire triomphante et où les astronomes et



© CNRS PHOTOHÉRIQUE/DIDIER GALOP

physiciens considéraient qu'eux seuls avaient besoin de grands instruments. Lorsque R. Barbault me proposa, en tant que directeur du CEFE, de porter le projet d'écotron terrestre, j'ai accepté cette tâche qui fut fort critiquée, voire entravée. À ma demande, Jacques Roy a relevé le défi avec succès. Cette histoire montre à quel point il a été difficile de faire admettre le besoin d'écotrons en France et de trouver les financements pour leur construction. Avec le temps, la biodiversité et l'écologie ont réussi à être mieux financées, les deux écotrons existent et sont fonctionnels (www.ecotron.fr).

Quelle priorité pour l'écologie et la biodiversité ?

Compte tenu des enjeux scientifiques et sociétaux portés par le secteur de la biodiversité et de l'écologie qui nécessitent le développement d'infrastructures de recherche dédiées, on ne peut que s'interroger sur le faible succès des projets proposés dans le domaine lors de l'appel à projets Equipex, lancé dans le cadre des investissements dits d'avenir. Sur les 88 Equipex financés à l'issue des deux vagues d'appels, un seul est spécifiquement consacré à la recherche en écologie (Plana-

qua, projet d'écologie aquatique expérimentale, lié notamment à l'écotron de Foljuif) et trois ne la concernent que de façon marginale. La pression était pourtant importante. La vague 2 n'a, par exemple, retenu aucun des 16 projets soumis. Le secteur a été légèrement mieux traité par l'appel d'offres Santé-biotechnologies (lancé aussi dans le cadre des investissements d'avenir) où deux projets ont été retenus (sur 20 labélisés), l'un sur les plateformes d'écologie expérimentale et les écotrons

(ANAEE) et l'autre sur les collections (E-Recolnat). Si l'objectif d'investissement d'avenir avait été de servir une stratégie pour positionner la recherche française en écologie face aux grands enjeux de demain, il n'a pas été atteint ! Cela montre, une fois de plus, le double langage d'une politique gouvernementale qui prétendait à la priorité des problématiques environnementales lors du Grenelle de l'environnement, et ne s'est pas donné les moyens de financer les outils indispensables pour y travailler. ■

Patrick Monfort, directeur de recherche au CNRS, secrétaire général du SNCS-FSU



Pour pérenniser la dynamique et les financements de ces instruments, le consortium européen ANAEE (Analysis and Experimentation on Ecosystem) a été créé avec l'Angleterre, l'Italie, l'Espagne et l'Allemagne (www.anaee.com). En 2010, ANAEE a été inscrit, à l'unanimité des 27 États membres de l'UE, dans l'ESFRI et consacré comme infrastructure stratégique essentielle pour les vingt années à venir.

D'autres besoins d'infrastructures de type TGIR existent pour les recherches dans le domaine de la biodiversité et de l'écologie. Grâce à une prise de conscience et une volonté acharnées dans un environnement disciplinaire extérieur allant du non intéressé à l'hostile, différentes structures répondant à des besoins spécifiques en fonction des programmes à long terme se sont montées au CNRS, avec l'appui de feu le département EDD (Environnement et Développement Durable) puis de l'INEE (Institut Ecologie et Environnement). Les autres organismes ont eu des démarches similaires, chacun dans son domaine de compétence. On retrouve ici la démarche des astronomes et physiciens qui construisent des TGIR différents, selon les observations programmées dans le cadre de projets d'envergure et à long terme.

L'INEE a pris l'initiative de regrouper ses actions où il avait une place importante dans le réseau des plates-formes et écotrons. Le Réseau national des stations d'écologie expérimentale (RENSEE) permet de mener, grâce à des équipements *ad hoc*, des expérimentations en conditions contrôlées ou semi-contrô-

lées (www.cnrs.org/fr/recherche/tgir/plateformes.htm). Elles se situent dans plusieurs régions françaises et concernent des milieux très différents : la mer et les lagunes littorales à Sète avec Medimeer, la montagne avec la station alpine du Lautaret, la forêt amazonienne avec la station des Nouragues et ses deux implantations, dont le système « COPAS » qui permet à la fois observation de la canopée et expérimentation. Deux autres stations allient capacité d'études en laboratoire et capacité d'expérimentation dans des systèmes de type Ecotron : le Centre de recherche en écologie expérimentale et prédictive d'Ile-de-France à Foljuif et la Station d'écologie expérimentale du CNRS à Moulis (ecoex-moulis.cnrs.fr) dans l'Ariège avec le « métatron », écotron dédié à l'étude de populations expérimentales (ecoex-moulis.cnrs.fr/plateforme-experimentale). Le remarquable développement quantitatif et qualitatif de la station de Moulis montre la nécessité de ce type d'installations et le bien-fondé à joindre en un même lieu des chercheurs de haut niveau souhaitant innover et des équipements originaux de grande qualité. Notons au passage que ces infrastructures demandent des moyens importants, mais bien plus faibles que la moindre structure TGRI dans les autres domaines de recherche déjà cités.

La connaissance de la biodiversité et des écosystèmes ainsi que leur bonne gestion demande de développer les services d'observation, la gestion des résultats et la mise en œuvre d'outils d'interopérabilité pour toutes les composantes : espèces, communautés,

→

→ habitats, écosystèmes, aspects socio-économiques et humains. Ces outils relèvent des TGIR à cause des moyens devant être mis en œuvre. Il existe déjà un Système d'information nature et paysage (SINP) qui se développe fortement sous l'égide du ministère de l'Écologie et en coordination avec l'Observatoire national de la biodiversité (ONB), mais ces deux structures ne répondent qu'à une partie du problème (www.naturefrance.fr), tout comme la nouvelle organisation « e-RECOLNAT » qui s'intéresse aux collections et à leur mise à disposition informatique. On



pourrait ainsi énumérer plusieurs initiatives aujourd'hui disjointes, ce qui fait d'autant plus regretter que le projet porté par la Fondation pour la recherche sur la biodiversité (FRB) sous le nom d'Ecoscope n'ait pu voir le jour, assassiné par ceux qui craignaient pour leur indépendance. Pourtant la notion de base était de créer une structure chapeau fédérale, où chacun aurait conservé une certaine autonomie tout en permettant à l'ensemble d'être plus visible et mieux financé. En outre, cette structure aurait travaillé à l'amélioration de la normalisation des protocoles et de la mise à disposition des données.

La bonne gestion de la biodiversité et des écosystèmes nécessite au plus haut point de prendre en compte les connaissances naturalistes et humaines. Il est intéressant de pouvoir observer l'évolution de ces deux types de paramètres dans des contextes au départ précis et bien connus. C'est le principe des observatoires « homme-milieu » (OHM) mis en place dans le cadre du CNRS par le département EDD puis développer par l'INEE (www.cnrs.fr/inee/outils/ohm.htm). Les OHM travaillent sur les interactions directes et réciproques homme-nature et se doivent de mettre en place des outils d'observation, de stockage pérenne et d'interopérabilité des données ainsi que d'expérimentation et de modélisation. Il est indispensable que cette initiative débouche vers une intégration à la démarche TGIR pour l'écologie.

Ce portrait très rapide et très incomplet des TGIR en biodiversité et écologie montre que l'opiniâtreté et la qualité du travail des personnels portent des fruits intéressants. Mais il faut aller plus loin dans la mutualisation, pour exister vis-à-vis des disciplines agissant depuis toujours dans le domaine des TGIR.

Pour réellement progresser, l'écologie doit mobiliser des financements importants et ne pas recevoir ce qui reste quand tout le monde est servi. Ses TGIR doivent être très interdisciplinaires, intégrant tous les domaines de la science, y compris sociale et humaine, comme en témoigne le succès des OHM ou des lieux présentant des caractéristiques particulières, comme le Lautaret et les Nouragues. Ils doivent être portés par des chercheurs de très haut niveau comme le montre la très belle réussite de Moulis. Enfin, ils doivent pouvoir continuer leur développement dans un cadre européen et pour cela être réellement financés dans la durée, ce qui est loin d'être le cas. Comme pour tout TGIR, la rupture des financements pose des problèmes pour développer les programmes internationaux qui sont forcément de longue durée.

Enfin, il faut que ces TGIR aient leur autonomie et ne dépendent ni des sciences de la vie et de la santé (où la santé domine), ni des sciences de l'univers. Pour cela l'écologie, avec sa composante biodiversité, doit aujourd'hui être considérée comme un champ scientifique autonome, adulte et reconnu, qui emprunte aux autres disciplines les concepts et les outils les plus en pointe, tout en leur fournissant en retour des idées de recherche. Pour que cette autonomie soit réelle, il faut que ses acteurs se regroupent en s'ouvrant à l'Europe pour des actions communes, comme cela a été le cas avec ANAEE. Il faut qu'au CNRS, l'INEE soit pérennisé, renforcé dans ses composantes disciplinaires et correctement soutenu sur le plan humain et financier, au risque de voir ses thématiques de recherche aller ailleurs pour le plus grand malheur du CNRS. ■

Bernard Delay

débats • stratégies • opinions • dossiers • actions

VRS

La Vie de la recherche scientifique



ÉTATS GÉNÉRAUX DE LA RECHERCHE
L'EUROPE ET LA RECHERCHE
LA PROTECTION SOCIALE
LA RECHERCHE TRAHIE
ÉVALUATION SCIENTIFIQUE ET COMITÉ NATIONAL
ÉTATS GÉNÉRAUX DE LA RECHERCHE
L'EUROPE ET LA RECHERCHE
LA PROTECTION SOCIALE

La Vie de la recherche scientifique (VRS) explore les grandes questions scientifiques et politiques en lien avec les préoccupations de la société et des mouvements sociaux. Retrouvez au fil des dossiers les grands sujets qui sont au cœur de vos interrogations et de vos exigences



ABONNEMENT ANNUEL • 4 NUMÉROS PAR AN

INDIVIDUEL : 25 € • INSTITUTIONNEL : 50 €

REVUE ÉDITÉE PAR LE SYNDICAT NATIONAL DES CHERCHEURS SCIENTIFIQUES (SNCS-FSU)

INSTITUTION :

NOM :

PRÉNOM :

Adresse :

Courriel :

Tél. :

Télécopie :

Mobile :

Dom. :

Abonnement à compléter et à renvoyer avec votre règlement au : Syndicat national des chercheurs scientifiques (SNCS-FSU), 1, place Aristide-Briand, 92195 Meudon Cedex.

Tél. : 01 45 07 58 70, Télécopie : 01 45 07 58 51, Courriel : sncs@snrs-telrevue.fr, Site Web : www.snrs.fr

RÉGIE PUBLICITAIRE : COM D'HABITUDE PUBLICITÉ, TÉL. : 05 55 24 14 03/06 19 94 66 85

TÉLESCOPES INTERNATIONAUX

L'astronomie voit plus grand pour explorer plus loin

Les progrès réalisés par l'astronomie doivent beaucoup aux télescopes au sol et aux instruments embarqués à bord de satellites. Ces très grands instruments gérés à l'échelle mondiale ont permis des découvertes majeures, mais les moyens humains et financiers mobilisés et le devenir des « anciens grands instruments » posent question.

Xavier Delfosse¹, Claudine Kahane²

1. Astronome. 2. Professeur. Membres de l'Institut de planétologie et d'astrophysique de l'université Joseph Fourier de Grenoble, syndiqués au SNESUP.

