



### Quand environnement et développement durable se rejoignent

La question du développement durable et son corollaire la protection de l'environnement font parties des défis scientifiques majeurs de notre siècle. La mise en œuvre du développement durable demande une volonté politique et un engagement des sociétés humaines. Elle demande également de s'appuyer sur la compréhension du système terre qui résulte d'interactions entre les divers réservoirs terrestres (atmosphère, surfaces continentales, océans) à toutes les échelles de temps et d'espace. Cela va de l'échelle «élémentaire» des écosystèmes, jusqu'à l'échelle «mondiale» où les biomes constituent les systèmes intégrateurs de la variabilité interannuelle des climats, aux écorégions, en passant par les échelles «intermédiaires». Elle nécessite de bien appréhender la place et le rôle de l'humain avec sa diversité d'environnement, de culture, d'histoire.

Pour aider à répondre à ces enjeux, le CNRS a fait des questions environnementales une priorité et s'organise pour la mettre en œuvre. Il a identifié un ensemble de laboratoires concer-

nés par les recherches fondamentales et finalisées, susceptibles de faciliter la mise en œuvre du développement durable : la délégation Rhône Auvergne par ces laboratoires est une des régions pilotes pour le département Environnement et développement durable (EDD). Quatre laboratoires font partie du «socle» des laboratoires du département EDD en Rhône Auvergne, dont trois sont lyonnais<sup>1</sup>. Ces derniers traitent de biométrie et de biologie évolutive, d'écologie des hydrosystèmes fluviaux ou d'écologie microbienne et se rejoignent dans l'IFR41 «Bioenvironnement et santé». D'autres laboratoires lyonnais participent aussi mais d'une manière plus souple à ce groupe de discipline «Sciences de l'environnement (SDE)».

Le CNRS dans le Rhône est opérateur dans le domaine de l'environnement depuis longtemps (voir ci-après «La recherche en environnement à Lyon»). En effet, en s'appuyant sur son potentiel pluridisciplinaire et son impact international, le CNRS a entretenu une activité continue de recherche, fondée sur une attitude prospective vis-à-vis de thèmes environnementaux qui sont aujourd'hui au centre de toutes projections futures.

Les questions traitées concernent, bien entendu, les grandes préoccupations mondiales et régionales que l'on retrouve par exemple dans le «Grenelle de l'environnement» et l'initiative européenne GMES (*Global Monitoring for Environment and Security*). Elles concernent : les changements climatiques et leurs effets, l'énergie (maîtrise et production), la biodiversité sous tous ses aspects et le fonctionnement des écosystèmes, les relations entre la santé et l'environnement, (et notamment l'écotoxicologie et la chimie acteur important de connaissance et d'action), l'économie de l'environnement, les aspects historiques, philosophiques et politiques. Les grandes questions scientifiques inspirées par des questions de société sont traitées en s'attachant à comprendre les interactions entre les différentes composantes.

La nouvelle organisation des sciences de l'environnement au CNRS permet de mobiliser les connaissances et les compétences dans un spectre très large. L'implication pluridisciplinaire du CNRS lui a permis de jouer un rôle important dans la préparation de la «Stratégie nationale biodiversité», elle en fait un acteur majeur de l'Institut français de la biodiversité (IFB) et le conduit à soutenir le projet de Fondation de recherche dans ce domaine.

Le département EDD, dans son rôle d'agence interne, a organisé et soutient des projets transversaux (la ville, l'ingénierie écologique) en collaboration avec d'autres organismes. L'ensemble des unités EDD de Rhône Auvergne et plusieurs laboratoires appartenant au groupe de discipline SDE et provenant des divers départements scientifiques du CNRS, sont concernés.

Dans la perspective d'un développement durable, il faut donc de la science, beaucoup de science, à disposition des décideurs. Le CNRS, qui possède toutes les disciplines en son sein, qui a l'habitude de collaborer avec les Universités et les autres organismes, a mis en place avec la création du département EDD et du groupe de discipline «sciences de l'environnement», une organisation transversale lui permettant de répondre aux défis scientifiques du domaine.

