
Plateforme des réseaux pour la mission pour les initiatives transverses et interdisciplinaires

RÉSEAU CALCUL

16 mai 2024

1 Préambule

Les critères d'évaluation

L'évaluation des réseaux de la Mission pour les initiatives transverses et interdisciplinaires se base sur 4 champs :

- L'adéquation entre le réseau et son objet et la définition d'un réseau de la MITI.
- L'existence et la pérennité de la communauté visée ainsi que la pertinence de son périmètre notamment vis-à-vis de celui des autres réseaux de la MITI. Ce point inclura notamment un aspect quantitatif avec par exemple le nombre « d'adhérents » (ex. de référence commune : liste de diffusion), la répartition géographique et les réseaux régionaux éventuels, l'ancienneté dans l'organisme ou dans le domaine, le statut, le genre, l'organisme ou les établissements d'appartenance.
- Le bilan des actions du réseau depuis la dernière évaluation : ce bilan visera 2 cibles. En 1er lieu et avant tout, les bénéficiaires à savoir la communauté. La 2e, si cela est pertinent, le CNRS et l'ESR en général pour des actions plus larges. Ce bilan sera en priorité un bilan qualitatif mais il devra s'appuyer sur des éléments budgétaires.
- Le projet du réseau pour la période de labellisation : ce projet inclut un travail d'analyse de l'existant et de prospective. Il explicitera comment le réseau analyse l'évolution probable de la communauté ou de la technologie et comment il articule son action dans l'accompagnement des évolutions.

Enfin la notion d'interdisciplinarité est complexe. La définition d'un réseau de la MITI propose une approche qui sera retenue pour l'évaluation : un réseau de la MITI devra couvrir le champ de compétence d'au moins 2 instituts ou directions du CNRS. Si la mission d'un institut ou d'une direction englobe l'objet du réseau alors la MITI n'a pas vocation à accueillir ce réseau.

2 Présentation du réseau

Le calcul, qu'il soit scientifique ou intensif, s'est largement développé au sein de la communauté scientifique ces dernières décennies aussi bien dans la recherche publique que dans le secteur privé. Les problèmes étudiés sont de plus en plus complexes tant au niveau des méthodes numériques qu'au niveau des outils informatiques utilisés. Il est nécessaire de réunir différentes communautés (mathématiciens, informaticiens, biologistes, physiciens, etc.) pour résoudre des problèmes ayant un impact direct dans notre quotidien (climat, énergie, environnement, etc.). Le calcul est donc par nature interdisciplinaire.

D'un point de vue technique, le calcul évolue également en fonction des avancées considérables des architectures informatiques. Dans les années 90, les codes de calcul étaient exécutés sur une seule machine et la taille des problèmes était limitée. Aujourd'hui, les codes de calcul nécessitent un fort parallélisme du fait que nos machines sont multi-cœurs, qu'elles ont des cartes accélératrices de type GPU et qu'elles sont interconnectées par des réseaux rapides. Exploiter la puissance de calcul de ces architectures devient de plus en plus complexe et nécessite une expertise très forte des agents du CNRS. Ces architectures complexes arrivent aussi sur les machines personnelles avec des processeurs hybrides toujours plus performants, mais dont la puissance est de plus en plus difficile à exploiter.

Les langages de programmation ainsi que tous les outils du développement logiciel (système de gestion de version, tests, documentation, intégration continue, reproductibilité des calculs) ont également fortement évolué. Il n'est plus possible aujourd'hui de ne connaître qu'un petit nombre d'outils indépendants pour développer efficacement et dans un contexte collaboratif. Là encore, la complexité est grande, car si le nombre d'outils croît, il faut par ailleurs comprendre comment les agencer entre eux. Les combinaisons sont multiples et dépendent du problème étudié.

Partant de ce contexte qui s'est amplifié au fil des années, nous allons dans la suite expliquer comment le réseau Calcul s'est créé. Nous expliquerons ensuite les objectifs du réseau, sa structuration et enfin, nous concluons sur la communauté visée.

2.1 Historique

Il y a une vingtaine d'années, les discussions autour de problématiques de calcul devenant de plus en plus fréquentes dans la liste de discussion du réseau Mathrice (réseau des *administrateurs systèmes et réseaux* des laboratoires de mathématiques

du CNRS), un petit groupe s'est constitué en 2003 et a commencé à créer des événements pour réunir la communauté du calcul en France. Dans le but de consolider cette initiative, le Groupe Calcul a été formalisé en 2009 en créant :

- un réseau métier porté par la MRCT (ancienne structure du CNRS remplacée aujourd'hui par la MITI) ;
- un GdR porté par l'INSMI, en partenariat avec l'INS2I.