Les progrès réalisés par l'astronomie mondiale depuis une cinquantaine d'années doivent beaucoup aux très grands instruments – télescopes au sol de 2 mètres et plus et instruments embarqués à bord de satellites. Les exemples d'avancées majeures fourmillent : découverte de dizaines de molécules organiques dans l'espace interstellaire et de centaines de planètes extrasolaires, observation d'étoiles en formation et de galaxies anciennes, cartographie des grandes structures de l'univers et du rayonnement fossile du Big Bang...

Ces avancées justifient largement les moyens investis. Elles renforcent la nécessité, pour les astronomes, de partager leurs résultats avec le « grand public ». Son engouement récent pour la découverte du boson de Higgs

est d'ailleurs une belle démonstration de son attente en la matière.

La course vers des télescopes de plus en plus grands est principalement motivée par l'augmentation de la taille de la surface collectrice (appelée miroir en optique ou antenne en radioastronomie) ; cette propriété a un effet direct sur la « résolution » du télescope (capacité à distinguer des détails de petite taille) et sur sa sensibilité (capacité à capter des signaux en provenance de sources peu intenses). Chaque nouvelle génération de télescope s'accompagne aussi de l'installation d'une instrumentation plus performante, éventuellement plus spécialisée, et parfois même de la mise en œuvre de concepts totalement nouveaux qui apportent de véritables révolutions dans les possibilités d'observation.

→



© ALMA (ESO/NAO/JNRAO), W. GARNIER (ALMA)



→ Des idées de départ aux premières observations (la « première lumière »), il s'écoule facilement quinze à vingt ans. Les projets s'élaborent donc sur des échelles de temps de l'ordre de la moitié d'une vie scientifique d'astronome. Pour l'astronomie « au sol », les sites dont les conditions sont les plus propices (climat, altitude, configuration...) à l'installation de grands télescopes sont rares à la surface du globe. Ils regroupent, le plus souvent, de nombreux instruments.

Gestion internationale

De telles contraintes financières, scientifiques, technologiques, voire géographiques et politiques, imposent une gestion internationale des grands instruments. L'Observatoire européen austral (ESO) présente un exemple assez remarquable de coopération qui a permis la réalisation des plus grands télescopes optiques actuellement en service (cf. encadré). En radioastronomie, les plus grands projets

sont désormais gérés à l'échelle mondiale, à l'instar d'ALMA en construction au Chili. Situé dans l'un des sites les plus arides de la planète, ce gigantesque réseau de 66 antennes est sous la responsabilité d'une collaboration internationale, qui rassemble l'Europe (gérée par l'ESO), les États-Unis, le Canada, le Japon, Taiwan et le Chili.

Questions en suspens

Malgré les coupes budgétaires que connaissent actuellement la plupart des budgets scientifiques, ces projets sont encore épargnés, notamment en raison des engagements internationaux qu'ils supposent et qui garantissent une certaine pérennité. La vigilance reste de mise : nous ne sommes pas à l'abri de désengagements massifs – tels ceux de la Grande-Bretagne à l'époque Thatcher.

MOYENS HUMAINS

Sur ce plan, le paysage est beaucoup plus sombre. Les personnels techniques disposent le plus souvent d'un statut permanent, mais le caractère international des instituts gestionnaires des grands instruments crée parfois de fortes incertitudes sur le droit du travail en vigueur. Et ces grands instruments emploient des armées de scientifiques précaires, notamment des postdocs. En France, où les possibilités de recruter des chercheurs permanents existent plus qu'ailleurs, il s'agit d'obtenir, du CNRS et du Conseil national des astronomes et physiciens (CNAP), le maintien d'affichages de postes liés aux grands instruments. Cette bataille importante doit être gagnée !

RECYCLAGE DES « TÉLESCOPES DE CLASSE MOYENNE »

La communauté scientifique est régulièrement confrontée à la question du « recyclage » ou de la fermeture des anciens grands

OBSERVATOIRE EUROPÉEN AUSTRAL

Des télescopes européens au milieu du désert chilien

L'Observatoire européen austral (ESO) met à la disposition des astronomes des pays membres (1) ses télescopes situés au Chili (2). Ces installations scientifiques de pointe sont réparties sur trois sites exceptionnels dans le désert de l'Atacama. Elles sont financées par les contributions annuelles des États membres qui s'élèvent à environ 143 millions d'euros. L'ESO, qui emploie quelque 730 personnes, participe également à des collaborations internationales. ■

1. Quatorze pays européens (Allemagne, Autriche, Belgique, Danemark, Espagne, Finlande, France, Italie, Pays-Bas, Portugal, Tchéquie, Royaume-Uni, Suède, Suisse) et le Brésil.
2. Selon ses missions définies en 1962 : cf. www.eso.org

OBSERVATOIRE DE HAUTE-PROVENCE

« Mes folles nuits avec Sophie »

Ce témoignage sur mes observations réalisées grâce au spectrographe Sophie de l'Observatoire de Haute-Provence est révélateur de la qualité de l'environnement matériel et de l'assistance technique des télescopes français (1). Des conditions indispensables à des recherches de pointe, que seule une politique nationale sur le long terme peut garantir.

Le spectrographe Sophie est installé au foyer du télescope de 1 m 93. Après quelques nuits d'observation, je me lève à 14 heures dans le bâtiment réservé aux astronomes visiteurs. Petit déjeuner en solo : je suis l'unique observateur cette semaine. Vers 15 heures, je rejoins le télescope, situé à cinq minutes de marche. La salle d'observation est meublée d'une bonne vingtaine d'écrans d'ordinateur. J'y retrouve parfois des techniciens qui effectuent la maintenance. Parfois, j'y suis seul.

Je m'installe au poste de travail de l'observateur, où je pilote le spectrographe depuis un ordinateur. Les poses de calibration me prennent une heure, puis je prépare la nuit en établissant le programme. Le temps du télescope est précieux : il ne faudra pas perdre une minute de la nuit ! Notre équipe a convaincu le comité des programmes de lui allouer 80 nuits par semestre pour découvrir des planètes extrasolaires (exoplanète). Ce type de programme exploratoire ne peut pas être mené sur les très grands télescopes. La France, qui a réussi pour l'instant à sauvegarder ses télescopes de plus petites tailles et les a équipés de spectrographes de pointe, occupe une position de premier plan mondial dans ces recherches.

Vers 17 heures, je vais manger un plateau-repas qui m'attend au bâtiment des visiteurs. Une heure avant le début de la nuit, je retrouve l'opérateur de télescope qui travaille typiquement quatre ou cinq nuits d'affilée. Il ouvre la coupole, teste les moteurs du télescope, allume la caméra de guidage et la règle : il connaît par cœur son télescope. Puis la nuit démarre et devient routinière... L'opérateur pointe la première étoile et la centre, je lance l'intégration de 15 à 30 minutes. Puis le détecteur CCD est lu et les données sont automatiquement analysées en ligne pendant le pointage de l'étoile suivante. Notre « vie de couple », ponctuée de quelques discussions durant les longs temps de pose, se poursuivra ainsi jusqu'à 7 heures du matin. En se quittant, on ne se dit pas « à demain », mais « à la nuit prochaine » ! ■ X. D.

1. Le Spectrographe pour l'observation des phénomènes des intérieurs stellaires et des exoplanètes (Sophie) sépare la lumière entrante selon sa longueur d'onde et enregistre le spectre résultant dans un détecteur CCD. Il est un instrument parmi les plus précis au monde dans sa niche scientifique.

télescopes, devenus « télescopes de classe moyenne ». Plus faciles et plus directs d'accès que les très grands instruments, ils jouent un rôle important dans la formation des jeunes chercheurs et permettent la réalisation de projets « de longue haleine » (cf. l'encadré « Mes folles nuits avec Sophie »).

Conserver ces instruments s'avère nécessaire, mais leur coût de fonctionnement se trouve le plus souvent reporté à une échelle nationale, voire régionale, et les arbitrages financiers sont toujours délicats. Ils se retrouvent en concurrence avec d'autres projets scientifiques, notamment lors des appels à projets types ANR (cf. « Une autre façon de répartir le travail des collègues et les moyens

financiers : l'exemple de l'astronomie », *Le SNESUP* n° 601, janvier 2012).

L'utilisation par l'astronomie d'instruments de plus en plus grands et coûteux gérés à l'échelle internationale est partagée par d'autres domaines scientifiques qui recourent à des équipements « lourds » – physique des particules, sciences de la Terre et de l'atmosphère, océanographie, biologie... Toute ressemblance avec des constats et des interrogations réellement vécus par nos collègues biologistes, océanographes ou physiciens serait donc préméditée et certainement transposable ! ■

Xavier Delfosse, Claudine Kahane

LA TERRE VUE DE L'ESPACE

Des observations par satellite pour comprendre notre environnement terrestre

L'observation de la Terre depuis l'espace contribue à fournir, grâce aux capteurs embarqués sur satellites, une vision toujours plus détaillée de notre environnement. Couplées aux données recueillies *in situ*, ces observations permettent de mieux comprendre ses transformations. Priorité absolue, la pérennité de ces mesures n'est malheureusement pas acquise aujourd'hui.

Gilles Bergametti

Directeur de recherche CNRS.

La planète Terre est un système complexe au sein duquel les espèces présentes (chimiques, biologiques...), les processus actifs et les paramètres impliqués sont très nombreux. Les différentes échelles de temps et d'espace concernées s'étendent de quelques fractions de seconde à plusieurs dizaines de millions d'années, et de l'atome à l'ensemble de la planète en passant par l'échelle de la parcelle. Cet environnement complexe est profondément modifié par les activités anthropiques au travers des rejets qu'elles produisent, des transformations de paysages qu'elles engendrent, et de l'exploitation de ressources non renouvelables qu'elles génèrent.

Dans ce contexte, l'observation de la Terre depuis l'espace est un des outils essentiels pour comprendre le fonctionnement et suivre les évolutions du système Terre. Au cours des quarante dernières années, les capteurs embarqués sur satellites ont transformé notre vision de la Terre par leur capacité à documenter des paramètres clés à l'échelle globale, souvent avec des fréquences de mise à jour importantes. Cela a été le cas en météorologie avec les apports déterminants des satellites à vocation opérationnelle. Puis se sont mises en place – en particulier grâce aux scientifiques français et au CNES – des observations très fines du niveau de la mer et des champs magnétiques et gravimétriques, puis des propriétés des aérosols et des nuages, des cartographies de la végétation et bien

d'autres grandeurs. Ces observations ont contribué à fournir une vision toujours plus complète et détaillée de notre environnement. Au cours de ces années, le rôle au sein du dispositif de recherche des données d'observation de la Terre depuis l'espace a profondément évolué, passant du statut de données « complémentaires » à celui de contributeur indispensable aux systèmes d'observation de l'environnement terrestre.

Rôle de l'activité anthropique

Depuis plusieurs décennies, les divers milieux subissent des évolutions significatives. En particulier, en raison des conséquences des activités anthropiques. Compte tenu du rapport entre l'intensité de ces changements et l'amplitude de la variabilité naturelle du système, dégager ces tendances d'évolution nécessite d'effectuer des observations sur des périodes au moins pluridécennales. Inscrites dans la longue durée, ces observations doivent se limiter à quelques paramètres clés, fortement indicateurs de l'état de la planète – niveau et couleur de la mer, extension de la glace de mer, salinité, contenu atmosphérique en gaz à effet de serre, champ magnétique, état de la végétation...

Conduites au niveau européen ou en partenariat plurilatéral, certaines missions en cours ou décidées (SMOS, SWARM, GOCE, SARAL/ALTIKA, CRYOSAT 2...) mesureront certains de ces paramètres dans les prochaines années. Pour être pertinente, cette continuité des

mesures implique d'y associer des capacités importantes d'archivage, d'interétalonnage, de qualité-assurance et de réanalyses des données. Priorité absolue, la pérennité de ces mesures n'est malheureusement pas acquise aujourd'hui, bien que des initiatives internationales existantes puissent y contribuer.