**René BALLY<sup>2</sup>**

---

1. Laboratoires regroupés dans l'IFR41 «Bioenvironnement et Santé» :

- Laboratoire Biométrie et biologie évolutive, UMR 5558 CNRS - UCBL
- Laboratoire Ecologie des hydrosystèmes fluviaux, UMR 5023 CNRS - UCBL
- Laboratoire Ecologie microbienne, UMR 5557 CNRS - UCBL

2. Directeur scientifique adjoint du département Environnement et développement durable, CNRS

---



L'histoire des recherches interdisciplinaires sur l'environnement débute au CNRS à la fin des années 1970 avec la création du PIREN (Programme interdisciplinaire de recherche sur l'environnement). Au milieu des années 1980, une structuration régionale se met en place avec les programmes sur les bassins versants des grands fleuves. Le bassin du Rhône en fait partie. L'unité de recherche associée «écologie des eaux douces», dirigée par Albert-Louis Roux, est à l'initiative de ce programme régional nommé «PIREN-Rhône» qui regroupe d'autres équipes lyonnaises associées au CNRS (par exemple une équipe de géographes autour de Jean-Paul Bravard, professeur à l'université de Lyon<sup>2</sup>) et d'autres organismes, notamment le Cemagref et des gestionnaires telle l'agence de bassin. Par ailleurs, d'autres laboratoires lyonnais participent à l'action nationale du PIREN (par exemple, le laboratoire d'écologie microbienne et le laboratoire de biologie des populations). En 1990, le Programme environnement du CNRS succède au PIREN ; ce programme crée en 1992 des pôles régionaux sous l'initiative d'Alain Pavé, alors directeur adjoint du Programme environnement. Parmi ceux-ci, le pôle Rhône-Alpes, muni d'une direction bicéphale «Lyon-Grenoble». Puis en 2001, le Programme environnement, vie et sociétés (PEVS) crée la zone-atelier «Bassin du Rhône», animée par Bernard Chocat (Insa de Lyon) puis Jean Paul Bravard.

Toutes ces actions et structurations sont interdisciplinaires et inter-organismes. Toutefois, centrées sur la problématique des eaux de surface, elles ne regroupent pas l'ensemble du potentiel de recherche lyonnais sur l'environnement. Elles permettent cependant un vrai début de travail pluridisciplinaire sur des objets communs, ce qui est une clé de succès pour les recherches en environnement où le sujet n'est pas donné mais construit !

En 2002, l'Université Lyon1, l'Insa de Lyon et le Cemagref confient aux auteurs la mission de recenser le potentiel lyonnais et de le structurer avec une vision régionale dans le cadre d'un Pôle scientifique et technologique «Environnement-développement durable», en collaboration avec les autres pôles de recherche de la région, notamment Grenoble. Le but est de mettre en valeur le fort potentiel d'équipes travaillant sur des questions environnementales à la Doua et d'aider à leur structuration, dans la perspective du futur contrat de plan Etat-Région. Le recensement effectué à cette période confirme que le potentiel lyonnais en environnement est important (environ 500 permanents), assez concentré géographiquement, même s'il est rarement regroupé par laboratoires entiers, mais plutôt par équipes de laboratoires. Le potentiel lyonnais a la particularité d'être représenté dans presque tous les secteurs scientifiques notamment les sciences pour l'ingénieur, les sciences du vivant, les sciences humaines et sociales, les sciences chimiques, les sciences physiques et mathématiques (SPM et IN2P3) bien que très peu en sciences de l'univers. Il est formé