Bien que le réseau et le GdR aient été créés ensemble, ils correspondent chacun à un projet différent d'animation de la communauté du calcul scientifique : le GdR Calcul traite de sujets de recherche alors que le réseau discute de sujets techniques et technologiques mis en œuvre pour le soutien aux projets de recherche.

- Le GdR Calcul s'intéresse aux nouvelles méthodes numériques et aux nouveaux algorithmes qui sont à la pointe de la recherche en calcul scientifique. Ces thématiques ont une forte composante en mathématiques appliquées et en informatique mais sont également pluridisciplinaires (physique, chimie, biologie, ingénierie, etc.). En règle générale, la validation de ces nouvelles méthodes passe par l'élaboration de logiciels de calcul qui sont développés au sein des laboratoires et sont distribués à la communauté du calcul en France et à l'international. Le GdR participe à la promotion de ces logiciels et à la formation de la communauté d'utilisateurs.
- Le réseau Calcul s'intéresse aux nouvelles architectures matérielles et aux logiciels, en partageant son expertise sur la façon d'utiliser au mieux les ressources de calcul dans le cadre d'un projet de recherche donné. Cela va de la connaissance et de l'analyse détaillée du fonctionnement des machines, à l'apprentissage des langages de programmation, en passant par le développement et l'utilisation de bibliothèques adaptées à un problème de recherche donné, permettant ainsi d'exploiter de manière optimale ces architectures. Le réseau Calcul fait le lien avec les nouvelles méthodes numériques dans leurs mises en œuvre informatique, leur validation et leur diffusion dans des codes et logiciels.

Les thématiques traitées par chacune des structures ne sont pas totalement sans recouvrement (cf. figure 1), mais elles y sont abordées de manière différente. Par exemple, le GdR discute de nouvelles méthodes numériques et nouveaux algorithmes qui peuvent être mis en œuvre dans des bibliothèques scientifiques largement utilisées par la communauté. Ces bibliothèques peuvent alors faire l'objet d'une présentation par le réseau.

Le GdR explore les propriétés mathématiques de ces méthodes, de leur analyse, pendant que le réseau s'intéresse à leur exploitation pratique par le biais de bibliothèques et d'outils de calcul scientifique.

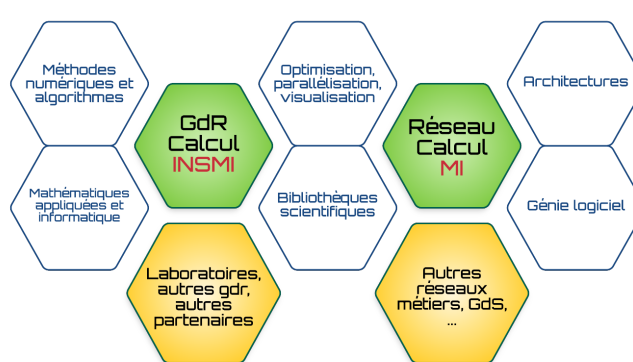


Figure 1: *gdr et réseau*

La finalité n'étant pas la même, les actions et les participations à des financements sont toujours disjointes. Côté financement, le GdR a un soutien de la part de l'INSMI du CNRS alors que le réseau dépend de la MITI et à ce titre est transversal à l'ensemble des Instituts. Les demandes de financement des actions du réseau sont faites de façon principale auprès de la MITI. Pour les mener à bien, elles reçoivent parfois un financement complémentaire venant d'autres entités (laboratoires, autres réseaux métiers, partenaires, etc.).

Le réseau métier Calcul conserve un lien historique avec l'Institut des Mathématiques, notamment dans le soutien qu'il reçoit du GdS Mathrice (sur les serveurs duquel le site web et la liste de diffusion sont hébergés) et la proximité avec le GdR Calcul.

Cependant, il s'appuie sur une communauté qui travaille dans tous les instituts du CNRS concernés par le calcul scientifique et même au-delà du CNRS. Les actions qu'il mène sont issues des besoins de cette communauté transdisciplinaire.