Observer les échelles « régionales »

Un intérêt particulier est actuellement porté aux échelles « régionales » et aux interfaces entre milieux. Ce besoin de focaliser les observations sur des approches régionales à haute fréquence de revisite traduit la volonté de mieux documenter les échelles intermédiaires, celles qui permettent de faire plus facilement le lien entre les processus fondamentaux et leurs implications géophysiques. Cette volonté d'étendre les observations à des échelles auxquelles l'évaluation des impacts est le plus directement en lien avec les politiques publiques traduit le souci d'apporter des éléments de réponse mieux contraints pour une gestion optimale de l'environnement et des risques. Il faut aussi y lire le souhait de disposer d'observations qui facilitent les transferts d'échelles, problème récurrent et souvent mal résolu dans les sciences de la Terre.

Combiner données spatiales et observations *in situ*

Bien qu'essentielles à notre compréhension du fonctionnement du système terrestre, les observations depuis l'espace ne sont pas les seules sources d'information disponible : sur Terre, l'observation *in situ* est très souvent organisée en réseaux, le plus fréquemment internationaux. Certaines de ces données sont ensuite, en combinaison avec les données spatiales, analysées ou assimilées dans des modèles pour produire une information spatialement et temporellement homogène.

Ces démarches demeurent trop rares et limitées à quelques domaines dans lesquels la dimension opérationnelle des services associés a favorisé cette intégration des sources de données – comme la météorologie. Des systèmes de même nature sont aujourd'hui en train de se mettre en place pour l'environnement et les risques dans un cadre international assez fortement défini.



© SERGEJ KHACKMULIN/FOTOLIA.COM

La communauté française a de nombreux atouts en ce domaine : elle a été précurseur au niveau européen dans la mise en place de services d'observations à vocation recherche, de réseaux opérationnels de surveillance de la qualité de l'air, de l'eau et des risques volcaniques et sismiques. Elle a joué un rôle majeur dans le développement de l'observation spatiale avec des outils innovants de grande qualité comme l'altimétrie, la gravimétrie ou la filière Spot. Elle a été très en avance dans le développement de systèmes opérationnels couplant les divers systèmes d'observations avec des modèles numériques comme en océanographie ou pour la qualité de l'air.

L'observation spatiale doit jouer pleinement son rôle dans ce cadre. Cela supposera de mener une réflexion approfondie sur l'ensemble des missions spatiales concernées et sur la façon, sans doute différente, d'envisager les partenariats dans un système d'observation spatial partagé au niveau international. La dimension opérationnelle de ces systèmes doit également conduire à réfléchir à la pérennisation des services et donc aux sources de données qui y concourent, aux besoins de temps réel et à la fiabilité des centres de données. Enfin, jouer pleinement son rôle dans le développement de ces observatoires suppose de participer à la définition des systèmes à même de combiner les diverses sources d'information. Il y a là, à la fois un enjeu scientifique et une responsabilité sociétale pour les acteurs concernés. ■

Gilles Bergametti

LES GENOPOLES

Au-delà du séquençage du génome

Les Genopoles ont permis à la France de relever les défis de la biologie moléculaire et génétique dite à grande échelle. Conçus comme des écosystèmes favorables aux échanges sur un même site de laboratoires académiques, d'entreprises innovantes et de services, ils créent des emplois pour les doctorants. Aujourd'hui leurs ambitions s'élargissent aux objets de recherche allant du plancton aux biomatériaux en passant par la métabolomique.

Pierre Tambourin

Directeur général de Genopole.

Les Genopoles sont nés d'une ambition scientifique (le séquençage du génome humain), et d'une rupture méthodologique – l'apparition et le développement de la biologie dite « à grande échelle » –, le tout lancé par une association caritative, l'AFM, et soutenu puis repris par l'État.

Les techniques de séquençage de l'ADN sont nées dans les années 1970 – pour cette technologie et celle concernant le séquençage des protéines, Frederick Sanger a reçu deux prix Nobel. Elles permettaient de déterminer la séquence de tout petits fragments d'ADN (500 à 1 000 paires de bases), et donc de travailler sur des virus ou des fragments de génomes humains de très petite taille.

Le séquençage du génome humain total (3 milliards de paires de bases) paraissait hors de portée. En 1993, les calculs démontraient qu'au rythme des techniques connues, l'échéance se situerait en 2030, à condition que tous les laboratoires du monde concernés s'unissent dans cet effort.

La biologie à grande échelle

La révolution méthodologique est venue d'une idée assez simple. Prenant en compte le côté répétitif des gestes techniques, des chercheurs, comme Leroy Hood aux États-Unis et Daniel Cohen en France, ont eu l'idée d'automatiser ces opérations en s'appuyant sur des robots conçus à cet effet et en introduisant une bioinformatique poussée dans la gestion des procédés, le stockage et l'exploitation des

données produites. La biologie dite à grande échelle naissait. Cette évolution allait modifier considérablement la pratique dans ces recherches et donner naissance à un nouveau domaine scientifique : la génomique, ou science des génomes.

En France, l'AFM, une grande association de malades myopathes, décida, à la fin des années 1980, d'investir massivement dans la recherche fondamentale génomique. À l'époque, du fait de la méconnaissance du génome humain, la caractérisation d'un seul gène à l'origine d'une pathologie était particulièrement laborieuse et très longue. L'AFM réalisa que la connaissance du génome humain accélérerait considérablement la découverte de ces gènes, qui pourraient ensuite être utilisés comme « gène médicament » (thérapie génique). Par ailleurs, connaître le gène d'une maladie génétique et ses anomalies peut faciliter la recherche des mécanismes impliqués, et donc conduire éventuellement à la découverte de médicaments classiques.

L'AFM a eu la sagesse de recruter des chercheurs de haut niveau du secteur public : Daniel Cohen (PU-PH, directeur du CEPHE), Jean Weissenbach et Charles Auffray (directeurs de recherche CNRS) et de les doter d'une force de frappe considérable – plusieurs dizaines de chercheurs, ingénieurs et techniciens. Grâce au financement du Téléthon, l'AFM mit en place trois grands programmes, qui tous utilisaient des technologies de la biologie à grande échelle pour obtenir une cartographie génétique et

physique du génome, ainsi qu'une carte d'expression des ARN messagers ou transcriptomiques (ARN produits lors du processus de transcription d'un génome).

En deux ans, la France s'est positionnée au premier rang des nations dans le monde en génomique, et Jean Weissenbach fut, pendant plusieurs années, le scientifique le plus cité au monde pour ses résultats.

La connaissance des cartes physiques et génétiques du génome et l'utilisation de ces nouvelles technologies allaient accélérer considérablement, dans le monde, le développement du programme séquençage du génome humain.

Le programme national de génomique

En 1995, l'AFM décide d'arrêter ses recherches et demande à l'État s'il est intéressé par la reprise de ses programmes de recherche fondamentale, à une époque où l'on parlait déjà de réduction du nombre de postes – l'AFM souhaitait s'orienter vers l'exploitation des résultats obtenus et aborder l'approche thérapeutique des maladies génétiques rares.

L'arrivée de Claude Allègre au ministère de la Recherche a permis d'accélérer la création de deux groupements d'intérêt public (GIP). L'un consacré au séquençage du génome humain et d'autres espèces : le Centre national de séquençage (CNS ou Genoscope). L'autre, le Centre national de génotypage (CNG), avec comme mission de rechercher les gènes des maladies génétiques rares ou les gènes de prédisposition aux maladies fréquentes – nous sommes tous inégaux face aux maladies fréquentes : cette inégalité est en partie liée à ce que l'on appelle l'environnement et aux différences génétiques entre individus.

→

→ Les deux grands laboratoires CNS/CNG s'installent à Évry, à proximité du laboratoire Généthon de l'AFM. À la demande de la communauté scientifique, le gouvernement accepte alors de lancer un programme national de génomique et la création de Genopoles en France, dont le but essentiel était de doter rapidement les grands centres de recherche publique d'une organisation permettant le développement, dans les laboratoires académiques, des pratiques de la biologie à grande échelle pour l'ADN, mais aussi pour les protéines (protéomiques).

Le Genopole d'Évry reçut une mission complémentaire, celle de créer des entreprises de haute technologie en biologie (*start-up*), issues de la recherche académique, et susceptibles de transformer en médicaments, ou en produits commercialisables, les résultats de la recherche.

La France avait un retard considérable dans le domaine des biotechnologies, en particulier par rapport aux États-Unis qui furent les premiers à produire des médicaments aussi précieux que l'insuline, l'hormone de croissance ou l'érythropoïétine (hormone stimulant la production des globules rouges dans la moelle osseuse) par des technologies issues du vivant, et cela dès les années 1980. L'industrie du médicament était, jusque-là, une industrie de la chimie, donc de molécules simples. Le virage biotechnologique pris par les États-Unis, puis par l'Angleterre, l'Europe du Nord et l'Allemagne ne fut lancé qu'à la fin des années 1990 en France.

Dotés de moyens financiers autonomes et de quelques postes, les Genopoles constituaient une forme de grand instrument qui ont permis à la France de la biologie d'affronter la médecine moléculaire et génétique dans de bonnes conditions.

Aujourd'hui, ces technologies se sont banalisées et les équipements mis en place ont été intégrés dans les structures pérennes des grands organismes de recherche qui les ont transformés en plates-formes de services régionales ou locales.

Seul le Genopole d'Évry reste un projet de développement scientifique et industriel innovant, grâce à la présence du CNS et du CNG (intégrés entre-temps au CEA-Institut de Génomique), de vingt laboratoires, de l'université, des organismes, de plus de 70 entreprises de biotechnologie et de plates-formes originales de site.



© CNRS PHOTOTHÈQUE/CHRISTOPHE LEBEDINSKY

Genopoles et organismes de recherche

Les Genopoles ont été créées parce que l'AFM a pu d'abord démontrer la pertinence de ces nouvelles approches. Il n'était pas dans la culture du CNRS ou de l'INSERM, ni d'ailleurs dans leur possibilité, de mettre en place de grands instruments de ce type en biologie. Au CNRS, les grands instruments sont essentiellement ceux de la physique et des sciences de l'univers, de taille telle qu'il faut les penser au plan international. Alors que les instruments de la biologie sont évidemment de taille plus modeste – par exemple, les animaleries.

Seul l'INRA a, par tradition, une politique de grands instruments pour ces approches que sont les stations expérimentales destinées à des expériences à long terme sur diverses problématiques. L'INRA a traditionnellement un corps d'ingénieurs et de techniciens spécialisés dans le développement de ces plates-formes de travail.

En Angleterre, le Sanger Center existait déjà depuis plusieurs années, grâce à la Wellcome Fondation, quand la France s'est lancée dans la création du CNS et du CNG. Peu de pays en Europe ont pu répondre aux enjeux du séquençage du génome humain, alors que les centres de séquençage aux États-Unis se sont rapidement développés, à la fois en nombre et en taille.

La participation au décodage du génome humain

Grâce aux efforts réalisés en 1997-1998, la France a pu jouer un rôle modeste, mais notable dans le séquençage du génome humain. Elle a accompli sa mission : séquencer entièrement le chromosome 19 (chromosome

de petite taille : 100 millions de paires de bases, soit 3 % du génome), en respectant les délais fixés par le programme mondial, et avec un résultat de très grande qualité. Compte tenu des moyens mis en place, ce résultat est exceptionnel comparé à l'Angleterre et aux États-Unis, où l'essentiel du travail a été fait.

