



www.cnrs.fr

Etude sur les métiers de l'informatique dans les laboratoires de recherche (BAP E)

Automne 2009

Réalisée par Françoise Berthoud,
Violaine Louvet, Jean-Yves Hangouët, Véronique Baudin
Avec le concours de l'Observatoire des métiers
et de l'emploi scientifique

Les métiers de l'informatique dans les laboratoires de recherche

Automne 2009

Etude coordonnée par :

Madame Françoise Berthoud

chargée de mission auprès de l'Observatoire des métiers et de l'emploi scientifique
de la Direction des ressources humaines du CNRS

Sous groupes pilotés par :

Violaine Louvet,

Jean-Yves Hangouet

et Véronique Baudin

Avec le concours de l'Observatoire des métiers et de l'emploi scientifique du CNRS.

(La liste complète des membres des groupes de travail et des relecteurs figure en annexe 2)

Résumé exécutif

Cette étude porte sur les métiers de l'informatique au sein des unités de recherche. Elle décrit comment ces métiers influent directement sur la qualité des recherches et comment ces derniers sont intégrés au plus près des programmes développés. A partir d'une analyse détaillée de la situation actuelle et des tendances d'évolution, ce rapport propose des recommandations pour l'avenir, en particulier pour optimiser le développement de la recherche qui est très fortement corrélé au développement de l'informatique.

L'analyse est issue d'une enquête et d'entretiens qui ont permis de :

[1] caractériser quantitativement et qualitativement ces métiers qui recouvrent de nombreuses spécificités, souvent mal différenciées au sein des unités, en les distinguant en deux grands domaines :

- Les métiers relevant du système d'information et de l'administration des systèmes et réseaux (SISR).

Ces métiers ont une spécificité en raison des différents types de matériel qui coexistent sur un réseau (stations d'acquisition, boîtiers de commandes, serveurs de calcul, etc...) et des spécificités systèmes / réseaux et logiciels liées à la recherche.

- Les métiers relevant du développement d'applications, du calcul scientifique, des bases de données scientifiques.

Ces métiers participent directement aux travaux de recherche.

(2) préciser la nature et le contenu des pratiques collectives et les **conséquences induites** en termes de modes d'organisation, d'évolution technologique et de développement professionnel.

- Au niveau organisationnel, les informaticiens en charge du système et réseau sont le plus souvent isolés dans leur laboratoire. Les informaticiens en informatique scientifique sont intégrés aux équipes de recherche mais sans lien avec d'autres informaticiens du même métier.
- L'évolution technologique - architectures hautes performances, complexification des systèmes, outils associés à la mobilité ...- l'évolution des usages - nomadisme, forte augmentation des besoins en calcul numérique, explosion du volume des données scientifiques ...- et le fonctionnement de la recherche - mode projet, sur financement propre - modifient les contextes d'exercice des métiers. Ceci implique des exigences nouvelles :
 - ♦ une disponibilité accrue des informaticiens,
 - ♦ la mise en place et la maintenance d'outils collaboratifs,
 - ♦ la gestion d'espaces de stockage de données,
 - ♦ la pérennisation et la valorisation des développements.
- En matière de développement professionnel, les informaticiens ont une pratique d'auto-formation en raison d'un manque de disponibilité et d'une offre de formation mal ciblée. Les réseaux métier Resinfo et Calcul participent de façon importante à la transmission des savoirs mais ciblent principalement les ingénieurs et manquent de moyens.

Ces constats permettent de dégager un certain nombre de points d'amélioration sous forme de **principes structurants** qui demandent à être approfondis et discutés :

- Réfléchir à la mise en place d'une coordination nationale de l'informatique de laboratoire, adaptée aux spécificités des différentes cultures scientifiques.

- Envisager la mise en œuvre de dispositifs communs à l'échelon national tels que : serveur de mail @cnrs.fr ; forge CNRSForge.
- Renforcer la proximité des informaticiens avec la recherche tout en réfléchissant à un regroupement des personnels au sein de structures locales inter-laboratoires (éventuellement « virtuelles ») afin de renforcer les liens, permettre des spécialisations, des mutualisations de services et de compétences.
- Développer les démarches qualités (itil ou iso) afin de mettre en place les processus nécessaires à la qualité de fourniture de service
- Valoriser les logiciels développés dans l'organisme en les diffusant largement.
- Aider les directeurs d'unité à formaliser leurs demandes de postes IT en informatique, notamment en amont de la négociation du contrat quadriennal.

Ces principes structurants conduisent à des **recommandations prioritaires** :

- Faciliter le développement des réseaux technologiques et l'implication des informaticiens au sein de ces réseaux (réseaux Resinfo , Calcul et FIND)
- Prévoir la création d'une famille professionnelle dédiée à l'exploitation des bases de données scientifiques.
- Assurer un meilleur suivi des parcours professionnels et des mobilités des informaticiens.
- Inciter les personnels à transmettre leurs savoirs en présentant leur travail sous forme de séminaires, communications, formations internes ou publications.
- Organiser / renforcer au niveau national des filières de formation adaptées telles que des écoles thématiques ou technologiques

Sommaire

Résumé exécutif	3
1 Introduction	7
1.1 Le contexte	7
1.2 La finalité de l'étude	7
1.3 Le périmètre de l'étude	7
1.4 La méthodologie utilisée	8
2 Les métiers de l'informatique dans les laboratoires de recherche	9
2.1 L'architecture du système d'information et l'administration des systèmes et des réseaux (SISR)	9
2.2 L'informatique scientifique	9
2.3 Les caractéristiques des métiers de l'informatique	10
2.3.1 Les métiers liés au SISR	10
2.3.2 Les métiers de l'informatique scientifique	12
3 L'organisation de l'informatique	15
3.1 Au niveau de l'organisme	15
3.2 Au sein des laboratoires	16
3.2.1 L'organisation des moyens humains affectés au SISR	16
3.2.2 L'organisation des moyens humains affectés à l'informatique scientifique	18
3.3 Les conséquences de ce mode d'organisation	19
3.3.1 Les points forts	19
3.3.2 Les points d'amélioration	20
3.3.3 Les risques	21
4 L'évolution de l'environnement, des usages et des métiers	22
4.1 L'évolution des besoins scientifiques et des usages	22
4.1.1 Le domaine du SISR	22
4.1.2 Le domaine de l'informatique scientifique	24
4.2 L'impact des évolutions technologiques sur les métiers	25
4.2.1 Le domaine du SISR	25
4.2.2 Le domaine de l'informatique scientifique	25
4.3 L'évolution (structure, contraintes environnementales)	26
4.3.1 Le domaine du SISR	26
4.3.2 Le domaine de l'informatique scientifique	27
4.4 L'acquisition des compétences	28
4.4.1 Compétences des personnels en regard de leurs fonctions	28
4.4.2 La formation	28
5 Les recommandations	30
5.1 L'organisation au niveau institutionnel	30
5.2 L'organisation au niveau (inter)-laboratoire	30
5.3 La reconnaissance et le développement des compétences	32
6 Annexes :	34
6.1 Annexe 1 – Lettre de cadrage	34
6.2 Annexe 2 : Contributeurs	36
6.3 Annexe 3 : Questionnaire centré sur les métiers liés au Système d'information, du laboratoire, aux systèmes réseaux.	38
6.4 Annexe 4 : Questionnaire centré sur les métiers liés au développement au calcul scientifique, aux statistiques et aux SI scientifiques	42
6.5 Annexe 5 : Trame de l'entretien avec les directeurs de laboratoire	44

Après une rapide introduction présentant l'objet de l'étude et la méthodologie utilisée, ce rapport propose un descriptif des métiers de l'informatique en appui à la recherche en les organisant selon deux grandes familles (« Système d'Information, Systèmes et Réseaux » d'une part et Informatique Scientifique d'autre part). La seconde partie du rapport dresse un état des lieux de l'organisation actuelle de l'informatique au sein des laboratoires (organisation humaine) et en pointe les conséquences : points forts, points d'amélioration et risques. Enfin, les tendances d'évolution sont analysées et décrites selon le point de vue des besoins scientifiques et des usages, des évolutions technologiques et des contraintes externes. La question de l'acquisition des compétences est abordée en fin de partie.

Avec le souci d'optimiser le développement de la recherche et à partir des éléments d'analyse précédents, des recommandations sont formulées et des pistes de réflexion sont proposées en dernière partie.

1. Introduction

1.1 Le contexte

La mise en place des différentes agences de moyens et d'évaluation, les nouvelles formes de structuration de la recherche (Pres, RTRA, ...) ont engendré une profonde modification de l'environnement organisationnel et professionnel des équipes de recherche. A ceci s'ajoutent d'importantes évolutions technologiques.

L'avancée des connaissances scientifiques nécessite une adaptation rapide des systèmes et des protocoles, généralement spécifiques et très évolutifs. La continuité de l'appui des métiers de l'informatique aux équipes est par conséquent un point sensible pour la réussite des activités de recherche.

1.2 La finalité de l'étude

Cette étude a pour finalité de décrire comment les « métiers de l'informatique dans les laboratoires de recherche » participent aux activités de recherche et influent sur la qualité des travaux.

Plus particulièrement, il s'agit :

1 - d'identifier et de décrire, non seulement les activités individuelles, mais aussi les pratiques collectives liées à l'informatique et les conséquences attendues en termes d'organisation, de métiers et de développement professionnel.

2 - de caractériser ces activités rencontrées, quantitativement et qualitativement, suivant les diverses filières professionnelles.

L'analyse conduira à un certain nombre de recommandations pour optimiser les moyens en informatique. Ces recommandations sont liées aux réorganisations de la recherche.

1.3 Le périmètre de l'étude

Le périmètre de l'étude concerne exclusivement les métiers de l'informatique au sein des laboratoires de recherche¹. Tous les personnels des unités, appartenant ou non au CNRS, sont concernés. Les interactions de l'informatique du laboratoire avec des structures informatiques externes au laboratoire, seront abordées. Ces structures externes sont par exemple des services réseau, des mésocentres, des services informatiques universitaires.

Il convient de préciser que cette étude ne traite pas des services informatiques du CNRS en charge du système d'information lié à l'informatique de gestion (applications financières, ressources humaines, valorisation, etc...). Elle ne traite pas non plus des métiers où l'informatique est certes indispensable mais est envisagée comme un outil, tels que la documentation, l'électronique, etc...

¹- BAP E : familles systèmes d'information, calcul scientifique, statistiques, développement et administration des systèmes et des réseaux.

1.4 La méthodologie utilisée

Les objectifs de cette étude placent les enjeux à trois niveaux :

- 1 - le fonctionnement actuel des laboratoires (points forts et points d'amélioration).
- 2 - le ressenti des ITA (Bap E) qui sont les acteurs.
- 3 - le futur de la recherche et son articulation avec l'organisation de l'informatique dans les laboratoires.

Dans ce contexte, Il est apparu important de conduire l'analyse sur la base d'une enquête auprès des personnels concernés (BAP E) et d'entretiens menés auprès d'un certain nombre d'acteurs de la recherche.

Cette étude est donc fondée sur des éléments issus :

1 - De deux enquêtes menées auprès des personnels de laboratoire exerçant une fonction de services informatiques :

- une enquête centrée autour des métiers liés aux systèmes d'information, systèmes et réseaux² dans le cadre des laboratoires de recherche. Cette enquête a recueilli 271 réponses complètes et 87 réponses partielles. L'échantillon représente assez bien la population concernée (proportion selon les corps) ;
- une enquête centrée autour des métiers liés au développement, calcul scientifique et statistique³ qui a recueilli 215 réponses complètes et 57 partielles (89% des réponses proviennent d'IR et d'IE).

La population totale des personnels (CNRS ou autres) exerçant une fonction d'informaticien dans les laboratoires de recherche s'élève aujourd'hui à 2225 personnes (source labintel 2009). L'échantillon ayant répondu à l'enquête représente donc environ 25% de la population totale. La répartition des réponses par institut correspond à la réalité pour tous les instituts scientifiques à l'exception de l'IN2P3 et de l'Insu qui sont légèrement sous-représentés.

Les données chiffrées sont donc issues directement ou indirectement,

- soit de labintel : ces informations sont à prendre avec précaution parce que la mise à jour des informations sur les personnels qui ne sont pas employés par le CNRS n'est pas garantie.
- soit des enquêtes effectuées auprès des informaticiens.

2 - D'une quinzaine d'entretiens à partir d'une trame commune⁴ menés auprès de directeurs de laboratoires représentant les 9 instituts actuels du CNRS.

3 - D'une vingtaine d'entretiens menés auprès de chercheurs de différentes disciplines.

4 - D'entretiens menés auprès **de professionnels de la communauté informatique.**

2 - Le questionnaire de cette enquête figure en annexe 3

3 - Le questionnaire de cette enquête figure en annexe 4

4 - La trame de cet entretien figure en annexe 5

2. Les métiers de l'informatique dans les laboratoires de recherche

Les métiers de l'informatique dans les laboratoires de recherche s'organisent selon deux grands domaines d'activité professionnelle.