2.2 Objet du réseau

Le réseau Calcul a pour objectif de structurer et d'animer la communauté du calcul scientifique et intensif en France, tout en privilégiant des rapprochements avec ses homologues européens. Les acteurs du calcul en France sont nombreux que ce soit au niveau des organismes de recherche (CNRS, Inria, CEA, INRAE, INSERM, universités, ...) ou au niveau d'autres entités (Genci, Teratec, ...). Les niveaux d'expertises y sont variés et portent sur des thématiques très diverses. Le réseau s'appuie sur cette richesse et propose grâce à ses actions et à sa structuration un lieu d'échanges privilégiés entre tous ces acteurs, une vision claire des verrous technologiques et des problématiques d'aujourd'hui et de demain, une montée en compétences rapide de la communauté, ...

Nous listons ici de manière non exhaustive des thématiques pouvant être traitées par le réseau :

- logiciels et bibliothèques de calcul,
- langages de programmation,
- optimisation, parallélisation, environnements d'exécution,
- méthodologie de programmation et outils de développement, génie logiciel,
- science ouverte et reproductibilité,
- compilateurs et compilation,
- architectures émergentes,
- outils de visualisation,
- traitement et analyse de données.

Il faut bien comprendre que cette liste est mouvante et dépend fortement des évolutions technologiques. Nous pouvons prendre l'exemple de l'intelligence artificielle ou du calcul quantique qui étaient des thématiques balbutiantes il y a quelques années et qui sont devenues en très peu de temps incontournables dans le paysage du calcul.

Nous mettons en place différentes formes d'actions afin de traiter en profondeur ces thématiques. Il s'agit principalement de :

- Diffuser de l'information via la liste de discussion du réseau (2292 abonnés en janvier 2024) et notre compte X (511 abonnés) pour encourager les échanges, fédérer les compétences et favoriser la circulation des idées :
 - échanges techniques (méthodes numériques, programmation, matériel, etc.),
 - retours et partages d'expériences,
 - diffusion d'informations de conférences, workshops, formations, etc., mais aussi d'offres de thèses, post-doctorats et d'emploi en général.
- Communiquer sur le site internet les annonces (écoles, formations, etc.), les nouvelles en lien avec le calcul, et mettre à disposition des documents et des supports de formation.
- Organiser des formations afin de permettre à chacun de développer ses compétences :
 - webinaires,
 - journées scientifiques et techniques,
 - ateliers et écoles,
 - hackathons.
- Organiser des actions communes, par exemple avec d'autres partenaires proches du métier, notamment :
 - la communauté des développeurs, en particulier avec le réseau DevLOG, sur l'activité de développement logiciel en lien avec le calcul,
 - le réseau RESINFO sur les infrastructures de calcul, en lien notamment avec les mésocentres,
 - le réseau RIS, Réseau Interdisciplinaire autour de la Statistique,

- le GIS France Grilles et GENCI sur l'utilisation des différentes infrastructures (grille, cloud, mésocentres et centres nationaux) pour le calcul.

2.3 Organisation interne

Le réseau Calcul est géré et animé par un bureau (comité exécutif, appelé COPIL par la MITI) chargé de mettre en place une organisation et des actions structurantes pour la communauté. Il s'est doté en 2015 d'une charte, sur la base des éléments proposés dans la charte des réseaux du CNRS et a été communiquée à la MITI. Il y a été spécifié de manière collective la finalité du bureau et le rôle de ses membres, auquel chacun souscrit en s'engageant dans l'animation du réseau. Elle est révisée tous les ans en fin d'année. Au sein du bureau, trois personnes se chargent des rôles définis par la MITI pour correspondre avec elle. Ces tâches d'interlocuteur sont assurées à tour de rôle, conformément à la charte de la MITI. Les correspondants sont tous inscrits dans la liste coord_mireseaux@services.cnrs.fr. Le bureau siège en présentiel deux fois par an et fait des points réguliers par visioconférence (environ tous les 3 mois).