Pour situer les enjeux aujourd'hui dans le monde, le gouvernement chinois a récemment créé le Beijing Genomic Institute. Disposant de succursales dans différents pays du monde, cet institut regroupe près de 3 000 personnes. Face à un tel investissement, même les États-Unis ont un peu de mal à suivre le rythme...

Aujourd'hui, le CNS participe à de grands programmes d'importance mondiale, comme le projet TARA Oceans, qui vise à séquencer des échantillons de planctons marins prélevés dans différentes régions du monde, afin de suivre l'évolution de ces milieux complexes. Le plancton joue un rôle essentiel dans l'équilibre de la biosphère, et le réchauffement climatique risque de modifier en profondeur les équilibres dans ce milieu. Le CNS reste également au service de la communauté scientifique nationale pour les grands projets de séquençage.

Impact régional du Genepole

Genopole a pu se développer à Évry grâce au soutien de l'État, resté constant au cours du temps (ce qui est à noter) et au soutien très important de la région Île-de-France, du conseil général de l'Essonne et de la communauté d'agglomération d'Évry. Là où il y avait 200 emplois consacrés à la biologie, Genopole affiche plus de 2 000 emplois directs, ce qui entraîne, d'après les experts, la création de près de 6 000 emplois indirects.

L'opération Genopole a permis aussi de renforcer fortement l'université d'Évry, par l'arrivée de laboratoires académiques de l'INSERM, du CEA, de l'INRA et du CNRS, intéressés par les technologies de séquençage et de génotypage.

Aujourd'hui, Genopole regroupe 20 unités de recherche. Sans cette opération, il n'est pas certain que l'université d'Évry, en grande difficulté dans les années 1995-1997, serait encore existante aujourd'hui. Pour une ville comme Évry, Genopole a représenté un élément essentiel de son développement. Il a généré des emplois, mais surtout une image de la recherche associée à de grands progrès thérapeutiques et des résultats en recherche fondamentale.

Le projet Genopole a préfiguré l'initiative du gouvernement prise en 2004-2005 de créer des pôles de compétitivité, puisque son principe fondateur est de réunir, en un même site, chercheurs académiques, jeunes entreprises innovantes issues de la recherche académique (le plus souvent), entreprises de services, constituant un écosystème favorable à l'économie de la connaissance.

L'activité de ces entreprises innovantes est de la recherche pour plus des deux tiers (70 % de leur temps). Leur présence et leur développement enrichit localement le dispositif de recherche et crée des emplois pour les doctorants, en beaucoup plus grande proportion que ce que l'on trouve dans les grands groupes.

Le rôle de Genopole n'est pas de se substituer aux organismes et aux alliances. Il est de construire cet écosystème et de le faire vivre, en favorisant collaborations et échanges. Genopole accompagne les nouvelles orientations scientifiques de l'université dans les domaines des sciences du vivant, ou de l'AFM, ou des grands organismes.

L'avenir du Genopole

Lancé dans le domaine de la génomique, Genopole se caractérise aujourd'hui par de nouvelles ambitions : les cellules souches pluripotentes humaines, la chirurgie génétique (thérapie génique au sens large), la biologie de synthèse, un pôle de recherche végétale autour de l'Unité de recherche en génomique végétale (URGV) de l'INRA, et des axes en émergence autour des biomatériaux et de la métabolomique – science très récente qui étudie les métabolites : sucres, acides aminés, acides gras...

La construction d'un hôpital à proximité même des laboratoires et des entreprises conduira naturellement à développer, sur le site, un ensemble de nouveaux laboratoires – bioproduction, recherche clinique et translationnelle. Cela permettra d'aller du laboratoire de recherche le plus fondamental jusqu'au lit du malade, dans un processus d'échange et d'itération permettant à chacun de s'enrichir grâce à la présence des autres.

Dans les dix ans, Évry devrait devenir l'un des sites au monde où seront traités les malades atteints de maladies génétiques rares, jusque-là incurables, et des pathologies complexes, en particulier dans le domaine de la médecine régénérative. ■

Pierre Tambourin

GEORGES GUELLAËN

PROFESSEUR DES UNIVERSITÉS-PRATICIEN
HOSPITALIER, DIRECTEUR DE L'INSTITUT MONDOR
DE RECHERCHE BIOMÉDICALE

«Nos plateformes biomédicales requièrent un travail d'équipe de grande ampleur»

En recherche biomédicale, les grands instruments mettent en relation de gros appareils et des bases de données faisant appel à la bio-informatique. Les plates-formes technologiques de l'Institut Mondor de recherche biomédicale sont dédiées à la génomique, à l'imagerie et à la caractérisation de particules par défilement à grande vitesse suivi par un laser (cytométrie en flux).

L'Institut Mondor de recherche biomédicale regroupe 15 équipes mixtes INSERM-Université Paris-Est Créteil Val-de-Marne. Répartis au sein de deux pôles (1), ses quatre cents collaborateurs recherchent les causes des maladies de nature génétique, métabolique, cancéreuse ou d'origine virale, et travaillent sur de nouvelles stratégies pharmacologiques à visées thérapeutiques et le développement de biothérapies géniques et cellulaires. Au centre d'un pôle de santé et de recherche clinique (2), cet institut s'est doté de grands instruments : une plateforme de microscopie à force atomique dédiée à la biomécanique cellulaire (*cf. encadré*), une plateforme de tri cellulaire, de grand séquençage, et une plateforme d'immuno-monitoring pour la recherche vaccinale.

Plateforme de tri cellulaire

Elle regroupe un potentiel à haute capacité, avec un trieur de cellules et un analyseur. À la disposition des équipes du site, elle accueille également des équipes extérieures.

ORIGINE DU GRAND SÉQUENÇAGE

Nous sommes partis d'une plateforme existante classique que l'on a dotée d'un grand équipement (3) qui permet de faire du séquen-

çage nouvelle génération à une tout autre échelle qu'auparavant. Cette plateforme en cours de développement pourra séquencer les génomes complets, et analyser le transcriptome, la carte des ARN messagers (4)... Elle inclura quatre séquenceurs haut débit (5) dédiés selon leur type au médical ou au fondamental.

SAVOIR-FAIRE

Associé à ces équipements, il y a un ensemble de robotique pour la manipulation des échantillons, et en aval de l'analyse, un potentiel de bio-informatique pour le traitement de l'énorme flux des résultats issus des séquenceurs, avec les compétences spécifiques qui s'y rattachent.

FINANCEMENT

Il a été obtenu sur la base des projets de six équipes de l'institut, mais aussi d'équipes extérieures (6). L'hôpital n'a pas financé les équipements, mais il met des locaux et du personnel à la disposition de cette plateforme.

SPÉCIFICITÉS

D'autres plateformes de séquençage existent à Évry, à l'Institut Curie et à Pasteur. Mais la nôtre offre au Sud-est francilien un potentiel

d'analyse, notamment pour les génomes humains, animaux, bactériens, avec la double finalité médicale-fondamentale des machines dédiées. Sur le plan clinique, cela permet des analyses de génomes cellulaires. Par exemple, pour voir l'évolution du transcriptome d'une cellule au cours d'un traitement en cas de cancer.

Plateforme d'immuno-monitoring

Cette plateforme scientifique de haute technologie teste de nouveaux vaccins, permet de voir comment ils sont tolérés, et analyse les réponses immunitaires induites. Elle est ouverte à tout partenaire dont le projet est de développer un vaccin dans un domaine donné. Les essais cliniques gérés par cette plateforme

→

REDOUANE FODIL, INGÉNIEUR DE RECHERCHE À L'INSTITUT MONDOR DE RECHERCHE BIOMÉDICALE

« La microscopie à force atomique : un outil d'interface entre la biologie, la médecine, la mécanique et la physique »

À quoi sert la microscopie à force atomique ?

→ Redouane Fodil : L'objectif de cette technique d'imagerie est au départ de réaliser des analyses de surface. Une pointe de quelques dizaines de nanomètres de diamètre est approchée à faible distance de l'objet et l'on détermine la hauteur des aspérités en mesurant le déplacement vertical (à force constante) de cette pointe. Au-delà des formes nano et microscopiques, cette machine peut mesurer des forces à l'échelle du nanomètre (10^{-9} mètre) grâce à une pointe portée par un bras de levier souple (1) suivie par un laser.

Comment procéder à l'échelle de la cellule ?

→ La déformation du support de pointe renseigne sur la réponse mécanique de la cellule. Couplé à la machine, un microscope confocal (2) relève des coupes optiques

enregistrées par un photomultiplicateur, ce qui permettra de reconstruire les parties observées en trois dimensions en cours ou après des efforts mécaniques transmis par la pointe.

Qui utilise cette technique ?

→ Conçu pour la biologie, notre banc Atomic Force Microscopy (AFM) est l'un des premiers installés en France. Il intéresse des laboratoires extérieurs (3) qui viennent procéder à des mesures sur des modèles cellulaires spécifiques et des conditions biologiques contrôlées. Après une analyse détaillée des résultats obtenus (courbes de force et images en fluorescence), il faut mettre en relation les paramètres biologiques et mécaniques. Parmi les applications à incidence clinique, citons l'analyse de la surface du biofilm (4) d'une sonde d'intubation effectuée pour le service de réanimation de l'hôpital, ou pour l'Institut

Curie, l'étude de la distribution des rigidités du cortex lors de la division cellulaire des cellules HeLa (lignée cellulaire d'origine cancéreuse).

D'autres applications ?

→ Un autre banc est consacré à des mesures mécaniques sur des cultures de cellules. Notre banc AFM sert aussi à former des étudiants aux approches nanotechnologique et biomécanique cellulaire.

Et demain ?

→ Nous continuons à développer notre approche pour la caractérisation des propriétés mécaniques de la cellule, ce qui constitue une nouvelle lecture au travers de leurs propriétés mécaniques en lien avec l'organisation structurale. Une autre application majeure est la caractérisation des protéines de surface (5). Cet outil d'interface entre la biologie, la médecine, la mécanique et la physique a de l'avenir. ■

1. Cantilever en forme de poutre, muni à son extrémité, d'une sonde (pointe) de taille nanométrique. 2. Microscope optique donnant des images de très faible profondeur de champ (quelques centaines de nanomètres). 3. Institut Curie, Paris-Diderot, Université de Grenoble... 4. Communauté multicellulaire de micro-organismes. 5. On utilisera à cette fin des pointes fonctionnalisées pour des récepteurs spécifiques. Les affinités biochimiques vont engendrer une interaction cellulaire locale et les forces mises en jeu pourront être mesurées par AFM en utilisant des modèles moléculaires et cellulaires appropriés.

- portent actuellement sur des thérapies visant le virus du sida et celui des hépatites. D'autres applications, notamment l'immunologie de la transplantation, du cancer ou d'autres infections virales pourront être traitées.

COMMENT

Avec un pôle cellulaire et un pôle génomique, cette plateforme dotée de gros équipements permet de caractériser et d'étudier les fonctions des cellules ayant un rôle clé dans les réponses immunitaires (7). Elle analyse également toutes modifications de l'expression des gènes (8). À chaque fois, le séquenceur détecte 47 000 signes. Le IScan permet de signaler jusqu'à 225 millions de génotypes par jour.



© GÉRARD LAUTON

AVEC QUI

Elle travaille en connexion avec la plateforme de grand séquençage. Elle est reliée en haut débit avec un centre de Bordeaux pour la gestion de bases de données en bio-informatique.