2.1 L'architecture du système d'information et l'administration des systèmes et des réseaux (SISR)

Ce domaine recouvre l'ensemble des activités liées à l'organisation, la mise en place et l'exploitation des moyens informatiques nécessaires au travail des chercheurs et des personnels en support à la recherche :

- Gestion des réseaux et systèmes informatiques : conception et déploiement de l'infrastructure réseau du laboratoire, mise en place et maintenance de postes de travail et d'expérimentation, déploiement de serveurs de service, serveurs de calcul et de données.
- Sécurité et protection du patrimoine scientifique : mise en place, adaptation au contexte du laboratoire de la Politique de Sécurité des Systèmes d'Information des organismes de tutelle ; définition, mise en œuvre des procédures de sécurité qui en découlent.
- Assistance aux utilisateurs : dépannage et aide à l'utilisation de matériels et logiciels, rédaction de documentation, formation des utilisateurs.
- Gestion de projets, encadrement : spécification, planification, coordination des moyens matériels et humains.

2.2 L'informatique scientifique

Ce domaine recouvre l'ensemble des activités liées au calcul scientifique, au développement d'applications, aux bases de données scientifiques et aux statistiques scientifiques. Ces métiers sont en accompagnement direct à la recherche.

- Calcul scientifique : mise en œuvre des méthodes mathématiques afin de réaliser (le plus souvent sur des serveurs de calcul) des modélisations (confrontation avec un modèle théorique) et des simulations numériques de phénomènes physiques, biologiques, chimiques etc... pour appréhender ces phénomènes lorsque l'expérience réelle est trop coûteuse ou impossible à réaliser (trop long/court, dans le futur, trop loin, trop grand/petit, milieu hostile etc...).
- Bases de données scientifiques (souvent nationales ou internationales) : spécification des flux et des modèles de données, des architectures, des formats et des pré et post traitements (réductions, corrélations), gestion des métadonnées, développement d'interfaces d'accès, mise à jour des données
- Statistiques : conception, choix d'outils statistiques adaptés à la problématique, analyse statistique.
- Développement d'applications : conception, définition de l'architecture logicielle et matérielle, mise en œuvre, documentation, valorisation d'applications informatiques dans différents domaines pour :
 - ♦ l'exploitation et le contrôle d'instruments d'expériences scientifiques (robots, automatisation de bancs de mesures, satellites etc...)
 - ♦ la mise en œuvre et l'expérimentation de protocoles de communication, de coopération, etc...
 - ♦ la mise en œuvre de modèles de conception et de développement de nouvelles applications informatiques, etc...

2.3 Les caractéristiques des métiers de l'informatique

Cette partie de l'étude décrit plus précisément les différents métiers de l'informatique au sein des laboratoires de recherche et définit leurs spécificités.

2.3.1 Les métiers liés au SISR

Le contexte de travail dépend de la spécificité du laboratoire et les besoins en informatique sont en partie liés aux disciplines scientifiques. Mais l'outil informatique est la clé de voûte du travail de recherche, en tant qu'outil de traitement des données, vecteur de communication, de pilotage d'expérimentations réelles et support de modélisation/simulations numériques.

La « gestion » de l'ensemble des moyens informatiques, spécifiques de l'activité de recherche, est confiée aux Administrateurs Systèmes et Réseaux (par la suite noté ASR). Les travaux de recherche exigent de leur part une approche prospective, novatrice et adaptative.

Les activités des ASR⁵ se répartissent dans les domaines suivants:

- Administration de systèmes informatiques : mise en place et maintenance de postes de travail et d'expérimentation, déploiement de serveurs de calcul et de données.
- Gestion des réseaux informatiques : conception et déploiement de l'infrastructure réseau du laboratoire.
- Sécurité et protection du patrimoine scientifique : mise en œuvre des procédures de sécurité dictées par la PSSI (politique de sécurité des systèmes d'information) des organismes de tutelle et celle du laboratoire.
- Assistance aux utilisateurs : dépannage et aide à l'utilisation de matériels et logiciels spécifiques, rédaction de documentation.
- Gestion de projets, encadrement d'équipe, gestion des budgets informatiques d'équipement et de fonctionnement.
- Activités à la frontière des emplois-types d'ASR : développements logiciels, participation à des projets de calcul scientifique ou d'expérimentation.
- Activités participatives : enseignement, présentation dans des colloques, participation à des groupes de travail, réseau-métier.

Par ailleurs, il convient de noter que :

- L'activité de support aux utilisateurs et d'administration des serveurs (gestion des accès, messagerie, web, impressions) et postes de travail représente la part la plus importante du travail des ASR.
- Les tâches liées à la protection du patrimoine scientifique (sauvegarde, archivage, sécurité des systèmes d'information, etc...), ainsi que l'administration réseau correspondent elles aussi à une part importante de leur activité

5 - Administrateurs Systèmes et Réseaux

- Les ASR gèrent également les postes d'expérimentations et les serveurs de calcul des laboratoires. • D'une façon générale, les ASR s'occupent peu du câblage réseau. Cette activité est souvent sous-traitée à des prestataires extérieurs pour les petites structures ou réalisée par des personnels techniques électriciens formés à ces techniques pour des laboratoires disposant de ces ressources humaines.
- La participation des ASR à des projets de calcul scientifique, d'instrumentation ou de développement logiciel concerne principalement les corps d'ingénieurs.
- L'encadrement d'équipe et la gestion de projets sont menés principalement par des ingénieurs de recherche et dans une moindre mesure par des ingénieurs d'études.
- Une grande partie des ASR (principalement les ingénieurs) participe à des groupes de travail et des réseaux de métier.
- Les ingénieurs de recherche sont nombreux à s'impliquer dans des projets de recherche et des activités d'enseignement et de publication.

En conclusion, les spécificités de l'ASR se caractérisent par :

- La proximité dans l'assistance aux utilisateurs car les ASR viennent en support sur des applications très spécifiques développées et implémentées sur des postes d'expérimentation ou de calcul.
Ex : la définition d'un cahier des charges, l'achat d'un cluster de calcul de laboratoire et sa mise en œuvre matérielle et logicielle sont intrinsèquement liés. Les choix correspondent spécifiquement aux projets de recherche qui vont l'exploiter et l'ASR est la personne qui implémente les technologies selon les choix scientifiques. L'ASR est donc la personne compétente pour effectuer la formation, le transfert de compétences et l'assistance auprès des utilisateurs (ingénieurs calcul scientifique et chercheurs).
- Une connaissance précise du contexte, des thématiques de recherche et des besoins informatiques indispensables (y compris et surtout dans le support aux applications scientifiques).
Ex : les boîtiers de commandes nécessaires à la recherche sont maintenant dotés d'interfaces réseaux et souvent de systèmes d'exploitation. Intégrer ces nouveaux éléments dans le réseau du laboratoire en respectant les règles de sécurité, tout en offrant aux chercheurs (parfois extérieurs) le service correspondant à distance, comme le pilotage à distance d'expériences, nécessite une excellente connaissance du contexte.
- La disponibilité des services mis en place par les ASR et leur réactivité permanente face aux pannes informatiques.
Ex : lorsqu'un commutateur fédérant des serveurs critiques du laboratoire est en panne, son remplacement physique doit s'opérer dans les plus brefs délais. La mise en place de liens réseaux et de services redondants permet d'assurer une haute disponibilité des services informatiques.
- L'expertise et la compétence dans le soutien à la recherche (renforcé par une double compétence très souvent présente informatique et scientifique des ASR dans les laboratoires (bio-informaticien, informaticien/chimiste, informaticien/physicien, etc...) : les outils informatiques nécessaires à la recherche scientifique ne sont pas les outils génériques que l'on retrouve dans les domaines traditionnels de l'informatique comme la gestion ou les services (DNS, Web, messagerie, etc...), mais font appel par exemple à des noyaux temps réels, des outils de parallélisation, des optimisations de modules d'OS, des systèmes de fichiers adaptés à la manipulation de très grandes bases d'objets, etc...
- L'adaptabilité, l'innovation et l'anticipation qui leur permettent d'intervenir sur des systèmes souvent différents dont la complexité ne cesse de croître et de répondre à des besoins variés.
Ex : le pilotage de postes d'expérimentation fait souvent appel à des noyaux systèmes spécifiques et nécessite un apprentissage rapide et permanent de nouveaux environnements.

La présence d'un ASR ou d'une équipe d'ASR dans un laboratoire permet donc aux chercheurs de s'investir d'avantage dans leurs activités de recherche, car ils se retrouvent déchargés de toute la partie technique de l'informatique dont la complexité d'implémentation ne cesse de croître et qui requiert une mise à niveau constante.

2.3.2 Les métiers de l'informatique scientifique

Le contexte de travail des métiers de l'informatique scientifique est très fortement lié à la discipline scientifique dans laquelle ces personnels évoluent, à la taille et au mode de fonctionnement du laboratoire.

L'informatique scientifique accompagne de façon étroite les activités de recherche. Dans la majorité des cas, les personnels sont affectés tout ou en partie à une équipe scientifique (55% des personnels en moyenne ; 64% pour les IR).

Par ailleurs, la majorité des personnels en informatique scientifique a une double compétence scientifique/informatique (63% des répondants déclarent avoir une double compétence dans le domaine scientifique du laboratoire dans lequel ils travaillent)⁶.

Les activités des informaticiens des familles développement, statistiques et calcul scientifique se répartissent dans les domaines suivants :

- Spécification des développements ou plus généralement des besoins en lien avec les chercheurs : analyse des besoins, conception, choix architecturaux matériels et logiciels...
- Développement de codes et d'applications : intégration, débogage, optimisation, parallélisation, portage sur différentes architectures, choix des outils logiciels (production et suivi de codes).
- Développement, implémentation et test de nouvelles méthodes numériques adaptées à l'évolution de la complexité des modèles.
- Modélisation, paramétrage, confrontation avec les modèles théoriques, avec les données expérimentales.
- Bases de données : modélisation et conception, développement des applications de requêtes et de mise à jour, évolution avec le domaine scientifique, optimisation et exploitation opérationnelle des bases, insertion des bases dans les archives virtuelles européennes ou mondiales, archivage des données.
- Statistiques : choix et mise en œuvre de méthodes statistiques et d'exploration de données scientifiques adaptées au contexte scientifique concerné.
- Participation aux projets de recherche, aspects de « management » (ANR, européen, ...) : gestion de projet, encadrement d'équipe (dont stagiaires, CDD, co-encadrement de thésards), gestion des budgets, suivi des contrats, ...
- Expertise : veille technologique autour des différents aspects de l'informatique scientifique (méthodes numériques, algorithmes, méthodes de développement, outils de développement, bibliothèques parallèles, architectures des machines...).
- Valorisation : participation à la diffusion et à la valorisation de logiciels produits dans le cadre du laboratoire.

6 - Estimation issue de l'enquête 2009 auprès des personnels concernés

- Transfert et valorisation des connaissances et savoir-faire par le biais d'enseignements, de formations professionnelles, de production et de présentations d'articles dans des congrès, de participation à des groupes de travail, à des réseaux métiers et à des structures de diffusion et de partage de connaissances.
- Activités à la frontière des fonctions ASR : gestion des machines de calcul, choix des architectures, des systèmes, des configurations ...

L'informatique scientifique répond à des besoins de la recherche tels que développement de codes de calcul, parallélisation des codes sur architecture hautes performances, élaboration et tests de nouvelles méthodes numériques, développements, en particulier :

- Développement de codes de calcul pour la modélisation et la simulation numériques des phénomènes physiques, biologiques, ... difficiles ou impossibles d'accès par l'expérience réelle. Développement de modèles numériques de plus en plus complexes.
- Parallélisation des codes de calcul sur les architectures hautes performances les plus actuelles (massivement parallèle, processeur graphique, grille de calcul ...) afin de faire face à la complexité croissante des modèles et à l'augmentation des tailles des domaines de calcul.
- Elaboration et tests des nouvelles méthodes numériques de plus en plus efficaces, en lien étroit avec les mathématiciens appliqués (EDP, Analyse), prenant en compte de mieux en mieux les phénomènes à simuler, en proche collaboration avec les spécialistes des disciplines scientifiques.
- Développement de systèmes embarqués, de logiciels de commande, d'acquisition de données sur des matériels spécifiques, développement de bancs de tests et de mesures, développement d'outils d'analyse et de visualisation de grosses masses de données, utilisation de techniques de 'data mining' pour le traitement et la réduction des très gros volumes de données, en étroite collaboration avec les chercheurs. Une partie de ces activités fait elle-même l'objet de recherche (mathématiques appliquées, algorithmes ...) et les personnels en informatique scientifique sont donc au cœur de la recherche, à l'interface de plusieurs disciplines de laboratoire.
- Développement d'IHM (Interface Homme Machine) et d'outils d'analyse et de visualisation de données provenant d'expérimentations de laboratoire ou de grands instruments (satellites ...).

La plupart des activités des métiers de l'informatique scientifique est en prise directe avec la recherche. D'ailleurs, 50% des répondants déclarent faire de la recherche de façon fréquente ou permanente et 30% de manière occasionnelle⁶.