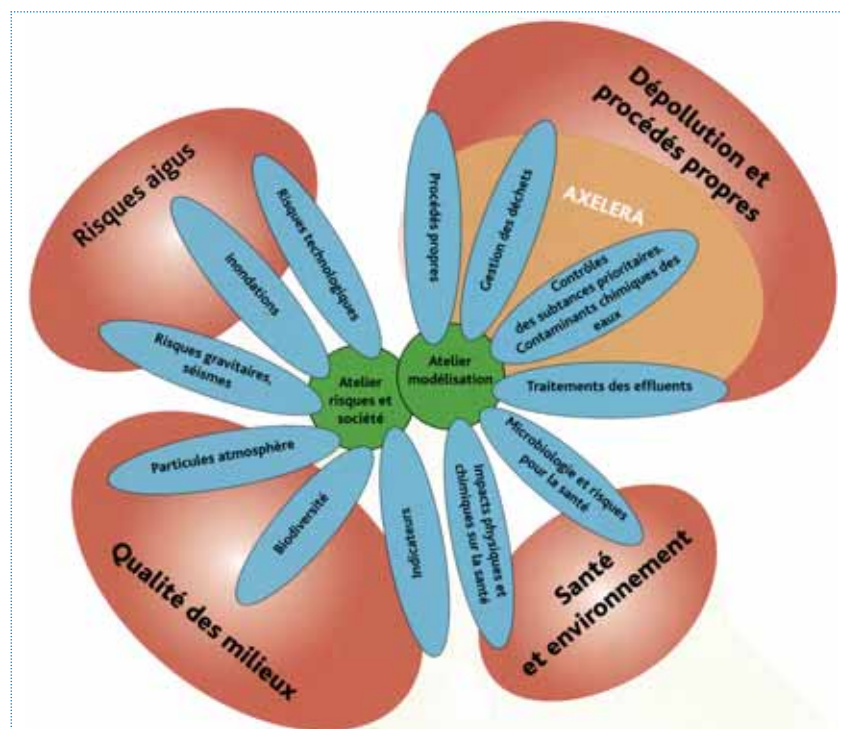
d'un réseau diffus et imbriqué de laboratoires de l'enseignement supérieur (Université Lyon I, Insa de Lyon, ENTPE, ECL, CPE, ENS Lyon, universités Lyon II et III, ENVL) en association ou collaborant avec des EPST (Cemagref, CNRS, Inra, Inrets, IRD) ainsi que 3 unités propres du Cemagref. Le CNRS est particulièrement représenté par le biais de ses unités mixtes (environ 25% des chercheurs).

L'équilibre entre sciences pour l'ingénieur, sciences du vivant et sciences humaines et sociales est particulièrement propice à une approche systémique de type ingénierie environnementale. Cette approche privilégie, sur un système donné (ville, écosystème), la modélisation des processus et de leurs couplages, l'observation et l'acquisition de données, puis l'obtention de diagnostic permettant une intervention active sur le système étudié. Grâce à des études de scénarios, on peut alors prévoir les effets possibles d'actions humaines dans un but de diminution et de prévention des risques, de préservation de la santé des populations, d'amélioration des écosystèmes. Cette approche a le mérite de sortir du schéma classique d'étude de processus et du débat stérile, régulièrement présent dans des organismes à structuration disciplinaire comme le CNRS, de savoir si l'environnement relève plus des sciences de l'univers ou des sciences du vivant<sup>2</sup> ! En effet il s'agit de créer le rassemblement de l'ensemble des disciplines sur un objet commun d'étude avec une méthodologie centrale de modélisation et d'intégration.

Le constat précédent a mené les établissements fondateurs ainsi que la DRRT et la Région Rhône-Alpes à préconiser une structuration permettant de mutualiser les équipements lourds de type plateaux techniques ou observatoires et regroupant le potentiel lyonnais et grenoblois. On notera au passage qu'il existe une forte complémentarité dans le domaine des sciences pour l'environnement entre Lyon et Grenoble, Grenoble étant particulièrement bien doté en sciences de l'univers et sciences pour l'ingénieur. La pôle Envirhônalp<sup>3</sup> prend alors corps en 2004 autour de 16 observatoires régionaux et 6 plateformes : analyse et métrologie de l'environnement, contrôle et gestion de l'environnement, environnement-santé-biodiversité, eau-sols-écosystèmes terrestres, risques naturels et technologiques, industrie-procédés et environnement, regroupant 27 plateaux technologiques.

La question des outils communs et investissements lourds étant traitée au sein d'Envirhônalp, reste à construire la structuration thématique permettant un vrai travail en projets de recherche au niveau régional. Fin 2004, la construction du SRESR (schéma régional de la recherche et de l'enseignement supérieur), menant en particulier à la création de clusters de recherche, permet de répondre à cette préoccupation. Dès 2005, et grâce aux travaux engagés depuis 2002, une proposition de cluster de recherche en environnement (mettant en réseau 1044 chercheurs permanents répartis dans 121 laboratoires) est construite et acceptée par la Région, qui confie aux auteurs le pilotage scientifique de l'opération.

Le programme du cluster environnement est structuré autour de 4 questions clés, très significatives en Rhône-Alpes :



- Connaissance et maîtrise des risques aigus,
- Connaissance et gestion de la qualité des milieux,
- Lien entre santé et environnement,
- Dépollution et production propre

Pour chaque question, des projets pluridisciplinaires sont élaborés ; la marguerite ci-dessus explique ces projets.