Un immense travail d'équipe

Depuis la formulation des projets avec leurs instruments, en passant par le financement

multisource (9), jusqu'à leur acquisition, leur mise en route, leur opérabilité, leur capacité de traitement et leur maintenance, la somme des démarches à engager pour ces plateformes représente un travail d'équipe scientifique, technique et administratif de très grande ampleur. ■

Propos recueillis par Gérard Lauton

→ Notes/Références

www.imrb.u-pec.fr

1. Pôle régénération fonctionnelle et biothérapies et pôle génomique médicale.
2. Trois hôpitaux, un Centre d'investigation clinique généraliste et labellisé biothérapie, un Centre de ressource biologique, un Centre de recherches chirurgicales, l'unité de thérapie cellulaire de l'Établissement français du sang, et sept centres de référence maladies rares.
3. De 1,8 million d'euros financé en partie par la région (600 K€), l'université (400 K€) et par plusieurs organismes : Agence nationale de recherches sur le sida et les hépatites virales (200 K€), Fondation pour la recherche médicale (300 K€), INSERM (120 K€), Fondation fondamental (35 K€), Labex VRI Vaccine Research Institute (35 K€).
4. Molécules servant de matrice pour la synthèse des protéines.
5. Types « *Illumina* » et « *Roche* ».
6. BioGéoChimie et écologie des milieux continentaux, Laboratoire eau environnement et systèmes urbains, ville de Paris pour l'analyse de l'eau avec les génomes bactériens, Institut universitaire en santé mentale Douglas, école vétérinaire de Maisons-Alfort.
7. Cytomètres de flux multiparamétriques, lecteur Elispot et technologie Luminex.
8. Appareils d'extraction d'ARN, de dosage et de contrôle-qualité haut débit (96 échantillons/heure).
9. Cette plateforme entre dans le contrat d'objectifs signé par l'université avec l'Assistance publique des hôpitaux de Paris, l'INSERM, l'Agence nationale de recherches sur le sida et les hépatites virales, et l'Établissement français du sang.

EXPLORER L'HISTOIRE INTIME
DES OBJETS DU PATRIMOINE

Statuettes dans un faisceau de particules

Installé dans les sous-sols du palais du Louvre, AGLAÉ, un accélérateur de particules unique au monde, dévoile l'intimité des objets d'art. Ou comment, grâce à un concentré de technologies et de savoir-faire, mettre un faisceau de particules au service de l'art et de l'histoire.

Claire Pacheco

Responsable de l'Accélérateur grand Louvre pour l'analyse élémentaire (AGLAÉ).

Une statuette égyptienne arrivée au musée du Louvre dans les années 1930 intriguait les historiens de l'art. Pour s'assurer de son authenticité, une analyse de laboratoire a été demandée. Situé au sous-sol du palais du Louvre dans le Centre de recherche et de restauration des musées de France, AGLAÉ (1) a permis de révéler que la statuette était un faux. Dédié depuis plus de vingt ans à l'analyse du patrimoine, cet accélérateur de particules est unique au monde. Visite, avec Claire Pacheco, de ce lieu où les atomes des objets d'art dévoilent tout de leurs origines (2).

Équipe de spécialistes

AGLAÉ est un grand instrument que nous envie toute la communauté internationale. Il fonctionne grâce au savoir-faire d'une équipe de cinq personnes. Ingénieur machine, Brice Moignard s'occupe de la partie source, accélération et transport de faisceaux. Électronicien-informaticien, Laurent Pichon prend en charge le traitement du signal. Ingénieur en sciences des matériaux, Quentin Lemasson assure l'interface avec l'utilisateur concernant l'objet à analyser, et Thierry Guillou, assistant-ingénieur, s'occupe de la maintenance sous vide et de l'usinage. De profil sciences des matériaux, je suis responsable de l'équipe et de la machine.

Lieu de brassage

Le programme européen *Charisma* permet à des chercheurs européens et étrangers de



Depuis la salle de contrôle reliée à la machine, les opérateurs pilotent l'analyse en pointant exactement le faisceau sur la zone à analyser et collectent les résultats.

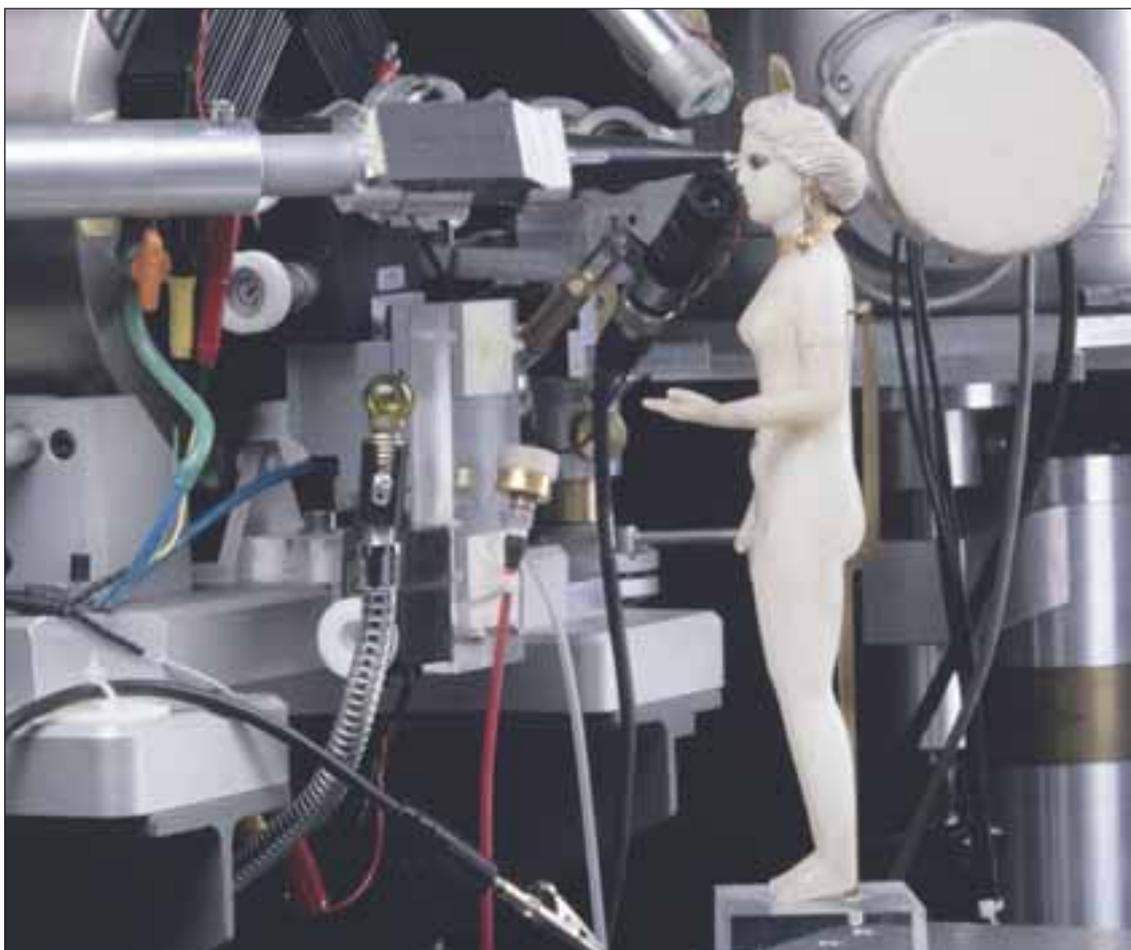
venir faire des analyses prises en charge par la Commission européenne (3). Grâce à ce réseau, nous brassons un grand nombre de partenaires et traitons des problématiques très diverses. Nous sommes ainsi un lieu de passage privilégié d'œuvres et de spécialistes – les objets vont du néolithique au xx^e siècle.

Mode d'emploi

Un faisceau d'ions chargés positivement (particules alpha ou protons) est constitué. Ce faisceau est filtré par un aimant, avant d'être injecté dans l'accélérateur. Cela requiert un vide extrêmement poussé.

Le phénomène d'accélération s'obtient au moyen d'un champ électrostatique, avec une tension terminale qui peut atteindre 2 millions de volts. Cela engendre un faisceau de protons, d'une vitesse d'environ 30 000 km/seconde, soit

→



© C2RMF/DOMINIQUE BAGAUT

À la sortie des lignes de faisceaux, Ishtar, déesse de l'amour et de la guerre, est prête à être irradiée, à des fins d'analyse.

→ un dixième de la vitesse de la lumière (4). Une fois accélérées sous vide, les particules rejoignent un aimant d'aiguillage d'où partent deux lignes de faisceaux sous vide (5) destinées à des modes d'analyse distincts (6).

D'environ 50 microns de diamètre, le faisceau extrait est alors focalisé vers l'objet. Après un court trajet dans l'air, le microfaisceau sortant du vide arrive sur l'échantillon et le pénètre en excitant ses atomes. Ces derniers émettent alors des rayonnements caractéristiques (7) qui sont captés par des détecteurs placés à proximité. Cela permet d'identifier l'atome et sa quantité (8), y compris s'il n'est présent que sous forme de traces ou s'il s'agit d'éléments légers.

Identification de l'objet

La moindre trace d'un élément trouvée sur l'objet peut être une signature géologique, ou bien caractériser l'histoire de cet objet, dès sa fabrication. Nous pouvons en savoir plus sur cet objet grâce à de puissantes bases de données enrichies par l'apport cumulatif d'analyses

de milliers d'objets. Bien l'identifier demande de nombreuses références. Ce qui fait notre richesse, c'est l'instrument, mais aussi la science apportée par les enregistrements dans la base de données. Les usagers de *Charisma* bénéficient de l'analyse, mais aussi de la comparabilité avec des références, ce qui permet d'établir, par exemple, un diagnostic d'authentification.

Concernant la statuette égyptienne, Isabelle Biron a pu démontrer que le verre de la figurine était opacifié avec des arsénates (sel d'arsenic). Une telle recette était inconnue à l'époque. Elle a aussi trouvé la présence de fluor en surface, qui doit être un résidu d'acide fluorhydrique utilisé pour dépolir le verre. À l'inverse, une autre analyse a montré que les yeux de la statuette d'Ishtar, considérés comme de la verroterie, étaient de véritables rubis !

Modernisation

L'avenir d'AGLAÉ est une version rénovée qui a été financée par un Équipex. Le projet consiste à stabiliser le faisceau en énergie et



© C2RMF

D'environ 30 m de long, la machine se compose de sources de particules (alpha et proton), d'un accélérateur électrostatique, d'un aimant d'analyse et de déviation qui alimente deux lignes de faisceaux.

en position, avec l'objectif d'automatiser la machine. AGLAÉ pourra ainsi fonctionner en continu toute la semaine, ce qui augmentera nos heures de faisceau. Les travaux seront organisés pour minimiser les arrêts de l'instrument, afin d'assurer les analyses demandées par des partenaires européens.

Un nouveau système d'acquisition de données est en cours d'installation, grâce à un soutien de la Ville de Paris. Il permettra d'étudier avec une très grande précision les peintures.

Actuellement, certains pigments peuvent changer de couleur sous l'action des faisceaux de particules (9). Difficile de restituer un Léonard de Vinci ou un Raphaël avec une teinte modifiée par endroits ! Ultime innovation : nous allons travailler en mode d'imagerie chimique

systématique, et non plus se cantonner à une analyse ponctuelle. Cela nous permettra de réaliser en temps réel une localisation spatiale des éléments : savoir au cours de l'analyse où se trouvent le calcium, le soufre, l'aluminium...

Compétences

Notre temps de faisceau se répartit entre le centre de recherche et l'activité de service (30 %), la maintenance et développement (25 %), et les chercheurs européens du programme *Charisma* (20 %). Le reste est consacré au groupement de développement instrumental, en lien avec des centres associés à l'Equipex New AGLAE localisés à Bordeaux, Rennes, Madrid, Grenoble, Paris.