Constitution du bureau au 1er mars 2024 :

- Matthieu Boileau, IRMA, Strasbourg (CNRS Mathématiques)
- Anne Cadiou, LMFA, Lyon (CNRS Ingénierie)
- Roland Denis, ICJ, Lyon (CNRS Mathématiques)
- Bernard Dussoubs, IJL, Nancy (Université de Lorraine) (CNRS Chimie)
- Benoît Fabréges, ICJ, Lyon (Université Claude Bernard) (CNRS Mathématiques)
- Daphné Giorgi, LPSM, Paris Sorbonne (CNRS Mathématiques)
- Loïc Gouarin, CMAP, Palaiseau (CNRS Mathématiques)
- **Matthieu Haefele**, LMAP, Pau (CNRS Mathématiques)
- Alessandra Iacobucci, CERMADE, Paris Dauphine (CNRS Mathématiques)
- Marco Mancini, LUTH, Meudon (CNRS Terre & Univers)
- **Pierre Navaro**, IRMAR, Rennes (CNRS Mathématiques)
- **Fabrice Roy**, LUTH, Meudon (CNRS Terre & Univers)

Le bureau échange et coordonne ses actions à l'aide d'une liste de diffusion et d'un projet hébergé sur le [service gitlab de l'Institut de Recherche Mathématique Avancée \(IRMA\) à Strasbourg](#). Gitlab permet aux membres du bureau d'éditer un wiki interne, de définir des tâches, de les attribuer aux membres. Chacun peut ainsi suivre et participer aux fils de discussion en cours.

Le bureau est renouvelé régulièrement par cooptation ou à la suite d'un appel à engagement, en assurant une rotation annuelle d'un de ses membres. Ceci permet d'avoir constamment de nouvelles personnes tout en gardant un historique favorisant leur intégration, et donc de maintenir le dynamisme et l'arrivée de nouvelles idées, de nouvelles disciplines et de nouveaux points de vue. Le bureau se doit également de conserver une pluralité dans les instituts et les communautés scientifiques auxquelles appartiennent les membres du bureau, avec un équilibre aussi entre les expertises qui portent sur le calcul intensif et celles qui n'en relèvent pas.

2.4 Une communauté ouverte

Le réseau a pour vocation d'être largement ouvert à toutes les actrices et les acteurs du calcul quel que soit leur statut (ingénieurs, chercheurs, doctorants, etc.), peu importe leur discipline (mathématiques, physique, biologie, etc.) et qu'ils exercent dans un établissement public ou privé. Ces acteurs sont, pour certains, fournisseurs de moyens ou d'outils de calcul (administrateurs d'infrastructures, développeurs de codes ou de bibliothèques), pour d'autres, utilisateurs de ces moyens et outils.

Cette large ouverture permet d'avoir des échanges d'expériences, de susciter de nouvelles collaborations et de faciliter le travail multidisciplinaire. La liste de diffusion est par exemple un lieu d'échanges réguliers d'informations entre communautés scientifiques différentes sur l'utilisation de méthodes numériques, mais aussi entre des constructeurs de matériels ou développeurs de logiciels et leurs utilisateurs.

Aux disciplines scientifiques traditionnellement utilisatrices du calcul (astrophysique, climatologie, mécanique des fluides, biologie, chimie, etc.) s'ajoutent depuis quelques années de nouvelles communautés travaillant à l'analyse et la visualisation de grands volumes de données, notamment grâce à des outils informatiques et statistiques. Avec l'augmentation du volume des données à traiter, ces communautés se voient confrontées à de nouveaux défis qui relèvent en partie du calcul scientifique. Le réseau Calcul voit donc son périmètre s'élargir, en particulier vers les laboratoires de lettres ou de sciences sociales qui utilisent de telles méthodes d'analyse.

En février 2024, nous avons réalisé une enquête auprès des abonnés à la liste, nous avons eu 600 réponses et les résultats sont en **annexe** à la fin de ce document.

Actuellement, notre réseau se compose à 80% d'hommes. Ce déséquilibre est dû à la proportion faible de femmes exerçant des métiers liés au calcul scientifique. Au sein du réseau, nous sommes attentifs à la parité dans la composition de notre bureau et essayons d'attirer et retenir les talents féminins. Dans notre communication, surtout via notre compte X-Twitter, nous mettons en avant les réussites des femmes au sein de notre réseau et faisons la promotion des actions inclusives du CNRS. Nous nous assurons également que nos actions favorisent l'égalité des genres et qu'elles ne créent pas de barrières injustes pour les femmes.

Si l'on observe la pyramide des âges de nos membres, nous sommes conformes à celle du CNRS dont l'âge moyen est de 48 ans. Un tiers des membres de la liste sont agents CNRS et si l'on ajoute les collègues des Universités, la proportion dépasse les 50%. Tous les grands instituts sont représentés et on peut remarquer que les agents INRIA et les ingénieurs CEA sont nombreux à avoir répondu.