Le budget (450 000 euros/an) et des allocations doctorales de recherche (6 à 7 par an) alloués par le conseil régional contribuent à l'animation de ces projets sur les plateaux et observatoires. Une animation globale du réseau est réalisée en collaboration avec des structures ou associations locales. Après deux années d'activité du cluster, l'effet de levier du réseau est déjà visible aussi bien au niveau national (projets lauréats à l'ANR) qu'au niveau international (projets européens notamment).

La gouvernance du cluster<sup>4</sup> montre une forte implantation du réseau dans le tissu local : on notera que, outre les établissements de recherche impliqués dans le projet, la société civile et les partenaires naturels sont membres du comité de programme; citons notamment la participation du pôle de compétitivité Axelera, du Parc régional du Vercors, du Grand Lyon, de la Frapna (Fédération Rhône-Alpes de protection de la nature).

**Claudine SCHMIDT-LAINE<sup>5</sup>**  
**et Bernard CHOCAT<sup>6</sup>**  
*claudine.schmidt-laine*  
*@cemagref.fr*  
*bernard.chocat@insa-lyon.fr*

2. On remarquera cependant que la création du département EDD (environnement et développement durable) du CNRS, présenté dans son contexte lyonnais dans l'article de cette revue signé par R.Bally, montre une évolution positive du dispositif de recherche en environnement.

3. <http://envirhonalp.obs.ujf-grenoble.fr>. Envirhonalp s'est doté en mars 2007 d'un statut de GIS dont les membres sont l'Université Lyon 1, l'Université Joseph Fourier, l'INPG, l'Insa de Lyon, le Cemagref, le CNRS.

4. On se reportera au site [www.cluster-environnement.fr](http://www.cluster-environnement.fr) pour plus de renseignements sur le cluster.

5. Directeur de recherche au CNRS, directeur scientifique du Cemagref.

6. Professeur Insa Lyon, directeur du laboratoire de Génie Civil et d'Ingénierie Environnementale.



Le site de la DOUA regroupe l'essentiel des forces identifiées à Lyon dans le domaine de l'environnement (environ 500 chercheurs). Les non permanents (doctorants, post-docs, stagiaires...) représentent un nombre équivalent de personnes. C'est donc tout naturellement que la Cité de l'analyse et de l'environnement (Clea) s'implante, en extension du campus universitaire de la Doua, sur un terrain qui était précédemment occupé par la cartonnerie «Martin», face à la délégation régionale du CNRS.

Au terme des travaux engagés en

2007, le site regroupera trois opérations nouvelles en forte synergie : l'Isa, l'implantation d'une RMN et du groupement de Lyon du Cemagref. Cet ensemble a été conçu et structuré non seulement dans une optique globalisante, notamment en chimie environnementale vers le développement durable, mais aussi avec une vision très pluridisciplinaire. Il devrait rapidement devenir un pôle d'envergure européenne, attractif pour les chercheurs et les entreprises.

Dès 2011, sur 20 000 m<sup>2</sup>, plus de 400 acteurs de la recherche publique seront rassemblés dans 3 structures :

- Le Centre européen de RMN à très hauts champs (CeRMN : voir article ci-après). Il regroupe une plateforme de 6 spectromètres par RMN de 500 Mhz à 1Ghz dédiée à la communauté nationale et internationale. Multidisciplinaire, le Centre s'imposera comme un acteur important en recherche et développement, notamment dans le domaine médical.
- L'Institut des sciences analytiques (Isa : voir article ci-après). Il positionne Lyon comme l'un des plus grands centres de chimie en Europe. Le bâtiment rassemble le Service central d'analyse (CNRS), le laboratoire de Sciences analytiques (CNRS-UCBL UMR 5180) et le laboratoire d'Analyse physico-chimique des milieux aquatiques du Cemagref, qui intervient en compléments de ces activités et participe à l'expertise et aux recherches conduites par les

équipes thématiques.

- Le groupement de Lyon du Cemagref. Il enrichira Clea de la présence d'équipes de recherche spécialisées dans le domaine de l'eau en tant que ressource naturelle et milieu vivant.