Pour son fonctionnement quotidien, AGLAÉ nécessite de hautes compétences en mécanique, optique de faisceau, interaction ion-matière, mais aussi en traitement du signal, informatique, gestion de données, etc. Parce qu'elle est dédiée à l'analyse d'objets du patrimoine, cette machine et son équipe sont confrontées à des problématiques de sciences humaines et sociales qu'il faut « traduire » en sciences des matériaux avant toute analyse. AGLAÉ joue donc un rôle « pivot » dans cette discipline, à la fois outil en perpétuel développement et élément de base de réflexion pour les recherches à venir. ■

Propos recueillis par Gérard Lauton.

→ Notes/Références

1. Accélérateur grand Louvre pour l'analyse élémentaire (AGLAÉ).
2. Visite virtuelle sur : www.cnrs.fr/cw/dossiers/dosart/decouv/360/html/index.html
3. Ce programme finance les analyses, mais pas le transport des objets d'art destinés à l'analyse, ni l'assurance...
4. Cela permet de rester dans les lois de la physique classique, sans devoir recourir aux calculs de la physique relativiste du $E = MC^2$.
5. Vide réalisé par des pompes turbomoléculaires.
6. Chambre d'analyse sous vide, rayons X (matériaux fragiles), ou microfaisceaux à l'air. La ligne de faisceau développée par Joseph Salomon permet l'analyse d'objets directement dans l'air.
7. Rayons X, gamma et ionoluminescence.
8. La fluorescence X ne peut seule détecter les éléments légers (sodium, lithium...) vus par AGLAÉ.
9. Pour éviter cet écueil, on envoie moins de particules sur le tableau, quitte à multiplier le nombre de détecteurs en compensation.

De nouveaux champs de recherche à explorer

L'esclavage reste «impensable». Certes, la loi de 2001 reconnaissant la traite et l'esclavage en tant que «*crime contre l'humanité*» a contribué à renouveler la recherche. Et pourtant, les recherches sur l'esclavage colonial n'occupent toujours pas la place que son rôle dans la formation de la société française lui confère.

Françoise Vergès

Professeure associée au Center for Cultural Studies du Goldsmith College à l'Université de Londres, présidente du Comité pour la mémoire et l'histoire de l'esclavage.

La France fut l'une des grandes puissances négrières et esclavagistes européennes. L'esclavage colonial, imposé dans ses colonies des Amériques, des Caraïbes et de l'océan Indien du xv^e au xix^e siècle, a marqué son histoire. Pour comprendre son influence, une approche, qui mettrait en relation les mutations historiques au-delà des frontières nationales, est nécessaire. Cette approche, qui «dénationalise» les récits, montre que ces mutations peuvent répondre à des logiques qui ne sont pas seulement nationales, et relever de rivalités entre pays, de catastrophes naturelles, ou de découvertes technologiques ou scientifiques. Elle permet de resituer un événement aussi marquant que l'esclavage colonial dans une histoire dite «globale».

La France verrait alors ces siècles de son histoire réinscrits dans une histoire européenne et globale. L'histoire de ses colonies échapperait à la logique binaire «métropole/colonie» et s'inscrirait dans celle de leur région – Caraïbes, océan Indien, Amérique du Nord... L'esclavage colonial, qui dépendait de la traite dite «négrière», serait alors resitué dans la longue histoire de la colonisation et de l'économie, des migrations forcées et du travail.

«Impensable» figure de l'esclave

Longtemps, la figure de l'esclave est demeurée «impensable». Elle appartenait à un ordre barbare et ne faisait pas partie des figures de la modernité. À moins de croire à un discours linéaire et sans entraves du progrès (l'humanité passerait de la barbarie à la civilisation) et d'ignorer ce qui perdure dans un système économique fondé sur la transformation en marchandise du vivant, il convient de déconstruire cette approche.

Certes, la loi du 21 mai 2001 reconnaissant la traite et l'esclavage en tant que «*crime contre l'humanité*» a impulsé un mouvement de révision des programmes et des manuels scolaires et renouvelé la recherche, mais la doxa penche toujours du côté d'une séparation nette entre esclavage et colonisation.

S'il est absolument légitime d'enseigner les traites et les formes d'esclavage dans leur longue durée et dans leurs transformations – de l'esclavage dans l'Antiquité et l'Europe jusqu'au xi^e siècle et sur les autres continents, et de les comparer aux formes contemporaines de traite et d'esclavage, il ne faut pas oublier ce qui a fait de l'esclavage colonial un événement singulier. Cet esclavage accompagne l'émergence de la modernité européenne. Il «africainise» la servitude et entraîne un système

globalisé. Il marque de manière forte le droit du travail et de la propriété privée, ainsi que les arts, la philosophie et les notions de liberté et d'égalité.

Le corps-marchandise

La traite requiert de forts investissements financiers – en 1780, le coût d'armement d'un navire négrier est égal à celui d'un hôtel particulier à Paris. Banquiers, assureurs et armateurs s'accordent pour faire des voyages de traite un commerce lucratif. C'est une économie à risques : on peut perdre mais quand on gagne, cela peut être beaucoup. Le corps est une marchandise échangée sur les côtes africaines contre tissus, fusils, cauris, vins et spiritueux..., puis contre de la monnaie en espèces dans les colonies d'Amérique et des Caraïbes.

Le corps-marchandise doit être robuste et sain : si l'acheteur cherche des femmes, ces dernières doivent pouvoir enfanter. Les prix de la marchandise répondent à l'offre et à la demande, et subissent les conséquences des rivalités entre les puissances négrières européennes – la traite dépend aussi de la volonté des négriers africains et musulmans de maîtriser les échanges.

L'architecture de la plantation répond à une organisation rationnelle du travail et du rendement. Une division du travail répartit les fonctions. Il y a des « esclaves de pioche », ceux qui travaillent dans les champs sous le contrôle d'esclaves ayant acquis une position de commandeur. Des « esclaves à talent », dotés de connaissances techniques et scientifiques, qui savent faire tourner les moulins, les réparer. Des esclaves pour les tâches domestiques.

Ces différences de fonction s'accompagnent de petites différences de statut, mais tous les esclaves restent soumis à la volonté et au caprice du maître. Les statuts des esclaves comme les différences d'une plantation à l'autre, d'une colonie à l'autre et d'une période à l'autre requièrent une approche pluriterritoriale de l'esclavage colonial. Et, à l'intérieur même d'une colonie, il existe des propriétaires d'esclaves, des « libres de couleur » (affranchis ou descendants de ceux-ci), des esclaves,

des représentants de l'ordre colonial métropolitain, des artisans..., sans oublier la différence de sexe et d'âge.

L'esclavage colonial, des champs de recherche à explorer

Les luttes contre l'esclavage colonial sont longues et difficiles. L'insurrection des esclaves de Saint-Domingue, colonie française très riche qui fournit plus de la moitié du sucre consommé en Europe au XVIII^e siècle, opère une rupture radicale dans l'ordre esclavagiste. La Révolution haïtienne est à la fois révolution contre l'esclavage *et* contre l'ordre colonial – la Révolution américaine libère le pays de l'ordre colonial anglais, mais maintient l'esclavage. Cette Révolution haïtienne fait advenir une république (proclamée le 1^{er} janvier 1804) fondée sur des idéaux universels – égalité sans distinction de religion, de couleur, de « race ». Elle reste pourtant souvent ignorée dans le récit des révolutions du XVIII^e siècle.

L'abolition définitive de l'esclavage dans le domaine colonial français en 1848 (décret Schœlcher du 27 avril 1848) – plus d'un demi-siècle plus tard – ne garantit pas l'accès des affranchis à la pleine liberté de droits (ils sont sous statut colonial jusqu'en 1946). Tout cela a été étudié et continue à l'être.

Les recherches en français les plus récentes signalent un glissement thématique : plus d'attention aux vies et aux paroles des esclaves, aux héritages immatériels, au droit esclavagiste (un corpus immense et très prometteur), au système pénal sous l'esclavage. Et l'archéologie de l'esclavage ouvre de nouveaux champs d'investigation. Le découpage de l'histoire en chapitres continue à entraver une approche de la colonisation française dans sa longue durée. Mais malgré les nombreux appels à la confrontation des approches scientifiques et les déclarations de foi, ces recherches sur l'esclavage colonial n'occupent toujours pas la place que son rôle dans la formation de la société française lui confère. Une nouvelle cartographie de l'histoire de la colonisation décloisonnerait alors nos méthodes. ■

Françoise Vergès

INTERDISCIPLINARITÉ, PUBLICATIONS, COLLOQUES

Pour une réflexion scientifique sur la communication scientifique

La communication est à l'activité scientifique, ce que l'air est à un organisme vivant : indispensable, mais invisible. Comprendre cette activité au cœur du métier de chercheur s'avère essentiel pour surmonter les difficultés de l'interdisciplinarité.

Éric Dacheux

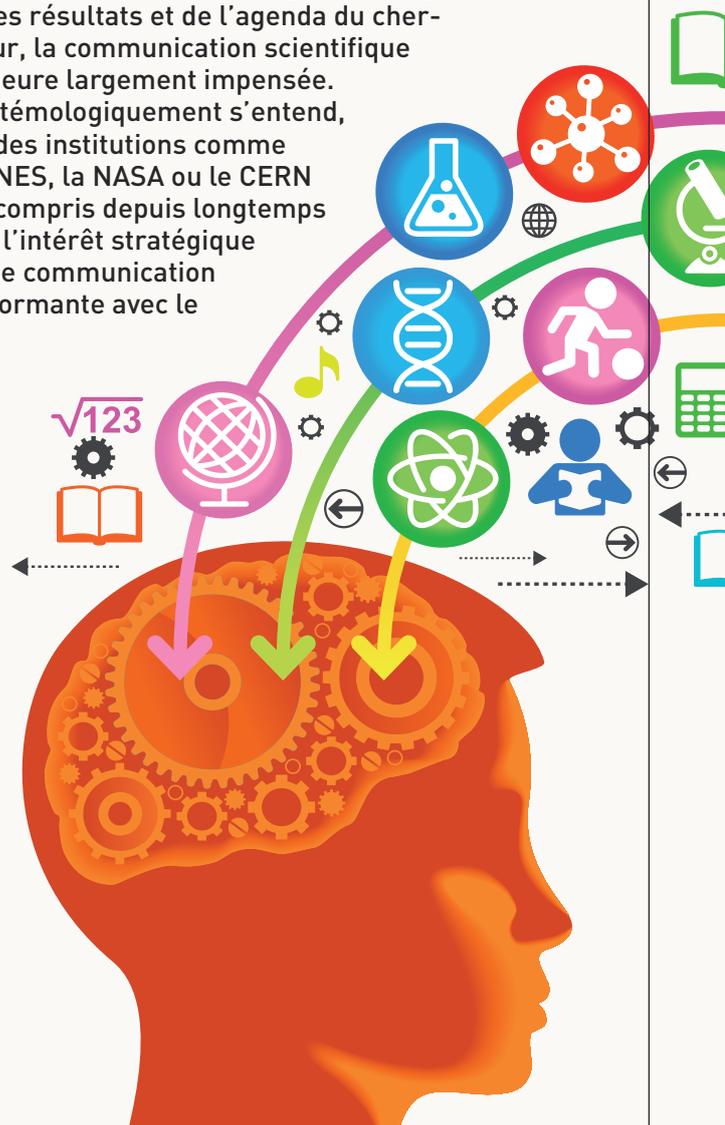
Professeur à l'université Blaise Pascal Clermont-Ferrand, syndiqué au SNESUP.