Les liens étroits illustrant les spécificités de l'informatique scientifique en soutien à la recherche se déclinent de la façon suivante :

- Une intégration forte dans le processus de recherche. Ces personnels participent ainsi très souvent aux projets scientifiques : près de 70% des répondants déclarent participer à ce type de projets. La recherche s'appuie très souvent sur les codes et les applications en complément, en soutien d'expériences ou à la place d'expériences non réalisables (exemple de la modélisation du climat).
- L'expertise et les compétences, la plupart du temps à la fois dans les aspects technologiques de leur métier propre et dans les aspects scientifiques de leur laboratoire, s'illustrent par une participation importante aux publications : plus de 65% des répondants collaborent aux publications, quelque soit leur emploi-type (du T à l'IR), par des co-encadrements de thèses ou de post-doctorats (certains de ces personnels ont une HDR). Le transfert de connaissances se fait très régulièrement à travers des interventions dans des formations (universitaires, écoles d'ingénieurs, mais aussi professionnelles).

- Une disponibilité et une proximité qui permettent d'assurer la continuité de la mise à disposition des outils de recherche que sont les très grandes bases de données scientifiques, les moyens de calcul, les logiciels et codes en soutien aux expériences.

La présence de personnels de l'informatique scientifique dans un laboratoire de recherche apporte un appui technique et scientifique qui permet aux chercheurs de se centrer sur leurs recherches et de bénéficier d'outils et de méthodes adaptées à leurs activités.

Remarque : l'informatique scientifique est également importante en soutien aux moyens nationaux d'Observations. Les grandes bases de données dans les laboratoires Insu en Sciences de la Terre par exemple sont « adossées » à des Instruments Nationaux d'Observation et les informaticiens collaborent étroitement avec les chercheurs, et les personnels CNAP en charge de ces instruments (exemple : réseau Geoscope, réseau Accélérométrique Permanent) ; par ailleurs le périmètre de leurs interactions avec des chercheurs dépassent le cadre d'un seul laboratoire.

3. L'organisation de l'informatique

3.1 Au niveau de l'organisme

Il paraît important de souligner, à l'échelle de l'organisme, l'inexistence de structures fédératives ou de structures de direction concernant l'informatique en appui à la recherche. Il n'y a donc pas de coordination générale, excepté sur les aspects de sécurité du système d'information.

Cette situation est spécifique du CNRS. Elle ne se retrouve pas dans les autres EPST (Inra, Inria, Cemagref, etc...), ni dans les universités.

Les moyens humains correspondant aux besoins informatiques sont directement affectés par les instituts scientifiques aux laboratoires de recherche.

Au CNRS, les structures liées à l'informatique sont les suivantes :

- DSI (Direction des systèmes d'information) : conception des outils informatiques de gestion (finances, personnels, valorisation, ...).
- Services informatiques des délégations régionales : gestion des moyens humains et financiers, déploiement des outils de la DSI au niveau régional, coordination sécurité informatique.
- Service du Fonctionnaire de sécurité et de défense : définition de la politique de sécurité du CNRS, pilotage de la chaîne fonctionnelle.
- Renater⁷ est un GIP qui permet le raccordement via les réseaux de collectes régionaux de plus de 1000 sites. Ce réseau fournit une connectivité nationale et internationale, il évolue régulièrement en fonction de l'évolution des technologies et des capacités des infrastructures disponibles.
- Unité Réseau du CNRS (UREC) : expertise technique sécurité informatique, réseau.
- Centre de ressources informatiques (Cri) : rares au CNRS, présents dans toutes les universités. Un Cri fournit des services informatiques (réseau, messagerie, serveur de nom, etc..).
- Centres de calcul nationaux (IDRIS, CINES, CCRT, CC-IN2P3) ou régionaux (mésocentres⁸) : offrent des moyens de calcul et de formation en lien avec le calcul hautes performances (HPC).

Les Réseaux métier sont des structures transversales favorisant le partage de connaissances et les transferts de compétences (Resinfo pour les ASR, Calcul pour le Calcul scientifique, « FIND⁹ » pour les développeurs – en cours de création). Ces structures sont nationales ; elles sont sous la tutelle de la MRCT (UPS du CNRS, Mission ressources compétences technologiques). Les réseaux métier n'ont pas une vocation fonctionnelle mais un rôle de « catalyseur » d'échanges et de partage.

7 - Réseau national de télécommunications pour la technologie l'enseignement et la recherche

8 - Un mésocentre est un ensemble de moyens humains, de ressources matérielles et logicielles à destination d'une ou plusieurs communautés scientifiques, issues de plusieurs entités (EPST, Universités, Industriels) en général d'une même région, doté de sources de financement propres, destiné à fournir un environnement scientifique et technique propice au calcul haute performance.

9 - Fédération des informaticiens développeurs

3.2 Au sein des laboratoires

Près de la moitié des laboratoires dispose en interne d'un informaticien. Mais, 48% des unités de recherche associées au CNRS¹⁰ n'ont pas d'informaticiens de la famille professionnelle liée à l'administration système et réseau.

Plusieurs directeurs de laboratoire, dans le cadre de cette étude, font part de leurs difficultés lorsque les besoins de modélisation, de maintien d'une base de données scientifiques, d'administration systèmes et réseaux de calculateurs, etc... ne sont pas pris en charge. Dans un tel contexte, ces activités reviennent le plus souvent à des chercheurs, des étudiants, voire des CDD lorsque les moyens financiers du laboratoire le permettent.

Les besoins « bureautiques » sont quant à eux assurés par chacun ou dans le meilleur des cas par un service externalisé sur un campus.

L'ensemble de ces situations est ressenti par les directeurs de laboratoire comme extrêmement préoccupant par rapport à la **préservation du patrimoine scientifique**.

Dans le cadre du développement logiciel et/ou du calcul scientifique, en l'absence de personnel qualifié au laboratoire, les chercheurs se tournent également vers les mêmes solutions de substitution (des thésards, des CDD, etc...). Concernant le calcul scientifique, les centres nationaux et les mésocentres constituent des alternatives intéressantes sur les aspects matériels et parfois formation ; cependant, les moyens humains disponibles actuellement dans ces centres ne permettent pas toujours d'apporter tout le soutien nécessaire aux activités de recherche.

Par ailleurs, la mise en place récente du dispositif d'attribution de la PFI (Prime de fonction informatique) a certes permis une augmentation des revenus des agents concernés, mais elle a surtout introduit de sérieux problèmes au sein de l'organisme par rapport aux métiers concernés :

- les niveaux de primes sont très différents et correspondent à des fonctions « historiques » qui ne sont pas comprises.
- cette prime constitue un frein à la mobilité (un informaticien ne peut percevoir la prime que si il exerce ses fonctions dans un service homologué CATI (Centre Automatisé de Traitement de l'information) ; Or, tous les services informatiques des laboratoires ne sont pas homologués.
- cette prime n'est attribuable qu'aux agents de la bap E ; or plusieurs bap (sciences du vivant –A-, Sciences de l'Ingénieur et Instrumentation Scientifique –C- et Documentation, édition et communication –F-) proposent des métiers où la composante informatique constitue une partie importante du cœur du métier.

3.2.1 L'organisation des moyens humains affectés au SISR

Effectifs et organisation :

De façon générale, lorsqu'ils ne sont pas isolés, les administrateurs systèmes et réseaux travaillent au sein du service informatique du laboratoire. Selon les données Labintel, le CNRS compte environ 1000 laboratoires. La moitié de ces laboratoires, soit environ 500, ne déclarent pas d'ASR dans Labintel.

Pour les 500 autres laboratoires: dans plus de 77% des cas (soit 37% de l'ensemble des laboratoires), l'équipe se réduit à moins de 2 personnes (1 ou 2), et pour les unités disposant d'un personnel ASR (55% , soit environ 28% de l'ensemble des laboratoires), l'équipe se réduit à 1 personne isolée du fait de l'inexistence d'une structure globale.

¹⁰ - Données labintel 2009

La figure 1 présente la taille de l'équipe dédiée au SISR pour l'ensemble des unités de recherche (hors moyens communs et grands centres de calcul) disposant d'au moins un Administrateur système et réseaux.

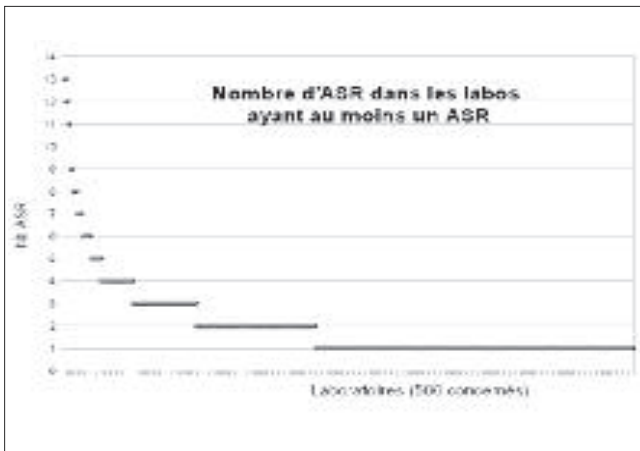


Figure 1 : Taille des équipes dédiées au SISR lorsque le laboratoire dispose d'au moins un personnel

Le « taux » moyen d'ASR/nombre d'utilisateurs diminue en fonction de la taille du laboratoire (cf figure 2), mais le fait le plus marquant est l'extrême variabilité des situations. Cette variabilité dépend de plusieurs facteurs : thématiques de recherche, nature des projets, situation géographique du laboratoire par rapport à d'autres services réseaux, d'université...

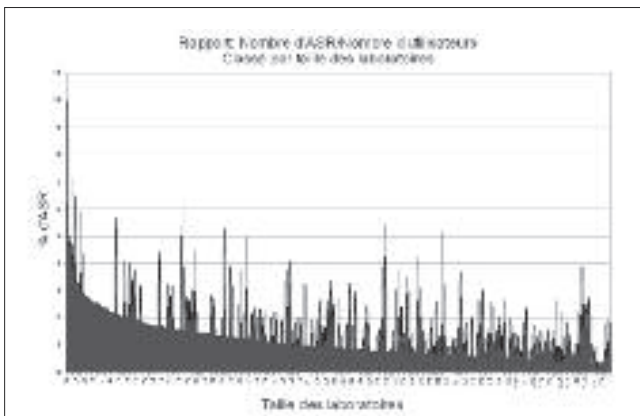


Figure 2 : Taux (en %) d'ASR/Nombre d'utilisateurs en fonction de la taille du laboratoire

Il apparaît clairement que le taux n'est pas constant, il diminue lorsque la taille du laboratoire augmente. Ceci s'explique facilement par la nécessité d'une base de services commune quelque soit le nombre d'utilisateurs.

Le taux moyen pour l'ensemble des laboratoires est de 1,7 ASR/100 utilisateurs avec un écart type important (1,2).

Cette diversité montre la nécessité d'une réflexion approfondie sur les moyens attribués selon les thématiques, les projets menés, la situation géographique (par rapport à l'infrastructure réseau régionale, etc.). Il serait en particulier intéressant de dégager des critères permettant de définir un seuil critique.

Il est difficile de préconiser un ratio ASR/nombre d'utilisateurs. De nombreux paramètres rentrent en ligne de compte : discipline scientifique, dépendance à l'informatique, taille du laboratoire, situation géographique par rapport à un CRI, nombre de bâtiments différents, laboratoire fournisseur de services, etc...

- Plus le laboratoire est gros, plus il y a de criticité sur l'informatique du laboratoire (multiplication du nombre de postes, de serveurs, de postes spécifiques de la recherche, etc...). Dans le cas d'un service informatique de laboratoire, la gestion de la criticité ne s'effectue pas seulement par l'augmentation de personnel mais surtout par l'intégration de nouvelles technologies et par une rationalisation des méthodes de travail (davantage de supervision, de plans de reprise d'activité bien validés, des politiques de protection de données, introduction d'une démarche qualité, etc...).

- Dans un petit laboratoire, la criticité existe aussi. Le patrimoine scientifique numérique doit tout autant être disponible et protégé. Ce qui signifie qu'aujourd'hui, un petit laboratoire ne peut poursuivre convenablement son activité de recherche s'il ne dispose pas d'un ASR ou s'il n'est pas dans une organisation palliant l'absence d'un service informatique (campus, établissement, etc...) disposant d'une infrastructure informatique adaptée à la recherche.

Interaction avec les environnements internes et externes :

Les ASR sont sollicités par l'ensemble des personnels du laboratoire (chercheurs, personnels techniques et administratifs, étudiants, invités, etc...). Ils assurent la cohérence de l'ensemble du système ; ils tissent et maintiennent des liens entre les différents métiers du laboratoire ; cette position privilégiée leur confère une expertise très adaptée au contexte de l'activité de recherche.

L'ASR doit interagir avec chacun et intègre les particularités de chaque domaine d'activités dans le système d'information (SI). Il conçoit le SI, l'adapte et l'administre en fonction des besoins des chercheurs et personnels techniques et des contraintes propres au système.