Cette opération renforce la lisibilité du campus de la Doua, en matière de gestion des hydrosystèmes et de l'environnement, grâce aux 3 unités de recherche du Cemagref de Lyon :

L'unité de recherche «Biologie des écosystèmes aquatiques» a pour objectif de comprendre la structure et le fonctionnement des peuplements aquatiques, connaissances indispensables pour évaluer et prévoir l'impact des activités humaines (pollutions, ouvrages et aménagements) sur les écosystèmes d'eau courante.

L'unité de recherche «Hydrologie-hydraulique» s'intéresse à la gestion des eaux de surface à l'échelle des bassins versants : risques naturels et accidentels, ressources en eaux, écosystèmes d'eaux courantes. La modélisation hydrologique et hydraulique est la méthode centrale unifiant les recherches afin de répondre aux problèmes concrets de protection contre les crues, de dimensionnement des aménagements, d'impacts du changement climatique...

L'unité de recherche «Qualité des eaux et prévention des pollutions» travaille à l'évaluation et à l'amélioration de la qualité des milieux aquatiques. Il s'agit notamment d'étudier les transferts des pesticides agricoles vers les ressources en eau et d'amé-

liorer le traitement des eaux usées. La contribution des communautés microbiennes au fonctionnement écologique des systèmes aquatiques est au centre des préoccupations.

*Claudine SCHMIDT-LAINE*



Sur un terrain de 1,5 ha, jouxtant le campus universitaire de la Doua de Villeurbanne, le Centre européen de résonance magnétique nucléaire (CeRMN) est la première structure de recherche de la future Cité Lyonnaise de l'environnement et de l'analyse. Prévu pour une ouverture en 2008, ce centre sera équipé du spectromètre à hauts champs le plus puissant du monde ; il abritera une quarantaine de chercheurs et doctorants auxquels s'ajouteront régulièrement des visiteurs scientifiques français et étrangers. Le CeRMN sera une formation de recherche sous la tutelle du CNRS (maître d'ouvrage), de l'université Claude Bernard Lyon 1 et de l'École normale supérieure de Lyon. Le Grand Lyon, la Région et le ministère chargé de la Recherche soutiennent fortement ce projet.

Les diverses recherches prévues au CeRMN lui confèrent, au sein du milieu académique et des tissus économiques et industriels, une position transversale :

- recherche en diagnostic précoce et nouveaux traitements, notamment contre le cancer (collaboration : avec le Cancéropôle Lyon Auvergne Rhône-Alpes (Clara),
- études de l'architecture et de la dynamique des protéines,
- études des matériaux, dont les nanomatériaux, et les produits pharmaceutiques,
- analyses toxicologiques et environnementales,
- amélioration des méthodologies et de l'instrumentation RMN.

La situation géographique du Centre, au voisinage des autres laboratoires de la Doua, du CNRS, de CPE, de l'Insa et de l'UCBL, et au cœur de la future Cité Lyonnaise de l'Environnement et de l'Analyse, favorise une synergie entre de nombreux projets de recherche.

Les trois bâtiments de l'Institut des sciences analytiques, du



Spectrographe RMN «blindé» 700 Mhz, premier équipement acheté pour le CeRMN

Cemagref Lyon et du CRMN formeront un pôle de recherche de taille européenne, regroupant à terme plus de 400 personnes.

**Lyndon EMSLEY**  
Lyndon.Emsley@ens-lyon.fr

7. Professeur, directeur du Centre européen de RMN.



Regards sur l'Institut  
des sciences  
analytiques, au premier  
rang européen

La chimie analytique est traditionnellement bien implantée à Lyon, place forte nationale de la chimie industrielle. Les relations entre chercheurs et acteurs industriels y sont très actives.

Toutefois les forces de recherche sont actuellement dispersées, avec le Service central d'analyse du CNRS localisé à Solaize, le laboratoire de sciences analytiques du campus universitaire de la Doua, à Villeurbanne, le groupement de Lyon du Cemagref avec la plus importante équipe de chimistes de l'environnement. Aussi, sous l'impulsion de la région Rhône-Alpes, de l'Etat, et de la communauté de communes du Grand Lyon, le regroupement de ces forces a-t-il été programmé. L'objet à terme est de construire sous maîtrise d'ouvrage CNRS les bases d'un Institut des sciences analytiques (ISA) ayant la taille, la visibilité et l'ambition de premier niveau au plan européen. En 2010-2011, plus de

200 permanents travailleront dans l'ISA.