Les controverses scientifiques, parfois productrices de connaissances, jalonnent l'histoire des sciences. Dans une société qui a soif de transparence et se méfie du scientisme, ces controverses se multiplient. Elles reposent plus des argumentations médiatiques entre partis pris (industriels et ONG) que sur des débats rationnels entre chercheurs. D'où la nécessité de se pencher de manière scientifique sur la communication scientifique. Dans une perspective syndicale, cette réflexion ne devrait pas avoir une visée instrumentale (comment mieux valoriser nos travaux auprès des journalistes, des acteurs socio-économiques et du grand public), mais une finalité réflexive : mieux saisir les tenants et les aboutissants de notre pratique professionnelle.

La communication, point aveugle du métier de chercheur

De la thèse (choix du sujet discuté avec son directeur, soutenance devant un jury) au Nobel (réseaux de relations, discours public de réception du prix, interviews), en passant par les colloques (communication aux pairs) et les articles publiés dans les revues reconnues, la communication est au cœur de l'activité scientifique. À tel point que l'on finit par ne plus la voir. Elle est comme l'air que l'on respire dans la vie quotidienne : indispensable, mais invisible. Comme elle ne constitue que l'un des nom-

breux aspects de l'activité scientifique et pas le plus important au regard de la qualité des résultats et de l'agenda du chercheur, la communication scientifique demeure largement impensée. Épistémologiquement s'entend, car des institutions comme le CNES, la NASA ou le CERN ont compris depuis longtemps tout l'intérêt stratégique d'une communication performante avec le



grand public pour obtenir des crédits. Peu pensée, mais pas totalement impensée.

Les philosophes se sont intéressés aux problèmes de vulgarisation de la science – d'Aristote à Bachelard, en passant par Dewey. Des chercheurs reconnus ont également étudié cette question : J.-M. Lévy-Leblond, P.-G. de Gennes, G. Charpak. Les travaux de sociologie des sciences s'intéressent aux controverses scientifiques. À travers des questions comme les archives ouvertes, les sciences de l'information produisent d'utiles travaux sur les questions de l'accessibilité aux résultats scientifiques. La science politique étudie le rôle des experts (scientifiques ou non) dans l'espace public. Les sciences de la communication interrogent, à la marge, les rapports entre sciences et médias, etc. Il existe donc des éléments épars qui peuvent aider à constituer un socle de connaissances scientifiques sur la communication scientifique. Encore faut-il s'entendre sur le terme *communication* !

coopération scientifique. Pour les autres, la communication renvoie à la publicité, au marketing, aux relations publiques : un art de la manipulation qui, comme un cancer, ronge l'éthique scientifique. Il convient de renvoyer dos à dos ces deux visions simplistes.

VISION NAÏVE

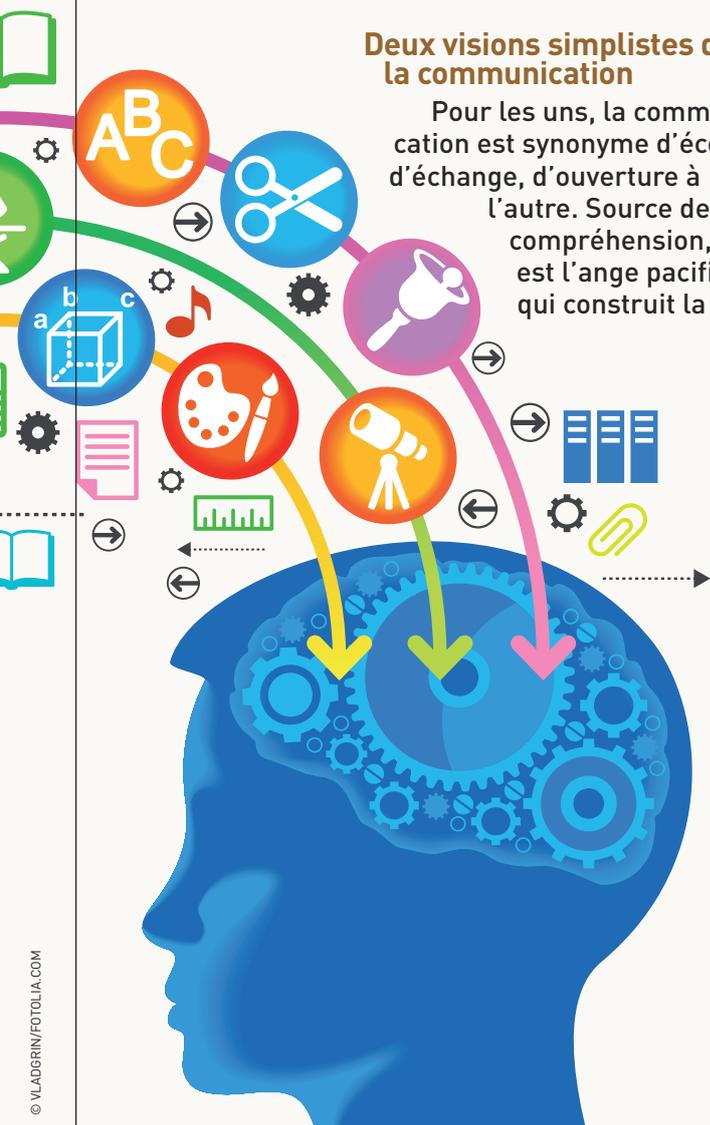
La communication est souvent associée à la notion de compréhension. Communiquer, c'est se comprendre : une communication est réussie quand chacun parvient à se mettre d'accord. Cette vision naïve se retrouve dans les propos des étudiants, mais aussi, comme le souligne Philippe Breton (1992), dans beaucoup de discours consacrés aux technologies de la communication. Norman Wiener, le père de la cybernétique, a formalisé l'idée selon laquelle échanger des informations en temps et en heure permet d'éviter les conflits.

Les travaux des chercheurs en sciences de la communication insistent pourtant sur l'impossibilité d'une compréhension totale. En réalité, se comprendre parfaitement est presque impossible. Nous sommes des individus, avec des corps, des cerveaux, des expériences différentes. Nous interprétons librement ce que l'on nous dit, à l'aide de références culturelles qui ne sont pas nécessairement celles de nos locuteurs. Nous utilisons des codes (langue, musique, danse...) sans les maîtriser totalement. Nous sommes enclins à des sentiments qui nous bouleversent (amour, peur, douleur...), mais que nous ne savons traduire qu'imparfaitement. Nous sommes de fait confrontés au paradoxe suivant : nous communiquons pour mieux nous comprendre et, ce faisant, nous générons de l'incompréhension. Ce paradoxe explique les difficultés quotidiennes de la communication entre les individus.

Ces problèmes d'expression et de compréhension et les maux psychologiques (timidité, frustration...) et sociaux (violence, racisme...) qu'ils alimentent conduisent, presque mécaniquement, à rêver d'un monde où la compréhension réciproque serait totale. Des traces de ce rêve se retrouvent dans les discours qui accompagnent le lancement de chaque nouvel outil de communication – radio, télévision,

Deux visions simplistes de la communication

Pour les uns, la communication est synonyme d'écoute, d'échange, d'ouverture à l'autre. Source de compréhension, elle est l'ange pacifique qui construit la



→ Internet... Elles se rencontrent également dans le mythe de Babel et les projets de langue universelle qui traversent les siècles – de Descartes affirmant qu'il est possible d'inventer une langue universelle facile à apprendre, à prononcer et à écrire qui permettrait aux paysans de « *mieux jurer de la vérité que ne le font maintenant les philosophes* » (lettre au Père Mersenne de 1629), à Zamenhof, l'inventeur de l'espéranto (Zamenhof, 1887).

VISION SOUPÇONNEUSE

Loin de cette conception enchantée de la communication, une vision soupçonneuse, voire carrément hostile, perdure – depuis Platon et sa prévention à l'égard de la rhétorique. La communication est un instrument, un outil pour convaincre l'autre de faire ce qu'on lui dit, un média qui vend du temps de cerveau disponible à des annonceurs. La communication n'est pas du côté de la raison, mais de la séduction. Elle ne vise pas le vrai, mais le vraisemblable. Elle n'ouvre pas à l'autre, elle permet de le manipuler.

Les agences de publicité ne sont-elles pas devenues des agences de communication ? Avec les mêmes méthodes et les mêmes outils, elles développent aujourd'hui des campagnes fort ruineuses pour des marques de lessive, des candidats aux élections, des ONG... Présentées comme des progrès humains, la plupart des techniques de communication ne sont-elles pas, à l'origine, des inventions à usages militaires destinées à accroître le pouvoir de l'État sur son territoire et celui de ses voisins ?

En réalité, la communication est tout cela à la fois. C'est un processus humain formidablement ambivalent et indépassable : comment faire société sans communiquer ?

Penser la communication scientifique pour réussir l'interdisciplinarité

Il n'y a pas de communauté scientifique sans communication. D'où la nécessité d'élaborer en commun une réflexion sur la nature, les enjeux et les problèmes spécifiques de la communication scientifique. Développer cette capacité autoréflexive est d'autant plus urgent que nous sommes de plus en plus confrontés à l'exigence d'interdisciplinarité. Or la communication entre

chercheurs de disciplines différentes est tout sauf simple. Pourquoi ? En raison, nous l'avons vu, de l'ambivalence de la communication, mais aussi de l'existence d'épistémologies implicites très diverses.

DIVERGENCES SUR LA DÉFINITION DE L'ACTIVITÉ SCIENTIFIQUE

Les travaux de E. Mayr, de R. Thom ou d'A. Chalmers (Chalmers, 1987) soulignent l'absence de consensus sur la définition de l'activité scientifique, alors même que le contexte académique est marqué par un positivisme logique adopté, implicitement, par les gestionnaires des organismes de recherche. Cette absence de consensus sur l'activité de recherche est cependant masquée par la faiblesse de la formation à l'épistémologie dans le cursus des chercheurs. Ignorants qu'il existe un débat rationnel sur la nature de l'activité scientifique, nombreux sont ceux qui pensent, naturellement, que leur pratique de la science est la seule et unique manière de construire un savoir scientifique.

Pour cette raison, les discussions interdisciplinaires sur un sujet commun (la notion de chaos ou d'intermittence, par exemple) relèvent bien plus que d'un problème de communication lié à l'usage différent d'un même terme d'une discipline à l'autre ! Ces problèmes sont le révélateur d'épistémologies implicites qui, justement, expliquent, en partie, ces différences d'usage. À rebours du sens commun, une réflexion sur la communication scientifique incite donc à penser que les difficultés liées à l'interdisciplinarité sont moins des problèmes de communication entre chercheurs que de conception de l'activité scientifique entre disciplines.

Cette réflexion sur une activité au cœur de notre pratique professionnelle est rendue encore plus nécessaire et plus difficile par l'ambiguïté ontologique de la communication, qui est aussi un secteur industriel englobant médias, publicité, conseil, parcs d'attractions, télécommunication, informatique. Or, ce secteur de la communication est central dans la construction d'une société de la connaissance. C'est pourquoi la science, autre acteur central, devrait aussi s'y intéresser. ■

Éric Dacheux

Pierre Duharcourt dans la vie du SNESUP-FSU

Membre du bureau national du SNESUP-FSU, Pierre Duharcourt est décédé dans la nuit le 5 août 2012.

Stéphane Tassel. Secrétaire général du SNESUP-FSU

L'affluence des témoignages illustre le rayonnement de l'action, de la personnalité de Pierre Duharcourt, un homme hors du commun qui a sans cesse mis au service de l'essentiel son exigence de sobriété, ses raisonnements et ses arguments.