Par exemple, l'accès aux centres de calcul, aux grands instruments est critique en raison des besoins permanents d'accessibilité pour les chercheurs dans le cadre de leurs collaborations internationales. L'ASR doit donc fournir localement les structures techniques pour un accès en haute disponibilité d'une part, et créer l'environnement de travail associé (en particulier pour le rapatriement des données) dans le respect des règles de sécurité informatique du laboratoire et du centre de données, d'autre part.

Certains services sont rendus par des structures externes¹¹ aux laboratoires (Cri en particulier) : messagerie (1/3 des laboratoires d'après l'enquête), wifi (1/3 des laboratoires d'après l'enquête) et DNS, NTP (1/3 des laboratoires d'après l'enquête).

Certains laboratoires participent à des services mutualisés¹² (5% des réponses à l'enquête).

Il apparaît que, dans la situation actuelle, l'externalisation correspond à une partie des évolutions technologiques (la messagerie à grande échelle, la maîtrise des réseaux par les CRI, etc.). Elle s'arrête à la frontière de la spécificité scientifique du laboratoire et au périmètre de son patrimoine scientifique difficilement externalisable. La maîtrise du système d'information scientifique du laboratoire reste ainsi entière.

3.2.2 L'organisation des moyens humains affectés à l'informatique scientifique

Concernant l'informatique scientifique, la situation est différente. Dans la majorité des cas, les personnels sont affectés tout ou en partie à une équipe scientifique (55% des personnels en moyenne ; 64% pour les IR)¹³.

Dans le cas de grosses structures, la tendance semble aller vers le regroupement des personnels dans des services informatiques (38% des répondants appartenant à des laboratoires ayant des effectifs importants). On constate également l'émergence de plateformes techniques, particulièrement dans les domaines de la biologie, des sciences humaines, de l'Insu et de l'IN2P3.

11 - On appelle *externalisation* la délégation d'un service informatique auprès d'une entité extérieure au laboratoire (do12)

12 - On appelle *mutualisation* la mise en commun de ressources (services, ressources humaines, ressources matérielles) entre plusieurs laboratoires/entités (dont le laboratoire concerné)

13 - Estimation issue de l'enquête 2009 auprès des personnels concernés.

La figure suivante présente les affectations des répondants.

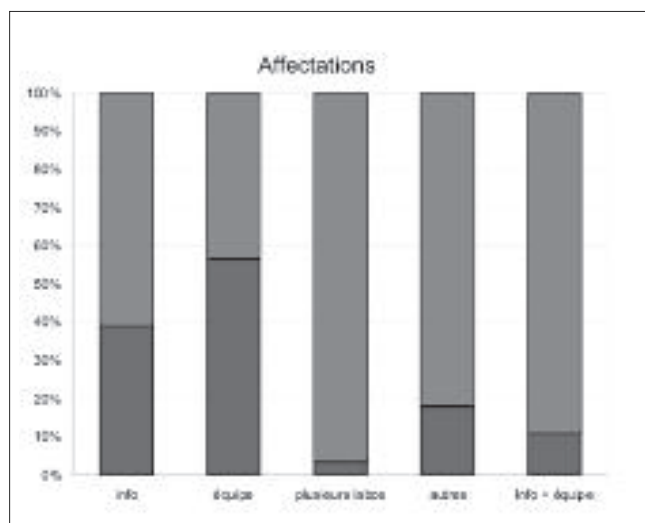


Figure 3 : Affectations des répondants
La partie foncée indique les réponses positives, la partie en claire, les réponses négatives.

Info : affectation à un service informatique
Equipe : affectation à une équipe de recherche
Plusieurs labos : affectation à plusieurs laboratoires
Autres : autre type d'affectation (plateformes techniques, Fédérations de recherche, projets scientifiques ...)

Il convient de rester vigilant sur deux points : le maintien et le renforcement des liens entre les informaticiens qui exercent le même métier, tout comme leur intégration au sein des équipes de recherche.

Lorsque la taille du laboratoire le permet, un regroupement de ces personnels permet le partage et la mise à disposition des compétences de manière plus rationnelle. Un responsable d'équipe compétent a pour rôle de réguler les demandes des équipes de recherches et les affectations, en dialogue étroit tant avec les chercheurs qu'avec les personnels en informatique scientifique.

De nombreuses interactions ont lieu avec des chercheurs d'autres laboratoires nationaux et internationaux, mais également avec des industriels présents dans les projets contractuels de type ANR, IST, ... dans lesquels sont impliqués ces personnels. Cela conduit de plus en plus à une distribution des tâches de développement entre partenaires, et donc au final à une intégration des différents codes produits, amenant ainsi ces personnels à utiliser de plus en plus des outils de travail collaboratif.

3.3 Les conséquences de ce mode d'organisation

3.3.1 Les points forts

Les informaticiens sont au plus près des chercheurs dans la plupart des cas. Le service rendu est de qualité, précis, adapté au contexte.

D'une façon générale, les informaticiens s'investissent beaucoup, en temps et en énergie. Dans ce contexte où les chercheurs ont une activité « permanente » (travail de jour, de nuit, les week-ends etc...), les informaticiens n'hésitent pas à intervenir en dehors des horaires de travail afin de maintenir les systèmes et réseaux opérationnels, d'assurer les accès aux bases de données scientifiques, de garantir une disponibilité permanente des moyens de calcul..., et ce de façon volontaire. L'enthousiasme qui les anime est dans la même dynamique que l'enthousiasme qui anime les chercheurs.

Les informaticiens des laboratoires inventent, s'adaptent, sont polyvalents : cette richesse est importante pour l'organisme ; il est primordial de la conserver et de l'encourager pour maintenir un excellent niveau de qualité des recherches.

Par ailleurs, il convient de souligner l'important investissement des personnels techniques en transfert de compétences, formations à destination des chercheurs, des étudiants et de leurs collègues. L'accompagne-

ment de la recherche et les liens étroits entre les évolutions des différentes disciplines s'en trouvent considérablement renforcés et enrichis.

3.3.2 Les points d'amélioration

- Mutualiser des services/outils

Il apparaît inévitable, aujourd'hui, de mutualiser quelques services (outils) au niveau de l'organisme, tels que la messagerie unique, le support collaboratif de développement et de diffusion – forges¹⁴ ... pour que les informaticiens puissent consacrer davantage de temps à l'accompagnement de la recherche. Les récents progrès tant au niveau des applicatifs que des réseaux ne justifient plus de dupliquer ce type de services dans tous les laboratoires.

Par ailleurs, il y a une réelle difficulté pour les nouveaux entrants informaticiens (surtout s'ils sont isolés) à appréhender le système d'information d'un laboratoire sans repères ou recommandations institutionnelles. Les réseaux métiers n'ont pas vocation à se substituer à des services structurés.

- Mieux connaître les métiers de l'informatique

Il ressort des entretiens menés auprès de directeurs et de chercheurs que les distinctions entre les différentes fonctions et compétences ne sont pas toujours bien connues : les personnels en charge d'une fonction liée à l'informatique sont souvent identifiés sous le terme générique d'« informaticien », quel que soit leur métier et quel que soit leur niveau de qualification.

Il n'est pas rare, lorsque les agents sont isolés, et qu'il n'y a pas d'autres solutions, d'observer :

- un déplacement d'une fonction à l'autre (surtout lorsque les agents relèvent initialement de l'informatique scientifique)
- des agents en situation de déqualification (un ingénieur de recherche effectuant un travail de technicien) ou de surqualification (un assistant ingénieur effectuant un travail d'ingénieur de recherche).

- Mieux définir les postes

Les profils d'emplois types décrits dans Referens définissent le métier d'un professionnel possédant une expérience de plusieurs années. Ces profils sont génériques pour l'ensemble de l'éducation nationale et de la recherche. En pratique, les postes occupés sont différents de ces fiches et très différents les uns des autres. Or, la rédaction d'une fiche de poste s'appuie trop souvent sur les descriptifs des emplois types, ce qui conduit à des recrutements inadaptés.

Par ailleurs, il paraît important de noter l'écart entre le niveau théorique et le niveau réel de recrutement (pour un IE BAC +3 exigé, en réalité le recrutement pourra se faire sur un niveau BAC+5, voire BAC+8). Dans certains cas, le poste implique des qualifications supérieures au niveau du corps exigé. Parfois, c'est le laboratoire qui souhaite recruter une personne surqualifiée en espérant que celle-ci pourra couvrir un plus large spectre d'activités (à moindre coût).

Le suivi de carrière des personnels est également un sujet de préoccupation. La plupart du temps, ce suivi est réalisé par le directeur de laboratoire, qui n'a pas nécessairement une bonne appréhension et évaluation des activités et des compétences de l'informaticien et des difficultés d'exercice qui sont les siennes.

14 - Une forge ou plate-forme d'hébergement de projets logiciels désigne un environnement Web constitué d'un ensemble d'outils du travail coopératif et du génie logiciel pour le développement collaboratif et distribué de logiciels. L'objectif d'une forge est d'offrir un espace d'échange et de collaboration en ligne aux développeurs de logiciels. Elle permet ainsi de rassembler des projets et des développeurs, mais aussi d'autres personnes travaillant sur ces projets (utilisateurs, traducteurs...).

3.3.3 Les risques

Les risques liés à ce mode d'organisation sont de plusieurs ordres :

- Diminution de la qualité de service

L'ASR exerce ses activités dans un contexte tendu, le plus souvent isolé. De fait, ses activités sont fragmentées, il doit répondre à toutes les demandes et a rarement le temps d'aller plus en avant sur un prototypage, la définition de nouvelles spécifications, la mise en œuvre d'une nouvelle technologie, la veille technologique, etc...

Si cela n'a pas de conséquences à court terme, à moyen terme cela peut se traduire en revanche par une diminution de la qualité de service. A contrario, « externaliser » l'activité des ASR des laboratoires de recherche les éloignerait de la compréhension fine des besoins, ce qui pourrait conduire à une dégradation de la qualité de service.

Par exemple : l'installation optimale des bibliothèques scientifiques sur des serveurs de calcul nécessite une bonne collaboration entre l'ASR et le développeur. Les contraintes et les besoins de qualité de service sur l'archivage et la sécurisation de données issues d'expérimentations numériques augmentent de façon très importante avec le volume de données fournies par les expérimentations.

- Perte de savoir-faire

Dans le cas des personnels en informatique scientifique, l'isolement dans un laboratoire où il n'y a pas de personnel en charge de l'administration système et réseau a souvent pour conséquence un déplacement des activités de développement vers des activités d'administration système. Ce qui ne relève pas du même métier.

Le risque qui en résulte est, à terme, un appauvrissement des compétences et des savoir-faire, d'autant plus que les personnels exerçant une fonction liée à l'informatique scientifique disposent souvent d'une double compétence scientifique et informatique.

Dans tous les cas, l'isolement implique une multiplication de tâches extrêmement diversifiées et induit une approche superficielle des sujets, alors que ces derniers requièrent des compétences très pointues dans plusieurs domaines.

Par exemple : le glissement des fonctions des développeurs ou des ingénieurs en calcul scientifique vers des fonctions d'administrateur systèmes et réseaux, très consommatrices en temps risque de se traduire par une perte de savoir faire sur les métiers d'origine de ces personnels (outils mathématiques, conception de codes).

- Perte de motivation

Les situations décrites précédemment peuvent entraîner une perte de motivation et une frustration importante. La surqualification des personnels vis-à-vis du poste initialement affiché est un problème fréquent avec comme conséquence un manque de reconnaissance et finalement une démotivation à court terme (voir la recommandation sur la définition des postes et le suivi de carrière).

4. L'évolution de l'environnement, des usages et des métiers

Les métiers évoluent en fonction des besoins de la recherche, i.e. des projets scientifiques, également en fonction de l'évolution très rapide des technologies matérielles et logicielles et enfin avec les évolutions structurelles de l'organisme et du contexte général.

Il est important de signaler que les technologies utilisées font souvent elles-mêmes l'objet de recherche, notamment en informatique scientifique.

4.1 L'évolution des besoins scientifiques et des usages

4.1.1 Le domaine du SISR

Développement du nomadisme

En raison de leur implication dans de multiples collaborations nationales et internationales, les chercheurs et personnels d'accompagnement sont de plus en plus mobiles. Cela entraîne le développement important du matériel informatique nomade. Ces outils permettent non seulement une activité déconnectée, mais aussi ouvrent de nouvelles possibilités d'accès à l'environnement de travail habituel (données, applications, expériences).

Le nomadisme impose des contraintes de forte disponibilité des services, de faible tolérance aux pannes, de forte qualité de service, de nouvel environnement de sécurité. Il est clair que l'ASR doit être capable d'apporter des réponses collectives mais aussi individualisées (l'hétérogénéité du parc et des services en ligne proposés augmentent).

Développement de l'usage des outils collaboratifs

L'intensification des collaborations, la nécessité d'une meilleure gestion du temps, le souci d'économie conduisent les chercheurs à utiliser les outils de travail collaboratif.