Plus de la moitié des réponses provient d'ingénieurs ou techniciens. Nous atteignons donc notre cible principale en tant que réseau métier. Il est encourageant de constater qu'il y a beaucoup de chercheurs et d'enseignants parmi nos abonnés, respectivement 17% et 12.5%. Leur présence enrichit notre communauté en apportant une diversité de perspectives, d'expériences et de connaissances. Leur engagement à rester informés, à échanger des idées et à contribuer est essentiel pour favoriser un environnement intellectuellement stimulant et dynamique.

Les mathématiques, l'informatique et l'ingénierie sont les disciplines les plus représentées, elles sont cruciales dans le domaine du calcul scientifique. Ces disciplines fournissent les outils et les méthodes pour résoudre les problèmes complexes de la science. Elles sont à la base des avancées technologiques et le cœur de notre projet. Mais on observe surtout un nombre important de personnes faisant partie de nombreuses sciences disciplinaires utilisant le calcul. Cela montre la transversalité du réseau.

Les principaux langages utilisés par notre communauté sont Python, C/C++, Fortran et R. Ces chiffres nous confirment que nous organisons nos ateliers pratiques avec des langages pertinents pour la communauté.

Nous avons mesuré également quelle forge était la plus utilisée. GitHub est arrivé en tête avec plus de 50%. La première position de GitHub s'explique par sa popularité, la disponibilité des GitHub actions, une visibilité du code plus importante et une communauté d'utilisateurs très importante. La possibilité d'accéder à des machines Windows et Mac pour l'intégration continue est un atout important. Nous avons conscience que cet état de fait pose des questions d'autonomie de la recherche française et de propriété intellectuelle. C'est pour cette raison que des membres du bureau participent à un groupe de travail dans Mathrice avec des administrateurs de forges de l'ESR. L'objectif est d'arriver à proposer de meilleurs services au niveau national afin que les forges de l'ESR soient plus attractives.

50% des répondants ont participé à au moins une action du réseau. Les Cafés sont la forme la plus populaire devant les journées thématiques. Nous avons sondé par ailleurs quelles étaient les thématiques les plus attendues. Les résultats montrent qu'aucune ne se détache, les thématiques principales du calcul scientifique sont citées le plus souvent : la parallélisation, l'optimisation des performances et le calcul sur les accélérateurs. La qualité logicielle et la reproductibilité sont aussi importantes. Toutes ces thématiques feront l'objet d'action dans notre projet pour les 5 prochaines années.

3 Bilan des actions du réseau Calcul

Le réseau Calcul est très largement ouvert à tous les acteurs du calcul, économiques et académiques.

L'espace d'échanges le plus utilisé est la liste calcul@listes.math.cnrs.fr. Multidisciplinaire et ouverte à tous, elle compte aujourd'hui 2292 abonnés. Sur cette liste sont postés :

- des offres d'emploi,
- des annonces de rencontres, conférences et formations,
- les sorties de nouvelles versions de logiciels liés au calcul scientifique,
- des demandes d'aides techniques pour le développement de codes ou l'achat de matériel.

La vie du réseau Calcul est animée par des actions qui se déclinent actuellement sous cinq formes :

- écoles,
- ateliers,
- hackathons,
- journées thématiques,
- webinaires.

Ces événements ont lieu dans toute la France, sur des durées variant de 1 à 5 jours. Durant ces 6 dernières années, nous avons proposé des actions autour de la science ouverte et la reproductibilité, la science des données et le calcul sur les accélérateurs en plus de nos thématiques habituelles sur la parallélisation et l'optimisation des performances.

3.1 Écoles

Une fois par an, le réseau Calcul organise une formation en résidentiel d'une durée de 4 à 5 jours (où les participants sont logés) avec le label ANF (Action Nationale de Formation) du CNRS.

Chaque formation porte sur différents outils, présentés par des spécialistes, avec des travaux pratiques approfondis qui permettent aux participants d'apprendre à les utiliser sur des exemples concrets.

Les premières écoles étaient centrées autour des bibliothèques de calcul scientifique, des outils de développement sur les architectures parallèles et des langages, plus particulièrement Python. Progressivement, les sujets sont devenus plus ciblés en suivant les évolutions des métiers liés au calcul. Plusieurs écoles ont eu pour sujet *l'optimisation* qui reste un aspect central.