Pierre Duharcourt faisait autorité, en ce qu'il élevait le niveau d'exigence, dans le SNESUP, dans la FSU, comme universitaire. Reconnu dans sa discipline, l'économie, à la rigueur intellectuelle incontestée, il a exercé la fonction de directeur de l'UFR de sciences économiques et de gestion à l'université de Marne-la-Vallée. Une université nouvelle dont l'organisation thématique n'est pas sans faire écho à sa volonté de favoriser le dialogue entre enseignants-chercheurs d'économie et de gestion et de faire émerger des synergies nouvelles entre disciplines.

Pierre n'était pas de ceux qui aiment les consensus mous. Avec ses convictions chevillées au corps, son engagement entier pour le service public, pour tous les personnels, son sens politique aiguisé, il n'était jamais lisse. Il était rude dans l'affrontement, toujours rigoureux et direct dans la critique. Son engagement militant précoce est à cette image.

Le SNESUP perd une figure majeure (1) du syndicat. Ayant une connaissance approfondie de la situation économique et sociale et des dynamiques à l'œuvre, analysant rapidement et lucidement les textes, inventant des formulations percutantes, il a énormément apporté au mouvement syndical et au SNESUP. Nous ne mesurons certainement encore pas la perte pour le syndicat que représente sa brutale disparition.

Je pense à sa famille, à son épouse, et à ses filles. Pierre m'a souvent accompagné dans des délégations. À chaque fois qu'il recevait un appel de ses proches, plus particulièrement de ses filles, la terre pouvait bien s'arrêter de tourner, il décrochait soucieux. Devant un ministre, il aurait fait de même...

Pierre nous a aidés à garder le cap et à ne rien céder sur l'essentiel. Nous ne l'oublierons pas. Il nous manquera. ■

Extraits de l'hommage prononcé lors des obsèques de Pierre Duharcourt. 1. Pierre s'engagea dès 1973 : secrétaire général du SNESUP (1977-1983), co-secrétaire général de la FSU (2000-2001) qu'il a représentée au Conseil économique et social (1999-2010), membre du cabinet du ministre de la Fonction publique Anicet Le Pors.

Souvenir récurrent : il est 15 heures et les participants à la CA du SNESUP ont déjà âprement critiqué les termes d'un projet de motion. Un texte acceptable adviendra-t-il ? Loin d'acheter à bon compte un armistice, Pierre reprend les questions en litige, intègre des points restés dans l'ombre, bouscule le canevas du projet, des certitudes et quelques égos. Il suggère des alternatives, y compris lorsqu'elles n'abondent pas dans le sens d'un ténor de son courant de pensée. Cela dérange, et Pierre brocarde celui qui lui coupe la parole. Écartant les mots d'ordre trop décalés et les actions trop frileuses,

il aura encore contribué, en tant que secrétaire général, mais aussi par la suite, à une expression acceptable par (presque) tous. Nous avons bénéficié de la justesse de ses alertes. Ainsi, sur la loi Pacte pour la recherche, nos premiers commentaires n'évoquaient que l'aspect libéral, oubliant le versant dirigiste qui s'est avéré dévastateur. Lors d'entrevues auprès du rapporteur du projet de budget, il naviguait dans le « bleu » comme l'électronicien dans un circuit imprimé, impressionnant son interlocuteur par sa capacité à détecter les traquenards. Je me souviens aussi de ses interventions à la Fonction publique

pour un plan d'intégration offrant aux non-titulaires l'accès à des emplois « A + », en dépit des atermoiements des confédérations. Et de ses plaidoyers pour reformuler, sans les laisser dévoyer par d'autres, les impératifs de compétitivité des entreprises et de finalité professionnelle des cursus universitaires. Ses vives mais amicales critiques sur tel propos, comme ses encouragements à voir poursuivre tel projet auquel il croyait, nous auront tous marqués. ■

Gérard Lauton, membre du BN du SNESUP-FSU

LA VIE DE LA RECHERCHE (VRS) ABONNEMENT ANNUEL • 4 NUMÉROS PAR AN

Individuel (25€) Institutionnel (50€) Prix au numéro : 8€
(Abonnement facultatif pour les adhérents du SNCS et du SNESUP)

Institution :

Nom :

Prénom :

Adresse :

Courriel :

Tél. : Télécopie :

Mobile : Dom. :

Merci de nous renvoyer ce bulletin complété avec votre règlement à l'adresse suivante :
SNCS, 1 place Aristide Briand, 92195 Meudon Cedex.

ADHÉSION

66 % de la cotisation est déductible de l'impôt sur le revenu.



M^{me} M.

Nom :

Prénom :

Adresse professionnelle :

Courriel :

Tél. : Télécopie :

Mobile : Dom. :

Adresse personnelle :

Souhaitez-vous recevoir la presse du syndicat :
 au laboratoire à votre domicile

EPST : CEMAGREF CNRS INED
 INRA INRETS INRIA
 INSERM IRD LCPC

EPIC (précisez) :

Autre organisme (précisez) :

Délégation régionale :

Administration déléguée :

Section scientifique du Comité national :

Commission scientifique spécialisée :

Grade : Échelon : Indice :

Section locale SNCS :

ADHÉSION RENOUELEMENT

Prélèvement automatique par tiers (février, juin, octobre) : n'oubliez pas de joindre un RIB ou RIP. **Chèque** à l'ordre du SNCS.
 • **À adresser à la trésorerie nationale:** sncs3@cnrs-bellevue.fr — Tél. : 01 45 07 58 61.

Pour connaître le montant de votre cotisation, reportez-vous à la grille consultable sur le site du SNCS :
www.sncs.fr/IMG/pdf/Bulletin_d_adhesion.pdf

SYNDICAT NATIONAL DES CHERCHEURS SCIENTIFIQUES [SNCS-FSU]
 1, place Aristide-Briand. 92195 Meudon Cedex
 Tél. : 01 45 07 58 70 — Télécopie : 01 45 07 58 51
 Courriel : sncs@cnrs-bellevue.fr
www.sncs.fr

FORMULAIRE 2011/12

- ADHÉSION
 RENOUELEMENT
 MODIFICATION



M^{me} M.

Nom

Prénom

Tél. (domicile/portable)

Établissement & Composante

Année de Naiss.

Tél./Fax (professionnel)

Discipline/Sec.CNU

Catég./Classe

Unité de Recherche (+ Organisme)

Courriel (très lisible, merci)

Adresse postale (pour Bulletin et courriers)

Si vous choisissez le prélèvement automatique, un formulaire vous sera envoyé à la réception de votre demande et vous recevrez ensuite confirmation et calendrier de prélèvement. **La cotisation syndicale est déductible à raison de 66 % sur vos impôts sur le revenu. L'indication de votre adresse électronique usuelle** est de première importance, pour une information interactive entre le syndicat et ses adhérents, tant pour les questions générales, que pour le suivi des questions personnelles.

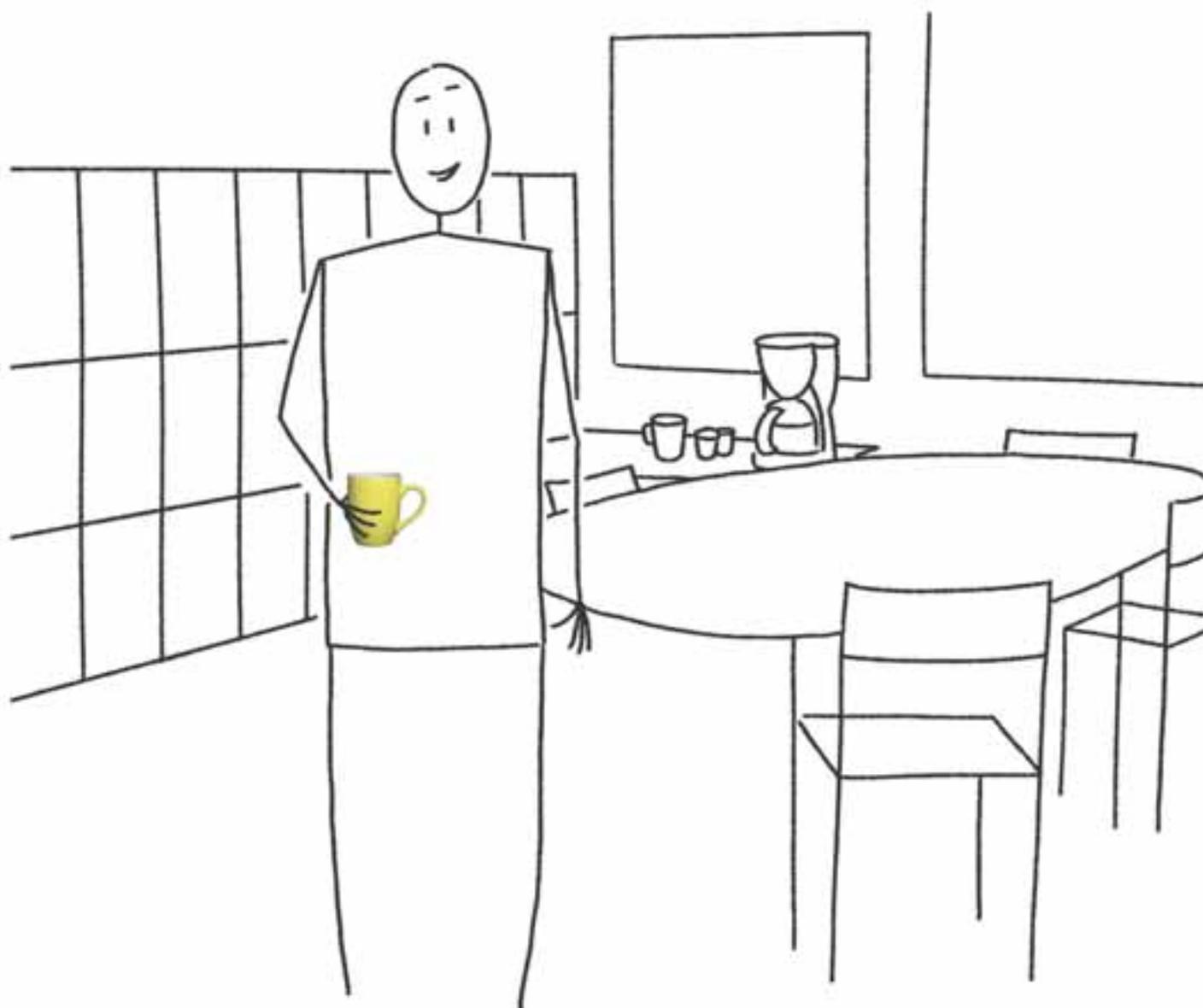
Les informations recueillies dans le présent questionnaire ne seront utilisées et ne feront l'objet de communication extérieure que pour les seules nécessités de la gestion ou pour satisfaire aux obligations légales et réglementaires. Elles pourront donner lieu à exercice du droit d'accès dans les conditions prévues par la loi n° 78-11 relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés du 6 janvier 1978.

SYNDICAT NATIONAL DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR [SNESUP-FSU]
 78, rue du Faubourg Saint-Denis — 75010 Paris
 Tél. : 01 44 79 96 10 — Télécopie : 01 42 46 26 56
 Courriel : accueil@snesup.fr
www.snesup.fr

Date + Signature

« En groupant assurance professionnelle et assurance personnelle à la MAIF, je suis moins stressé et en plus, je fais des économies. »

Benjamin - Enseignant titulaire 1^{re} année.



OFFRE « JEUNE ENSEIGNANT » – 30€ OU 60€ REMBOURSÉS.

Être bien assuré, c'est être couvert pour ses risques professionnels et privés.

Avec l'offre « jeune enseignant », la MAIF vous propose de faire des économies en combinant votre assurance professionnelle et votre assurance auto ou habitation.

Pour plus d'informations, appelez le 0800 129 001*



ASSUREUR MILITANT