Les ASR sont en charge du déploiement de ces nouveaux outils qui les obligent à intégrer de nouveaux environnements dont les demandes d'utilisation sont en forte augmentation (par exemple la visioconférence).

Elargissement des besoins des utilisateurs

L'ASR doit assurer des activités aussi diverses que :

- la disponibilité d'accès à des services en ligne depuis les postes informatiques qu'il gère
- le support aux utilisateurs du laboratoire et aux invités
- la disponibilité des services du laboratoire qui sont souvent les données utilisateurs ou des SI associés à des actions de recherche jusqu'à des plateformes de travail collaboratif.

En somme, il y a une décorrélation croissante entre les services mis en œuvre dans un laboratoire (une plateforme projet) et la localisation des utilisateurs. Les utilisateurs de cette plate-forme sont souvent sur plusieurs laboratoires et les utilisateurs locaux utilisent simultanément des plates-formes distantes.

Le périmètre d'activité « déborde » donc du laboratoire : simultanément l'ASR répond à des impératifs de disponibilité de services internes pour des personnes locales ou non, et en même temps à des contraintes de connectivité vers des services externes depuis le laboratoire ou de façon nomade.

Accroissement des besoins en calcul numérique

Les besoins en calcul, simulation numérique et modélisation ont pris beaucoup d'ampleur au cours des dernières années. Les moyens de calcul sont devenus des outils scientifiques à part entière. Les laboratoires disposent souvent de plates-formes de calcul adaptées à leurs besoins. Les ASR sont impliqués dans la gestion de ces moyens de calcul (grille, cluster, serveur de calcul).

Interconnexion des boîtiers de pilotage d'expérience au réseau internet

L'introduction de l'informatique dans le pilotage des instruments et des machines d'acquisition a généré une explosion et une diversification du nombre et surtout des types de « machines » connectées au réseau. Les expériences ont besoin de continuité d'où une tolérance de plus en plus faible aux pannes ou aux diverses interruptions de service.

Ceci a des conséquences non négligeables. Les collaborations avec les autres communautés professionnelles deviennent impératives pour renforcer la connaissance du milieu de l'expérience. La gestion et l'administration des systèmes ont un impact direct sur les expériences.

Explosion du volume des données

L'augmentation de la taille des expériences, du volume de données engendré et des capacités de stockage et de traitement nécessaires est conséquente : facteur compris entre 100 et 1000 en 10 ans en fonction des domaines d'application.

Il devient nécessaire de concevoir des architectures aptes à absorber ces volumes de données de façon performante et adaptée à l'exploitation qu'en font les projets scientifiques. Cette augmentation est permanente. Elle implique un renouvellement des configurations sur des durées plus courtes et une planification afin de ne pas freiner les projets scientifiques.

Par ailleurs l'explosion du volume des données pose également de façon cruciale le problème de leur archivage à long terme. Il devient assez urgent de mener une réflexion à ce sujet, peut-être au niveau national. En effet, de nombreuses bases de données sont développées et gérées dans les laboratoires et les observatoires, et ces derniers ont rarement les infrastructures et compétences nécessaires au processus d'archivage à long terme de tels volumes, contrairement aux compétences en bases de données. Les métiers liés à l'archivage des données numériques sont différents des métiers ASR ou 'bases de données' ; les ingénieurs en charge de ses bases se 'reposent' sur les ASR lorsqu'ils le peuvent, mais ces derniers sont déjà surchargés, et pas formés à ces métiers.

Interaction sphère privée / sphère professionnelle

La sphère privée interagit de plus en plus avec la sphère professionnelle : données privées sur PC professionnel ou le contraire, réseau domestique, ... Il en est de même pour les services « gratuits » offerts par les opérateurs type Google.

L'évolution des comportements pose de très sérieux problèmes de préservation du patrimoine scientifique. Le responsable du système d'information, qui en général occupe aussi les fonctions d'administrateur systèmes et réseaux, se trouve dans une position délicate.

Assistance

L'augmentation des besoins précédents génère d'une façon générale une augmentation du besoin d'assistance et de la nécessité d'une intégration cohérente de l'ensemble des briques du système d'information.

Qualité

L'amélioration de l'organisation scientifique et administrative est un processus continu, de plus en plus souvent exigé en interne ou sous la pression des collaborations. La démarche qualité qui en déroule généralement nécessite de mémoriser des informations et de disposer d'enregistrements pour en assurer la traçabilité. Les démarches qualité sont donc basées sur un système documentaire pour lequel, compte tenu de l'importance croissante du numérique dans nos laboratoires, l'informatique apparaît comme un outil de choix. L'informatique permet en effet d'assurer l'unicité des documents, une accessibilité aisée au moyen d'un navigateur, une centralisation et une sauvegarde de ces documents tout en facilitant leur maintenance. Dans ce cadre, les ASR sont non seulement amenés à maintenir les systèmes documentaires associés, mais aussi à mettre en œuvre une démarche qualité pour leur propre service.

4.1.2 Le domaine de l'informatique scientifique

Développement du mode projet

La recherche développée en mode projet génère des collaborations de plus en plus nombreuses, fréquentes et géographiquement dispersées.

Cela implique la mise en place et l'utilisation d'outils spécifiques pour le développement des codes de calcul et des applications afin de prendre en compte ce travail coopératif : outils de gestion de version, de génération de documentation, wikis, outils de tests et de mesures de performances, ...

Par ailleurs, cette organisation en mode projet ne laisse plus guère la place aux petits développements individuels. Les outils en jeux sont de gros codes développés à plusieurs, impliquant chercheurs, développeurs, éventuellement dans des projets contractuels avec des industriels ou des collaborations internationales.

Hébergement de grosses bases de données internationales

La gestion et l'exploitation des grosses bases de données scientifiques impliquent la même problématique. Les bases de données, hébergées très souvent dans des laboratoires français, sont la plupart du temps internationales, engendrant une augmentation du volume des données, une augmentation des collaborations.

Elles ont des conséquences sur la gestion des accès à ces bases, tant d'un point de vue facilitation de ces accès au niveau international que du nombre croissant d'accès sur des données, elles mêmes de plus en plus importantes. Par exemple, les bases du Centre de données astronomiques de Strasbourg représentent 300 000 accès/jour dans 160 pays sur 2 ans. La maintenance (exploitation, contrôle) opérationnelle est gérée par les mêmes personnels en informatique scientifique.

Certaines bases de données en Science de la terre sont associées à des instruments nationaux d'observation et alimentées et accédées en temps «quasi-réel» (en cas de séisme par exemple) ; la maintenance (exploitation, contrôle) opérationnelle est gérée par les mêmes personnels en informatique scientifique.

Démarche qualité

Ces évolutions précédentes imposent une logique de pérennisation des logiciels et des bases de données. Elles impliquent la mise en place d'une démarche qualité (règle de développement, documentation, tests, accès, analyse ...) et d'un véritable travail en équipe : gestion de projet, interaction à distance, confidentialité (notamment en cas de collaboration avec des industriels) ...

Valorisation

Il est nécessaire de valoriser les codes pour les faire connaître auprès d'autres utilisateurs ou en vue de constituer ou de participer à une communauté autour d'une problématique...

A noter que la valorisation des développements sous forme de logiciel libre est de plus en plus importante (voir le projet Plume/Relier¹⁵), permettant une libre diffusion et un partage des publications logicielles. Il serait donc souhaitable de proposer au niveau global de l'organisme ou réparti par institut un service du type forge, tel qu'on peut déjà le trouver à l'INRIA (Inriaforge¹⁶) à l'Inra (MulCyber¹⁷) ou dans l'enseignement supérieur (SourceSup¹⁸), afin de mutualiser la richesse des codes produits dans les différentes unités du CNRS.

15 - <http://www.projet-plume.org>

16 - <http://gforge.inria.fr/>

17 - <http://mulcyber.toulouse.inra.fr/>

18 - <http://sourcesup.cru.fr/>

Ce type de démarche permettrait la mise en œuvre d'une vitrine de la production logicielle du CNRS et donc une meilleure visibilité de ce type de production scientifique. Cette démarche constituerait un projet de structuration pour les activités de développement logiciel, et contribuerait aux échanges interdisciplinaires au niveau des instituts.

Accroissement des moyens de calcul

L'augmentation de la complexité des modèles, de la taille des problèmes, du volume des données à traiter s'accompagne d'une croissance significative des moyens de calcul (matériels, logiciels), tant au niveau des laboratoires, qu'aux niveaux régional et national.

Les personnels en informatique scientifique sont en charge du choix de ces matériels, de leur administration, et de leur exploitation avec des exigences de disponibilités de l'ordre de 24h/24. Cela nécessite à la fois des compétences adaptées et également un transfert de ces compétences vers les autres membres du laboratoire pour une utilisation optimale de ces moyens de calcul.

4.2 L'impact des évolutions technologiques sur les métiers

4.2.1 Le domaine du SISR

Rapidité d'évolution

D'une façon générale, les utilisateurs s'approprient très rapidement les outils issus de l'évolution technologique. Cela contraint les ASR à s'adapter tout aussi rapidement.

Par exemple : la mise en place d'outils de travail collaboratif type wiki est extrêmement facile à déployer par les utilisateurs finaux sur de petites plates-formes, voire stations de travail. Ces produits, s'ils sont effectivement faciles à déployer, posent souvent des problèmes de sécurité. Ces questions de sécurité sont de la responsabilité de l'ASR qui doit par conséquent acquérir rapidement des connaissances approfondies sur ces nouveaux produits pour garantir un service de qualité. Il en est de même par exemple pour les déploiements de sites Web.

Complexification des systèmes

La complexification des systèmes (empilement de couches) implique un niveau d'intégration des composants de plus en plus poussé, une fiabilité de plus en plus difficile à gérer (bogues, manque d'interopérabilité, ...).

Nouvelles problématiques de gestion des ressources

Les évolutions technologiques matérielles (augmentation du nombre de cœurs à coût constant, ...) introduisent de nouvelles problématiques pointues de gestion des ressources.

Les technologies liées à l'hypermobilité (PDA, 3G, téléphonie mobile) génèrent parfois une remise en cause des principes de sécurité, d'exploitation, de gestion. De plus en plus de sites recourent à la téléphonie sur IP. Cet accroissement risque de faire supporter à l'ASR de nouvelles activités critiques qui n'étaient pas jusque là de son ressort.

4.2.2 Le domaine de l'informatique scientifique

Evolution des architectures matérielles et logicielles

Un premier constat est la nécessité d'acquérir de nouvelles compétences liées à l'évolution rapide du matériel et des logiciels. Plus précisément cela se traduit par :

- l'évolution de l'architecture des calculateurs (GPGPU, massivement parallèle)
- l'augmentation de la diversité des langages de programmation, ainsi que leur complexification (python, C++, etc...)
- l'accroissement du volume de données scientifiques à gérer et à analyser (issues de simulations numériques, d'expérimentations, de mesures satellitaires et *in situ*).

Développement des bases de données et de leur interfaçage web

Ce point implique l'utilisation de méthodes de traitement variées et souvent spécifiques à la recherche :

- base de données,
- partage de données à travers le Web (applications client-serveur),
- traitement d'images, visualisation.

On remarque également que cette masse de données nécessite un besoin grandissant en administration système de machines de calcul (cluster, stockage, etc...).

Exemple : Depuis 1 à 2 ans, l'apparition progressive des nouvelles machines de type «next generation sequencing», i.e. de séquençage à haut débit de l'ADN, a bouleversé le paysage de la bioinformatique. Toutes proportions gardées, il s'agit d'une révolution dans le monde de l'ADN. En effet, ces machines sont capables de produire des terabytes de données (la séquence de petits fragments d'ADN) par jour.

Les laboratoires qui produisent et surtout analysent ces données sont confrontés à deux défis computationnels majeurs :

- Il faut stocker ces données, éventuellement les transférer.
- Par ailleurs, pour l'analyse, la taille des données implique des défis en terme de calcul pour les applications jusqu'alors opérationnelles pour des jeux de données classiques ; des frontières doivent être dépassées.

En résumé, les technologies expérimentales offrent un « déluge » de données que les laboratoires ne sont pas forcément prêts à analyser car de nombreux besoins matériels et humains sont nécessaires, ainsi qu'une connexion de plus en plus encouragée avec les communautés du calcul.

4.3 L'évolution des contraintes externes (structure, contraintes environnementales)

Les métiers de l'informatique, comme les autres métiers associés à la recherche, sont confrontés de plus en plus souvent à la nécessité de certification (ou au moins de mise en place de « bonnes pratiques ») dans le cadre des contrats Européens ou internationaux, ou de contrats industriels. Le standard international ITIL (bonnes pratiques pour la gestion des services informatiques), les normes ISO 20000-1 (norme qualité incluant les bonnes pratiques pour la gestion des services informatiques) et ISO 27000 (norme relative à la sécurisation du SI) devraient constituer à moyen terme de sérieux « moteurs » d'évolution.