**Quatre grands domaines d'application des sciences analytiques seront développés à ISA :**

**Sciences du vivant et santé :** Ce domaine a stimulé ces vingt dernières années un très grand nombre de développements en chimie analytique. L'exemple le plus frappant en est l'impressionnante montée en puissance de la spectrométrie de masse. A l'heure actuelle, les demandes les plus importantes portent sur la diminution du temps d'analyse et l'augmentation de la sensibilité. La caractérisation de plus en plus précise de très grosses molécules (> 2000 Kda) ou la contribution au processus d'innovation en «*Drug discovery*», en développant des méthodes rapides et efficaces de caractérisation systématique des produits élaborés, font partie des grands enjeux actuels. Il en va de même pour le transfert vers les laboratoires de contrôle de méthodes clés en main. Le tout se place dans un contexte où l'on assiste au développement exponentiel des microsystèmes analytiques en même temps que les chercheurs doivent faire face à des flux de données importants qu'il faut traiter et interpréter.

**Environnement :** L'évaluation du risque des substances chimiques vis-à-vis des écosystèmes est au cœur des préoccupations de la recherche européenne. La surveillance de l'environnement suppose que l'on soit capable de contrôler le bon état chimique des eaux, de l'air et des sols, notamment en référence aux normes

(contaminants prioritaires et substances émergentes) fixées par les directives européennes. Les conséquences de la mise en place de nouvelles réglementations européennes (REACH, Directive Cadre Eau, etc.) vont générer des besoins importants de méthodes d'analyse et de caractérisation des produits et substances chimiques et aussi de leurs métabolites dans les milieux biologiques et environnementaux. De plus, la détermination des différentes formes physico-chimiques d'une substance est indispensable à l'évaluation du risque ou du devenir associé à la présence d'un contaminant dans l'environnement. Les priorités en matière de développement analytique concernent en particulier la nécessité d'abaisser les limites de détection et de quantification de micro-polluants organiques et minéraux, mais aussi de développer des nouvelles méthodes pour de nombreux composés émergents, dont les perturbateurs endocriniens sont un bon exemple. Enfin, le contrôle et la surveillance des milieux (air, eaux, sols) imposent le développement de capteurs et d'analyseurs sur site robustes, sensibles et peu onéreux, pour des contaminants variés.

**Agro-alimentaire :** La pression réglementaire et le souci de mieux préserver la santé des consommateurs génèrent de grands besoins, tant dans le contrôle en ligne et le contrôle qualité des produits, que dans la caractérisation et l'identification de nouvelles substances, comme les allergènes ou les mycotoxines. D'autres besoins de recherche analytique sont générés par la perspective de pouvoir valoriser ces produits naturels en contrôlant *in fine* leur effet sur la

santé. Enfin, il existe un très grand champ de recherche dans le domaine de la nutrition, à travers le développement des approches métabolomiques où les attentes sont très fortes pour les méthodes utilisant en synergie la spectrométrie de masse et la RMN.

**Industrie (chimie, procédés, matériaux) :** L'analyse en ligne est une grande priorité. Il s'agit de placer l'analyse au cœur des procédés pour pouvoir en contrôler l'efficacité et la sécurité. Elle permettra des progrès importants dans une démarche de développement durable. La

miniaturisation des systèmes analytiques, le développement de capteurs et de senseurs en sont des réponses. Les exigences en matière de productivité et de qualité sont très clairement affichées : rapidité, *in-situ*, haut débit. La nouvelle «chimie durable» impose aussi de limiter la taille des échantillons.

La chimie analytique intervient à tous les niveaux dans le développement de la chimie « verte ». En amont d'abord, avec la conception du procédé et le contrôle des matières premières. Au cœur du procédé ensuite, avec le contrôle,

l'analyse en ligne et l'acquisition de données thermodynamiques sur des systèmes complexes. Enfin, en aval, avec la maîtrise des impacts des installations, des effluents et des déchets. La notion de laboratoire de référence, permettant la certification et la qualification des méthodes analytiques employées dans l'industrie, apparaît très clairement.

*Pierre TOULHOAT<sup>8</sup>*  
*isa.cnrs.fr*

---

8. Directeur de recherche, chef de projet pour l'isa

---