Ces dernières années, le réseau s'est ouvert aux outils d'administration des machines de calcul. La première édition était un tel succès que nous en avons fait une ANF récurrente qui a lieu tous les deux ans. Les autres années, les ANF ont été consacrées à des langages ou des outils d'évaluation de performance.

Voici la liste des écoles proposées au cours des 6 dernières années de la plus récente à la plus ancienne :

- *R pour le calcul* du 23 au 27 septembre 2024 à Fréjus.
- *User Support Tools for HPC* du 19 au 23 juin 2023 à Aussois.
- *Julia* du 13 au 17 septembre 2021 à Fréjus.
- *User Support Tools for HPC* du 18 au 26 janvier 2021 en ligne.
- *Évaluation de performance pour les codes HPC* du 16 au 20 septembre 2019 à l'Observatoire de Haute Provence.
- *User Support Tools for HPC* du 14 au 18 mai 2018 à Fréjus.

3.2 Ateliers

En plus des formations sur une semaine, nous avons proposé des ateliers de 1 à 3 jours. Ces ateliers sont centrés sur un outil spécifique lié au calcul, mais traitent aussi des méthodologies pertinentes du génie logiciel (gestion de version ou intégration continue par exemple). Ils permettent aussi de faire découvrir les nouveautés comme les outils python pour les accélérateurs. Le développement et la réalisation de calculs performants et efficaces avec le souci de partager ses applications sont un dénominateur commun à tous ces ateliers.

- *Développement open source: Simplifions-nous la vie !* le 12 décembre 2023 à Paris.
- *Introduction à oneAPI, SYCL2020 et DPC++ Compatibility Tool (Syclomatic)* le 4 décembre 2023 à Paris.

- *Scientific Computing Accelerated on FPGA* du 4 au 7 juillet 2022 à Saclay.
- *Utilisation de Grid'5000 pour la réalisation de benchmarks* le 8 octobre 2020 à Lyon.
- *Atelier Optimisation* du 16 au 17 mai 2019 à Saclay.
- *Atelier Visualisation in Situ* du 11 au 13 décembre 2017 à Toulouse.

3.3 Journées thématiques

- *Journées Julia et Optimisation* du 4 au 6 octobre 2023.
- *Journée Dask* le 27 septembre 2023 à Grenoble.
- *JCAD, Journées Calcul & Données* du 10 au 12 octobre 2022 à Dijon.
- *Journée Julia* le 10 juin 2022 à Paris.
- *Journées Rust* du 12 au 13 mai 2022 à Strasbourg.
- *JCAD, Journées Calcul & Données* du 13 au 15 décembre 2021 à Dijon.
- *JCAD, Journées Calcul & Données* du 2 au 4 décembre 2020 en ligne.
- *Journée précision numérique* le 28 juin 2019 à Saclay.
- *Journée Julia* le 31 janvier 2019 à Lyon.
- *Interopérabilité et pérennisation des données de la recherche : comment FAIR En pratique ?* le 27 novembre 2018 à Paris.
- *JCAD, Journées Calcul & Données* le 24 octobre 2018 à Lyon.
- *Campagnes de calcul reproductibles* le 23 octobre 2018 à Lyon.
- *Journée Évaluation de performance* le 8 octobre 2018 à Paris.
- *Journées GPGPU* du 12 au 13 juin 2018 à Villeurbanne.

Les journées *Calcul & Données* sont l'occasion de suivre une série de présentations sur l'utilisation du calcul dans des domaines variés (chimie, biologie, mécanique, physique, etc.). Elles rassemblent un public d'horizons différents favorisant les discussions et retours d'expérience. Elles ne sont pas à proprement parlé organisées par le réseau Calcul, mais des membres du bureau font partie du comité d'organisation. C'est un lieu où les membres du réseau se retrouvent naturellement et contribuent au programme de l'événement.