L'évolution des aspects environnementaux fait peser sur les responsables de Systèmes d'Information la contrainte d'adopter des usages et des pratiques moins impactants sur l'environnement et surtout conforme à la réglementation en vigueur (en particulier par rapport aux appels d'offre).

4.3.1 Le domaine du SISR

Evolution des structures de la recherche

L'évolution des structures de la recherche (Loi sur l'autonomie des universités, réorganisation du CNRS) a des implications fortes sur son fonctionnement. En particulier, la réorganisation des services informatiques de campus, dans des délais très courts et souvent sans concertation avec les acteurs de la recherche, introduit souvent des tensions importantes et une qualité de service qui peut se dégrader rapidement.

Modes de financement

La diversification et l'individualisation des sources de financement et le fonctionnement en mode projet introduit une gestion des achats complexe et difficilement maîtrisable (choix des architectures matérielles et logicielles), ce qui a des conséquences sur la cohérence du parc informatique et donc sur sa gestion.

Augmentation des effectifs des personnels non permanents

L'augmentation significative des effectifs des personnels non permanents (CDD en informatique) entraîne une

rotation élevée des personnels et par voie de conséquence des problèmes de continuité de service et d'actions, avec un risque d'absence de transfert de connaissances et de compréhension trop superficielle du contexte et des enjeux spécifiques au laboratoire.

Contexte législatif

Les lois - Loi informatiques et libertés, Loi pour la Confiance en l'Economie Numérique, loi HADOPI2, loi pour l'obligation d'intégrer les contraintes environnementales dans les appels d'offres publics - ont des impacts sur l'exercice de nos métiers. Ces textes sont censés être connus de tous : l'ASR doit non seulement les appliquer, en faire la communication au sein du laboratoire, mais aussi effectuer la veille juridique nécessaire. Les demandes exprimées en formation juridique montrent les préoccupations importantes des ASR sur ces questions sensibles où leur responsabilité pénale peut parfois être engagée.

En conclusion, il apparaît que l'ASR se situe au carrefour d'exigences parfois contradictoires entre les besoins exprimés par les utilisateurs et les contraintes institutionnelles. Cet état crée une situation professionnelle délicate qui peut conduire à l'insatisfaction des diverses entités.

4.3.2 Le domaine de l'informatique scientifique

Augmentation du personnel non permanent

L'enquête fait clairement apparaître, comme pour le domaine ASR, une augmentation sensible des effectifs de personnels non permanents, notamment des personnels contractuels sur projets.

Là également, le risque majeur est la perte de savoir-faire dans certains domaines ainsi que la pérennité des développements réalisés. D'autant plus que le temps investi pour la formation et l'encadrement de ces ingénieurs n'est pas toujours en rapport avec la durée relativement courte de ces contrats (de l'ordre d'un an voire moins). Au sein d'une structure de recherche, il faut veiller à maintenir un ratio de CDD faible par rapport aux personnels permanents. Il faut souligner toutefois que le recours à des personnels non permanents s'inscrit dans une démarche d'acquisition d'une expérience « de terrain » pour les jeunes diplômés et que cette voie peut convenir dans un contexte de développements ponctuels et spécifiques.

Travail en mode projet

La structuration du travail des ingénieurs se fait de plus en plus par mode projet. Ceci a pour conséquence le développement de pratiques de management et de gestion de projet, se traduisant par des tâches de gestion administrative, financière et humaine au détriment du temps consacré au développement. Ces fonctions se révèlent quelquefois pesantes, peu valorisées, mal connues par la hiérarchie et sont donc mal vécues.

Complexification des logiciels

Les expérimentations définies par les chercheurs dans leurs projets, conduisent de plus en plus à une complexification des logiciels. Cependant, cette complexité ne va pas se retrouver tout au long du code à produire, mais sur quelques aspects nouveaux. Ces nouvelles applications peuvent être réalisées en utilisant des briques logicielles développées dans d'autres projets, ou pour d'autres applications. Cette démarche permet de réduire les temps de développement, et de se concentrer sur la complexité des points nouveaux de l'application complète. Le CNRS est riche de nombreuses briques logicielles réutilisables. Malheureusement, cette richesse n'est pas suffisamment connue et exploitée au sein de l'organisme. L'outil de forge évoqué en 4.1.2 pourrait être complété par des recommandations internes de développement.

Il serait nécessaire de définir :

- un ensemble de bonnes pratiques pour favoriser la réutilisation des développements logiciels de l'organisme, augmenter la :qualité logicielle,
- des modèles de gestion au niveau national pour accompagner les ingénieurs dans un mode de travail plus coopératif.

4.4 L'acquisition des compétences

4.4.1 Compétences des personnels en regard de leurs fonctions

Les ASR qui exercent leur fonction dans un laboratoire font preuve d'une polyvalence importante, de capacités d'adaptation et d'une grande motivation. Les ingénieurs ont pour la plupart une formation initiale scientifique.

Le déploiement de l'informatique requiert une connaissance approfondie des systèmes et l'évolution de plus en plus rapide de la technologie implique une remise à niveau permanente des acquis. Ceci exige une motivation importante ainsi que des capacités d'apprentissage rapides. En outre, il convient de posséder de bonnes qualités relationnelles et didactiques pour l'accompagnement des chercheurs dans leur pratique des outils informatiques.

En informatique scientifique, la majorité des personnels a une double compétence scientifique/informatique : 63% des répondants déclarent avoir une double compétence relevant à la fois de la thématique scientifique du laboratoire et du développement ou calcul scientifique.

Cette double compétence, précieuse pour l'institution, favorise la compréhension des problèmes à traiter, le dialogue avec les chercheurs et une approche scientifique des développements informatiques.

Exemple : la parallélisation d'un code de calcul scientifique sera réalisée de manière plus performante par un ingénieur qui possède la compréhension du problème scientifique traité.

La complexité croissante de l'informatique scientifique - évolution de l'architecture des machines, de l'algorithmie, des techniques de programmation, des technologies de développement - exige un savoir et un savoir-faire de plus en plus pointus, et nécessite un investissement conséquent pour maintenir cette double compétence. En raison des évolutions technologiques, la palette de connaissances que l'informaticien doit maîtriser s'est considérablement élargie. Il devient difficile d'acquérir une expertise avérée dans plusieurs domaines technologiques.

4.4.2 La formation

Les résultats des enquêtes permettent de préciser le temps passé en formation ainsi que les modalités de formation.

Pour plus de 75% des personnels interrogés, l'auto-formation occupe une semaine ou plus par an. La mise à niveau des connaissances de façon individuelle est un élément clé dans le domaine de l'informatique.

Environ 50 % des techniciens et assistants ingénieurs ne recourent pas au dispositif de formation permanente ou aux séminaires (voir figure 4).

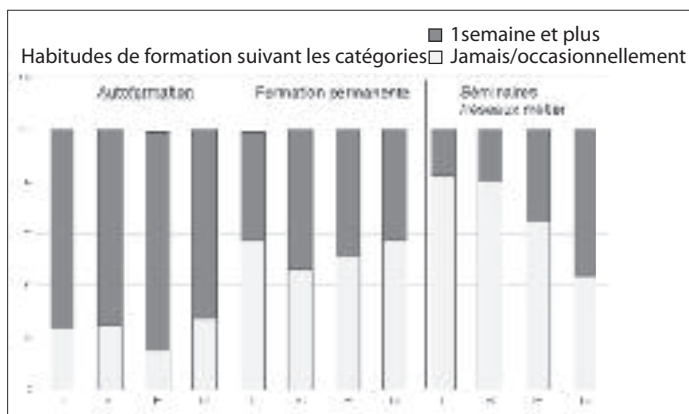


Figure 4 : pratiques de formation des répondants à l'enquête ; SI, systèmes et réseaux

Les ingénieurs de recherche et, dans une moindre mesure les ingénieurs d'études, se forment à travers des modalités variées : formation professionnelle, lectures et auto-formation à partir d'internet, écoles thématiques, séminaires, colloques, salons informatiques, formations constructeurs. Cette diversité peut s'expliquer par le besoin d'aborder des thématiques pointues à un niveau expert (voir figure 5).

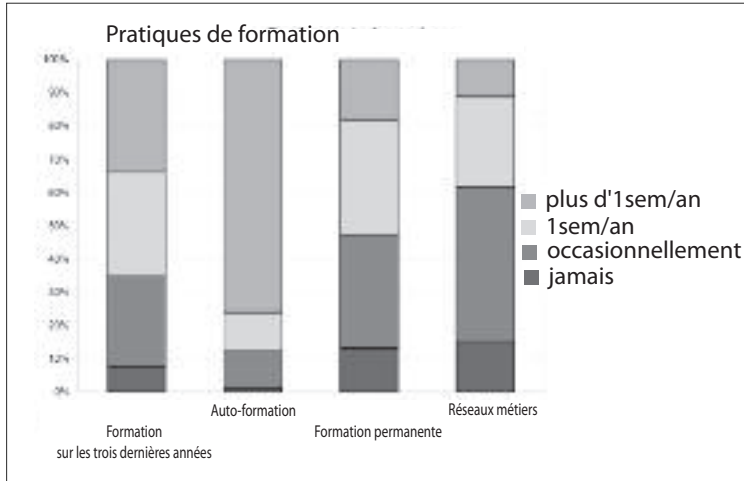


Figure 5 : pratiques de formation des répondants à l'enquête informatique scientifique

Le taux de participation aux formations institutionnelles par rapport à l'auto-formation est relativement faible. Quelques hypothèses peuvent être avancées :

- Dégager du temps n'est pas toujours simple (même en formation à distance), surtout lorsque l'équipe informatique se réduit à 1 personne !
- Les formations ne sont pas assez adaptées à la thématique et/ou à des besoins pointus.
- Le manque de souplesse et la méconnaissance de l'élaboration du plan de formation de l'unité (PFU), qui nécessite une anticipation à 6 mois des besoins, est sans doute un frein dans l'expression des besoins.

Il faut par ailleurs souligner l'importance du transfert de connaissances et de savoir-faire entre personnels au sein des laboratoires.

5. Les recommandations

Avertissement

Ce chapitre comporte un ensemble de recommandations portant sur :

- l'organisation au niveau institutionnel,
- l'organisation au niveau des laboratoires,
- le recrutement, le suivi des carrières,
- la formation.

Ces recommandations, non exhaustives, constituent des pistes qui demandent à être approfondies et discutées.

5.1 L'organisation au niveau institutionnel

Il serait nécessaire de réfléchir à une organisation générale adaptée à la spécificité de l'informatique au sein de la recherche dans le contexte actuel, qui permette de préserver :

- le patrimoine scientifique du CNRS (pérennisation des données, catalogue de la production logicielle scientifique)
- la spécificité du support de l'informatique en appui à la recherche,
- une relative polyvalence des informaticiens, mais aussi des possibilités de spécialisation,
- les liens nécessaires entre les différents acteurs au sein d'un même métier et entre les métiers complémentaires de l'informatique.

➔ Réfléchir aux modalités de mise en place d'une structuration nationale (a minima une compétence nationale) sous la forme par exemple d'une direction nationale, de directions techniques au sein des instituts.

➔ Réfléchir à la mise en place d'une structure nationale en charge de la mise en place de services nationaux (serveur de mail @cnrs.fr ; CNRSforge).

➔ Mener une réflexion par rapport au dispositif d'attribution de la PFI (Prime de fonction informatique).

5.2 L'organisation au niveau (inter)-laboratoire

- **Les métiers des SISR (Gestion du système d'Information recherche, Administration systèmes et réseaux)**

➔ Réfléchir à une mutualisation des ASR au sein de structures souples permettant de maintenir les agents à proximité (physiquement) des expériences de recherche (par exemple une fraction de temps par jour), tout en leur offrant la possibilité de partager leurs compétences, savoir-faire au quotidien et de se spécialiser dans certains domaines au sein d'équipes d'informaticiens.

➔ Pour un service informatique équilibré, les différents métiers (tels que décrits en 2.1) doivent coexister.

➔ Favoriser la communication entre les ASR et les autres corps de métier par l'organisation de journées porte-ouverte, de journées hors mur, de séminaires internes, etc... Impliquer de façon transversale les ASR dans les groupes de recherche afin de mettre en adéquation le SI du laboratoire avec les enjeux immédiats ou perceptibles de recherche (participation aux réunions de prospectives).

➔ Etablir un contrat de service entre la structure externe (CRI d'université par exemple) et le laboratoire lorsque les services sont externalisés et critiques.

• **Les métiers de l'Informatique scientifique (Développement d'applications, Calcul Scientifique, Gestion des bases de données scientifiques, Statistique)**

➔ Lorsque la taille du laboratoire implique un isolement du personnel, développer des dispositifs souples de type pôle/réseau inter-laboratoire "virtuel" afin d'instaurer des méthodes de travail facilitant les échanges : outils de travail collaboratifs tels que visio-conférence en cas d'éloignement géographique entre laboratoires.

➔ Veiller à une différenciation des fonctions afin de permettre à chacun de développer les compétences qui lui sont propres, dans le cas d'une structuration entre pôles inter-laboratoires.

➔ Inciter les personnels à présenter leur travail sous forme de séminaires ou de publications pour valoriser leurs métiers et faire connaître leur mission.

• **La gestion des serveurs de calcul**

La gestion des serveurs de calcul nécessite des compétences pointues en administration système et réseaux, et également en programmation scientifique : connaissance des architectures, installation des bibliothèques, configuration des systèmes de batch ...

Il faut, dans la mesure du possible, mettre en commun les serveurs de calcul afin de rationaliser leur gestion et permettre aux personnels de se centrer sur leur métier. Comme il a été établi dans le rapport «Externalisation des heures de calcul¹⁹», cette gestion ne peut pas être externalisée sans nuire à la qualité de la recherche.

➔ Préconiser une mutualisation des serveurs de calcul entre les petites structures, tout en conservant la souplesse d'utilisation et la proximité propres à ces moyens de calcul (cf exemple des mésocentres⁸).

• **L'accompagnement des développements, la gestion de projets**

Les développements réalisés au sein des laboratoires sont de plus en plus le produit de travaux collaboratifs impliquant des personnes géographiquement distantes. Pour faciliter ce type de travail, il est nécessaire de développer des outils communs de type forge.

➔ Mettre en oeuvre une «forge» au niveau du CNRS avec les moyens humains et matériels nécessaires pour la faire vivre.

➔ Améliorer l'information et le support d'aide à la gestion de projets dans le cadre des appels d'offre en particulier.

Les travaux de thèses sont l'occasion de développements, qui demeurent souvent inexploités car non pérennisés et non diffusés. Ces travaux constituent une part importante du patrimoine logiciel de l'organisme. Des projets tel que Plume/Relier²⁰ favorisent la visibilité de ces développements.

➔ Faciliter la diffusion des travaux de développement informatique au sein de la communauté scientifique et permettre leur réutilisation potentielle

19 - <http://calcul.math.cnrs.fr/spip.php?rubrique17>.

20 - <http://www.projet-plume.org>

Il est également important de favoriser la publication sous licence libre des développements réalisés au sein des laboratoires. Par manque de moyens humains, cette tâche peut difficilement être confiée aux services de valorisation.

➔ Réfléchir à un circuit de valorisation des développements pour rendre ces démarches simples et non chronophages.

- **Les réseaux technologiques (pour tous les métiers de l'informatique)**

La nécessité de renforcer les liens entre les personnels peut se réaliser par la participation aux réseaux métiers (par exemple les réseaux Calcul²¹, Resinfo²²).

➔ Favoriser l'implication des personnels au sein des réseaux.

➔ Poursuivre le développement et renforcer la communication sur les réseaux métier lorsqu'ils existent (journée des nouveaux entrants par exemple, mais aussi information aux DU).

➔ Favoriser le développement et augmenter les moyens des réseaux nationaux et locaux (en particulier pour les réseaux Resinfo et FIND).

5.3 La reconnaissance et le développement des compétences

- **La caractérisation des métiers**

Les ingénieurs qui interviennent sur les grosses bases de données internationales hébergées en France ne se reconnaissent pas dans la famille professionnelle « système d'information » ni dans les familles « développement » ou « calcul scientifique ».

Les évolutions technologiques et organisationnelles récentes qui permettent aujourd'hui le stockage et la mise à disposition sur le web de grosses bases de données ont donné lieu à l'émergence de nouveaux métiers.

➔ Mettre en place une réflexion sur la création d'une famille correspondant à l'ensemble des métiers dédiés aux bases de données scientifiques et plus généralement au traitement des énormes volumes de données : conception, évolution en lien avec le domaine scientifique, mise en place, exploitation ...

➔ Mettre en place au niveau national une réflexion sur l'archivage à long terme des données d'observation et des données scientifiques

- **Le recrutement et le suivi des carrières**

➔ Accompagner les DU par des membres extérieurs, l'un expert dans le domaine informatique, l'autre en RH, au moment des demandes de postes, notamment en amont de la négociation du contrat quadriennal.

➔ Accompagner les personnels dans leur parcours professionnel et leur mobilité.

- **La formation des informaticiens**

Les informations relatives aux formations existantes ne sont pas toujours transmises correctement au sein du laboratoire. Par ailleurs, les formations ne sont pas toujours bien adaptées aux besoins des informaticiens en laboratoire.

21 - Réseau technologique de la communauté du calcul - <http://calculmath.cnrs.fr>

22 - Réseau technologique de la communauté des ASR - <http://www.resinfo.cnrs.fr>

Il est essentiel que les personnels se forment pour rester en phase avec les évolutions des technologies et il faut par conséquent se donner les moyens de faire remonter les besoins de façon souple et réactive.

- ➔ Améliorer la définition des besoins en formation à travers les correspondants formation, les réseaux métiers, les dossiers de carrière.
- ➔ Assouplir l'élaboration et les conditions de mises en œuvre des PFU (Plan de formation des unités).
- ➔ Utiliser les compétences locales pour organiser des formations locales (les réseaux métiers régionaux sont en général porteurs d'idées par rapport au métier et aux compétences).
- ➔ Organiser des filières de formation adaptées au niveau national : écoles thématiques technologiques, par exemple.
- ➔ Proposer des formations adaptées aux fonctions des techniciens et des assistants ingénieurs.
- ➔ Améliorer l'information sur les dispositifs de formation (correspondants formations, PFU, etc...) et sur les formations existantes (catalogue national de formations récurrentes ou spécifiques (ANGD), service d'auto-formation web, etc.)
- ➔ Inciter les personnels à se former, mais aussi à partager leurs compétences à travers les réseaux métier, les clubs utilisateurs notamment.
- ➔ Organiser une veille technologique par domaine.

6. Annexes

6.1 Annexe 1 : Lettre de cadrage

Étude des métiers de l'informatique au sein des unités de recherche

1 - Nom de l'étude

Etude des métiers de l'informatique au sein des unités de recherche

2 - Contexte

La mise en place des différentes agences de moyens et d'évaluation conjuguée aux nouvelles formes de structuration de la recherche (PRES, RTRA,...) dans un contexte d'importantes évolutions technologiques ont engendré, au cours des dernières années, une profonde modification de l'environnement organisationnel et professionnel des équipes de recherche.

Il a pu être observé dans tous les départements scientifiques que ces processus ont pu conduire à une évolution des systèmes informatiques. L'adaptation rapide de systèmes et de protocoles, généralement très spécifiques et très évolutifs, dans le domaine de la recherche est primordiale à l'avancée des connaissances. Aussi, la continuité de l'appui des métiers de l'informatique dans les équipes apparaît comme un point sensible pour la gestion RH en raison de son effet sur la conduite à bonne fin des recherches.

3 - Objet de l'étude

Il apparaît important de décrire de manière plus fine cette situation en précisant comment les « métiers de l'informatique » participent et influent à la qualité des recherches.

Il s'agira :

- 1 - d'identifier et décrire, dans les unités de recherche et dans les équipes des grands appareillages, non seulement les activités individuelles, mais aussi la nature et le contenu des pratiques collectives liées à l'Informatique, en appui à la recherche et les conséquences attendues pour les différents acteurs concernés en termes de modes d'organisation, métiers et développement professionnel.
- 2 - de caractériser quantitativement et qualitativement ces activités en fonction des différents champs disciplinaires rencontrés et suivant les différentes filières professionnelles.

Ceci devrait permettre ensuite d'élaborer des recommandations à respecter afin de réduire les coûts scientifiques dus aux réorganisations des dispositifs de recherche.

4 - Périmètre

Les personnels (chercheurs, ingénieurs, techniciens) travaillant dans les unités de recherche du Cnrs et assurant une fonction informatique.

5 - Durée de l'étude

Du 1 février au 15 juin 2009

6 - Livrables

- Décrire quantitativement la situation actuelle : répartition des informaticiens entre les différentes familles emplois types en fonction des champs disciplinaires de la recherche.
- Décrire les activités en Informatique, en appui à la recherche, exercées par les professionnels.
- Etablir une corrélation entre les activités exercées et les compétences mises en œuvre.
- Identifier les évolutions métiers et technologiques.
- Faire apparaître l'évolution des technologies et leurs conséquences sur les aspects organisationnels.

7 - Destination du rapport final

- Direction des ressources humaines du CNRS, Observatoire des métiers et de l'emploi scientifique (Omes)
- Comité d'orientation et de suivi (Cos) de l'Observatoire des métiers et l'emploi scientifique

8 - Organisation et structuration du projet

a - Equipe projet

L'équipe projet, chargée de la mise en œuvre de l'étude, est constituée de :

- Françoise Berthoud, Ingénieure de recherche en informatique (UMR5493), animatrice du réseau national des ASR : Resinfo, membre du bureau du groupe calcul (réseau métier pour le calcul scientifique).

Assistée de :

- Lucien Benuffé : chargé d'études à l'Observatoire des métiers et de l'emploi scientifique (Omes) de la DRH du CNRS

Et

- Brigitte Gurfinkiel, : chargée d'études RH à l'IN2P3 et chargée de mission à l'Omes, coordinatrice des travaux du colloque de prospective des métiers de l'IN2P3 en 2007

L'équipe projet s'appuiera sur des groupes de travail dont le domaine d'activité est issu de la BAP E « Informatique, Calcul scientifique, Statistiques ». L'équipe projet pourra faire appel à des experts en tant que de besoin.

Les groupes de travail seront structurés par familles professionnelles : administration systèmes et réseaux, calcul scientifique, développement d'application. Les aspects liés à la gestion des bases de données et structuration du système d'information seront à examiner par chacun des groupes.

Ces groupes, coordonnés par Françoise Berthoud, seront animés respectivement par :

- Jean-Yves Hangouet (IR informatique, Strasbourg),
- Violaine Louvet (IR calcul scientifique, Lyon),
- Véronique Baudin (IR développement, Toulouse).

b - Méthodologie

L'étude s'appuiera sur les travaux des groupes de travail constitués de représentants des différents domaines d'activités des unités de recherche et dans les divers champs disciplinaires.

Une enquête pourra éventuellement être conduite auprès de l'ensemble des personnels concernés par l'étude afin de compléter les travaux des groupes.

9 - Planning prévisionnel

- Janvier 2009 : cadrage de l'étude et constitution des groupes de travail
- Février-Mars 2009 : organisation des groupes de travail et production des travaux
- Février- Mars 2009 : production des données quantitatives (Omes)
- Fin mars 2009 : réunion de coordination entre l'OMES, Françoise Berthoud et les responsables des groupes de travail.
- Avril 2009 : synthèse des groupes de travail sous la coordination de Françoise Berthoud
- Mai 2009 : synthèse générale et échanges entre les groupes de travail et l'Omes
- Juin 2009 : présentation des travaux à la Direction des ressources humaines
- Juin 2009 : présentation des travaux au Comité d'Orientation et de Suivi (COS) de l'Observatoire des métiers et l'emploi scientifique

10 - Les moyens mis à disposition

L'observatoire des métiers et de l'emploi scientifique prendra en charge selon les règles administratives en vigueur, les missions pour les personnes suivantes :

- Responsable du projet : Françoise Berthoud
- Les animateurs de groupe dans la limite de trois déplacements :
- Jean-Yves Hangouet (IR informatique, Strasbourg),
- Violaine Louvet (IR calcul scientifique, Lyon),
- Véronique Baudin (IR développement, Toulouse).

Les moyens logistiques nécessaires à la réalisation de l'étude seront assurés par l'Observatoire.

6.2 Annexe 2 : Contributeurs

- Chargée de mission, coordination : Françoise BERTHOUD (IR, LPMMC, CNRS) : Responsable informatique du LPMMC, Responsable technique d'une plateforme de calcul (mésocentre), animatrice du réseau métier Resinfo (www.resinfo.cnrs.fr) (2005-2009), responsable du groupe de travail EcolInfo (www.ecoinfo.cnrs.fr), membre du bureau du réseau métier Calcul (<http://calcul.math.cnrs.fr>).

Organisation du travail au sein de deux sous-groupes animés par :

- Sous-groupe Informatique scientifique : Violaine LOUVET (IR, ICJ, CNRS) : IR CNRS Calcul Scientifique, Institut Camille Jordan, Lyon. Animatrice du Groupe Calcul (<http://calcul.math.cnrs.fr/>, GDR et réseau technologique). Membre active de l'équipe Plume (<http://www.projet-plume.org/>)
- et Véronique BAUDIN : IR CNRS Développement, LAAS, Toulouse. Membre de l'équipe Plume (<http://www.projet-plume.org/>)
- Sous-groupe Système d'information général, systèmes et réseaux : Jean-Yves HANGOUET (IR, CNRS) : en poste au CNRS depuis 1979, responsable informatique de l'Observatoire Astronomique de Strasbourg qui héberge un Centre international de données en astronomie à destination de la communauté mondiale d'astrophysiciens.

Composition des groupes de travail

Informatique scientifique :

- Françoise Berthoud, Grenoble, Francoise.Berthoud@grenoble.cnrs.fr
- Violaine Louvet, Lyon, louvet@math.univ-lyon1.fr
- Véronique Baudin, Toulouse, vero@laas.fr
- Lorenzo Bernardi, Marcoussis (Paris), Lorenzo.Bernardi@lpn.cnrs.fr
- Julien Lecubin, Paris, julien.lecubin@imcce.fr
- Vincent Miele, Lyon, miele@biomserv.univ-lyon1.fr
- Bernard Dussoubs, Nancy, bernard.dussoubs@mines.inpl-nancy.fr
- Sorina Camarasu Pop, Lyon, sorina.pop@creatis.insa-lyon.fr
- Stéphane Janczarski, Lyon, stephane.janczarski@ens-lyon.fr
- Claude Talandier, Paris, Claude.Talandier@locean-ipsl.upmc.fr
- Thierry Dumont, Lyon, tdumont@math.univ-lyon1.fr
- Anne Durand, Marseille, Anne.Durand@gamsau.map.archi.fr

SI, systèmes et réseaux :

- Françoise Berthoud, Grenoble, Francoise.Berthoud@grenoble.cnrs.fr
- Anne Facq, Bordeaux, annefacq@crpp-bordeaux.cnrs.fr
- Serge Borderes, Bordeaux, borderes@cenbg.in2p3.fr

- Philippe Depouilly, Bordeaux, Philippe.Depouilly@math.u-bordeaux1.fr
- Jean-Yves Hangouët, Strasbourg, jean-yves.hangouet@newb6.u-strasbg.fr

Observatoire des métiers et de l'emploi scientifique du CNRS :

- Florence EGLOFF, Paris, Florence.Egloff@cnrs-dir.fr
- Lucien BENUFFE, Paris, lucien.benuffe@cnrs-dir.fr
- Brigitte GURFINKIEL, chargée de mission de l'IN2P3 auprès de l'Observatoire des métiers, Paris, bgurfinkiel@admin.in2p3.fr

6.3 Annexe 3 : Questionnaire centré sur les métiers liés au Système d'information du laboratoire, aux systèmes et aux réseaux.

Vos activités actuellement

Les métiers de l'informatique sont très diversifiés dans un laboratoire de recherche (fonctions d'ASR, de support à l'instrumentation, de développement logiciel, de support aux utilisateurs, de webmaster, ...) Bien souvent un ASR de laboratoire exerce plusieurs de ces fonctions simultanément. Merci de préciser le poids relatif de chacune de ces fonctions.

ASR Administration systèmes et réseaux

* 1) Par rapport à cette fonction, qui constitue le cœur de votre métier, comment évaluez vous le poids relatif des activités.

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

- jamais occasionnellement
- fréquemment en permanence
- Support aux utilisateurs
- Systèmes (serveurs)
- Systèmes (stations de travail)
- Systèmes / réseaux (postes d'expérimentation)
- Systèmes / réseaux (serveurs de calcul)
- Réseau (conception)
- Réseau (administration)
- Infrastructures (cablage/courant fort/onduleur/clim) (invités dans le labo, accès des chercheurs au labo depuis l'extérieur du labo)
- Messagerie
- Services web (dont outils de travail collaboratif)
- Outils de télé/visio réunion/conférence
- Protection du patrimoine (sauvegarde, archivage, etc.)
- Services d'impression
- Architecture du SI
- Support Calcul scientifique
- Support instrumentation scientifique
- Développement de logiciels
- Management / gestion de projets

* 2) Souhaitez-vous ajouter des activités qui n'auraient pas été mentionnées ci dessus ou précisez certaines activités qui vous semblent importantes ?

* 3) Quels services sont actuellement externalisés, pourquoi ?

- Messagerie
- Accès distants
- Wifi
- Sauvegardes
- Contrôles d'accès
- Services réseau (DNS, NTP, ..)
- Autre (précisez)

* 4) Activités corolaires (détaillez la réponse si besoin est) :

- Participation directe à des projets de recherche
- Enseignement
- Articles techniques ou scientifiques / publications
- Présentation dans des conférences, colloques, journées techniques, etc.

- Groupe de travail
- Réseau métier

Evolution de votre métier

* 5) Sur quel emploi-type avez-vous été recruté ?

Veillez sélectionner **seulement une** réponse

- Adjoint Technique
- Technicien d'exploitation, de maintenance et de traitement des données
- Gestionnaire de parc informatique et télécommunications
- Administrateur des systèmes informatiques, réseaux et télécommunications
- Chef de projet ou expert systèmes informatiques, réseaux et télécommunications
- Gestionnaire de bases de données
- Administrateur de systèmes d'information
- Architecte des systèmes d'information
- Autre:

* 6) Depuis combien de temps travaillez-vous dans une unité du CNRS ? (années)

* 7) Pouvez-vous décrire (en quelques mots clefs) l'évolution de votre métier en terme de compétences, de fonctions (par rapport aux nouvelles technologies, complexité croissante des systèmes etc.)

* 8) Pouvez-vous décrire l'évolution de votre métier par rapport aux besoins exprimés par les chercheurs et personnels de votre laboratoire ?

* 9) Pouvez-vous décrire l'évolution de votre métier par rapport aux besoins exprimés par les chercheurs et personnels de votre laboratoire ?

* 10) Quels sont, selon vous, les points forts de votre activité qui rendent votre(vos) fonction(s) spécifique(s) d'un laboratoire de recherche ?

*11) Sur quel emploi-type êtes-vous identifié administrativement ?

Veillez sélectionner **seulement une** réponse

- Adjoint Technique
- Technicien d'exploitation, de maintenance et de traitement des données
- Gestionnaire de parc informatique et télécommunications
- Administrateur des systèmes informatiques, réseaux et télécommunications
- Chef de projet ou expert systèmes informatiques, réseaux et télécommunications
- Gestionnaire de bases de données
- Administrateur de systèmes d'information
- Architecte des systèmes d'information
- Autre:

* 12) Sur quel emploi-type vous positionneriez-vous aujourd'hui?

Veillez sélectionner **seulement une** réponse

- Adjoint Technique
- Technicien d'exploitation, de maintenance et de traitement des données
- Gestionnaire de parc informatique et télécommunications
- Administrateur des systèmes informatiques, réseaux et télécommunications
- Chef de projet ou expert systèmes informatiques, réseaux et télécommunications

- Gestionnaire de bases de données
- Administrateur de systèmes d'information
- Architecte des systèmes d'information
- Autre:

Formation :

* 13) En moyenne au cours des 3 dernières années, avez-vous suivi une ou des formations?

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

Jamais Occasionnellement (1 ou 2 jours par an) 1 semaine par an Plus d'une semaine par an
Vous vous formez :

* 14) Comment vous formez-vous ?

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

- Jamais Occasionnellement (1 ou 2 jours p ar an)
- 1 semaine par an Plus d'une semaine par an
- auto-formation
- formation permanente
- séminaires, colloques, journées techniques, ..
- échanges dans le cadre d'un réseau métier
- Autre (Merci de préciser cette réponse)

Contexte de travail

* 15) Merci de préciser le code de votre unité de recherche (UMRxxxx, UPRxxxx,EA ...)

* 16) De quel institut du CNRS dépend votre laboratoire ?

- Institut de chimie (INC)
- Institut écologie et environnement (INEE)
- nstitut de physique (INP)
- Institut national de physique nucléaire et de physique des particules (IN2P3)
- Institut des sciences biologiques (INSB)
- Institut des sciences humaines et sociales (INSHS)
- Institut des sciences mathématiques et de leurs interactions (INSMI)
- Institut des sciences et technologies de l'information et de l'ingénierie (INST2I)
- Institut national des sciences de l'univers (Insu)

* 17) Pourriez-vous préciser la taille de votre laboratoire (votre site de travail) en termes de :

- Nombre d'utilisateurs :
- Nombre de postes de travail fixe :
- Nombre d'ordinateurs portables :
- Nombre de postes rattachés à des expérimentations :
- Nombre de postes en libre service :
- Nombre de serveurs :
- Taille des serveurs de calcul (nb coeurs) :
- Eléments actifs réseau :

* 18) Pourriez-vous préciser l'effectif du service informatique interne au laboratoire dédié uniquement à l'administration des systèmes et des réseaux.?

- IR :
- IE :
- AI :
- T :
- AJT :

* 19) Vous pouvez nous communiquer votre adresse mail si vous souhaitez être recontacté(e)

* 20) Nous vous remercions d'avoir pris le temps de répondre à cette enquête.

Vous trouverez ci dessous une zone de commentaires destinée à recevoir vos remarques ou observations que vous jugeriez importantes concernant votre métier dans l'environnement de la recherche.

6.4 Annexe 4 : Questionnaire centré sur les métiers liés au développement, au calcul scientifique, aux statistiques et aux SI scientifiques.

1/ De quel emploi-type dépendez-vous ?

- IR Chef de projet ou expert en développement et déploiement d'applications
- IE Ingénieur en développement et déploiement d'applications
- AI Développeur intégrateur d'applications
- T Technicien d'exploitation, de maintenance et de traitement des données
- IR Chef de projet ou expert en calcul scientifique
- IE Ingénieur en calcul scientifique
- IR Chef de projet ou expert en information statistique
- IE Ingénieur statisticien
- AI Assistant statisticien

2/ Thématique scientifique de votre laboratoire

3/ Avez-vous vous-même des compétences dans le domaine scientifique de votre laboratoire ? Précisez.

4/ Effectifs de votre laboratoire (sur votre site de travail)

- Nombre total de personnes dans le laboratoire (permanents et non-permanents)
- Nombre de personnes dépendant de la BAP E :
- Parmi les personnes dépendant de la BAP E, nombre de non permanents :
- Nombre de personnes sollicitant vos compétences en calcul scientifique ou en développement (internes ou externes au laboratoire) :

5/ Affectation

- Affectation à un service informatique
- Affectation à une équipe scientifique
- Affectation à plusieurs laboratoires
- Autre

6/ Organisme d'appartenance

7/ Activités au sein de votre laboratoire : poids relatif de chacune de ces activités dans votre travail quotidien :

- Recherche
- Développement d'applications / codes de calcul
- Activités de support au calcul scientifique
- Activités de gestion des serveurs de calcul
- Activités d'administrateur systèmes et réseau
- Travail administratif
- Travail communautaire
- Autre

8/ Pouvez-vous décrire les activités "banalisées" de votre métier, c'est-à-dire non spécifiques au milieu de la recherche ?

9/ Pouvez-vous décrire les activités de votre métier spécifiques au monde de la recherche ?

10/ Précisez les points suivants propres au contexte de la recherche :

- Suivi, accompagnement, co-encadrement de thésards, stagiaires, CDD
- Participation à des publications.
- Participation à la rédaction d'articles, rapports, documentations ...
- Interventions dans des actions de formation et de transfert de compétences.
- Participation à des réseaux métiers.
- Participation à des projets scientifiques avec d'autres partenaires

11/ Sur quel emploi-type avez-vous été recruté ?

12/ Quelle est votre formation initiale ?

13/ Depuis combien de temps (en nombre d'année) travaillez-vous dans une unité du CNRS ?

14/ Pouvez-vous décrire l'évolution de votre métier en terme de compétences, de fonctions (évolution des technologies, de la complexité des codes, des volumes de données ...) ?

15/ Pouvez-vous décrire l'évolution de votre métier ces dernières années par rapport à votre place au sein de votre unité (organisation du laboratoire, rapport aux tutelles, financements, fonctionnement du laboratoire ...) ?

16/ Pouvez-vous décrire l'évolution de votre métier ces dernières années par rapport aux besoins de vos utilisateurs (nouvelles architectures machines, multiplication des clusters de laboratoires ...) ?

17/ En moyenne au cours des 3 dernières années, avez-vous suivi une ou des formations ?

18/ Comment vous formez-vous ?

- auto-formation
- formation permanente
- Journées de formations, rencontres de réseaux métiers, ...

6.5 Annexe 5 : Trame de l'entretien avec les directeurs de laboratoire

1 - Pour votre laboratoire, quelle est la répartition des informaticiens en fonction des différentes familles (temps plein ou non)?

2 - Quels sont les besoins informatiques les plus importants dans votre laboratoire ? Quelle est l'organisation mise en place pour répondre à ces besoins ?

3 - Dans quels secteurs des activités de recherche du laboratoire la présence d'informaticiens systèmes et réseaux est-elle déterminante ?

4 - Pourquoi ?

5 - Existent-il des services systèmes et réseaux importants dans votre laboratoire qui ne sont pas ou plus gérés, et depuis quand ?

6 - Si oui pourquoi ?

(Améliorer un service défaillant, apporter des fonctions supplémentaires, apporter une qualité de service plus importante, libérer les ASR pour d'autres tâches (lesquelles)....)

7 - Est-ce que vos informaticiens systèmes et réseaux participent à des services mutualisés au niveau local ou national ?

Sinon, seriez-vous d'accord qu'ils y participent ?

8 - Comment voyez-vous l'évolution de la charge de travail de vos informaticiens systèmes et réseaux ?

9 - Comment appréhendez-vous la protection du patrimoine scientifique de votre laboratoire ?

10 - Souhaitez-vous ajouter quelque chose ?