3.4 Webinaires

Intitulés "Cafés Calcul", ces webinaires sont organisés par le bureau qui sollicite des intervenants experts. Nous utilisons la plateforme BBB de Mathrice pour la visioconférence et les sessions sont enregistrées puis publiées sur [notre chaîne canal-u](#). Voici la liste de tous les cafés organisés depuis leur création :

- 2024
 - *Café Fortran Moderne* le 7 juin.
 - *Café Julia: Ferrite.jl toolbox pour les éléments finis* le 31 mai.
 - *Café Julia: FourierFlows.jl* le 16 mai.
 - *Passage à l'échelle de la communauté d'utilisateurs de Smilei* le 9 avril.
 - *Café Julia: Beta Machine Learning Toolkit* le 15 mars.
 - *Café Julia: Trixi platform* le 6 février.
 - *Café Julia: Crafting numerical experiments with Julia* le 16 janvier.
- 2023
 - *Café Julia: Exploring Deep Learning through Flux.jl* le 7 décembre.
 - *Café Julia: DataFlowTasks.jl* le 24 novembre.
 - *Pyccel: Write Python code, get Fortran speed* en ligne le 19 septembre 2023 en ligne.
 - *Café Julia: GraphNeuralNetworks.jl* le 15 septembre.
 - *Python numerical ecosystem: deep technical issues soon fixed through the HPy project?* le 15 mars 2023.
 - *SageManifolds: calcul tensoriel et géométrie différentielle avec SageMath* le 6 mars.
 - *Webinaire Quarto* le 27 janvier.
 - *OpenMOLE : évaluez et explorez vos modèles de simulation !* le 19 janvier.

- 2022
 - *HPC for Idealists with Deadlines: Pragmatic Abstractions for High Performance* le 16 novembre 2022.
 - *Recherche reproductible en statistique appliquée et économétrie* le 1er avril.
 - *SageMath* le 14 mars.
 - *IEEE 754, précision et reproductibilité numérique* le 10 février.
 - *Rust* le 13 janvier.
 - *Questions-Réponses : Julia pour les sciences du vivant* le 19 novembre.
- 2021
 - *Bibliothèque C++/Kokkos* le 22 octobre.
 - *Pythran* le 24 septembre.
 - *FPGA : un nouveau type d'accélérateur pour le calcul ?* le 24 juin.
 - *Questions-Réponses : les packages Julia* le 18 juin.
 - *GPU programming with PyOpenCL* le 20 mai.
 - *Pourquoi Julia ?* le 8 avril.
 - *Calcul parallèle et éléments finis* le 8 mars.
 - *Installer et utiliser des gitlab runners* le 18 février.
 - *Outil de placement de processus Placement* le 21 janvier.
- 2020
 - *Tinker-HP* le 10 décembre.

Avec une organisation légère, ce format permet de sonder l'intérêt de la communauté pour des thématiques qui peuvent être reprises dans des formations plus longues, par exemple le langage Rust, l'ANF Julia, etc.

3.5 Quelques chiffres

On constate que ces différentes actions autour du calcul sont bien suivies et remplissent un rôle de lien dans la communauté : les formations regroupent 20 à 30 participants et les journées thématiques 30 à 40 personnes. Depuis la crise COVID, nous offrons la possibilité de suivre ces événements à distance lorsque cela est possible.

L'organisation d'une journée de formation nécessite un financement variable selon que cette formation est en résidentiel ou non. Le coût moyen d'une formation en résidentiel est de l'ordre de 200 euros par jour et par participant. Les écoles, ainsi réalisées sur 5 jours avec 20 participants, ont nécessité en moyenne des budgets de l'ordre de 20 000 euros pour couvrir l'ensemble des frais. Un atelier pour 30 personnes nécessite quant à lui un budget de l'ordre de 2000 euros pour couvrir les frais de pause-café, repas et réservation de salle.

Les candidats aux différents concours de la fonction publique sur les postes d'ingénieurs calcul ont souvent déjà participé à au moins une de nos formations. Les nouveaux arrivants déclarent s'en servir pour compléter leur formation et élargir leur domaine de compétences. L'ensemble des disciplines (physique, chimie, ingénierie, biologie, etc.) bénéficient à travers le réseau Calcul d'une mise en lien avec les mathématiques appliquées et l'informatique pour le calcul ainsi que d'un regard vers les autres disciplines.

3.6 Communications et interactions

Le réseau Calcul développe et gère son site web <https://calcul.math.cnrs.fr> et gère la liste de discussion ainsi qu'un fil X (anciennement Twitter) avec 511 abonnés.

Parmi les actions de communication, notons la création d'une liste Julia avec 311 abonnés. Celle-ci est complètement gérée par notre réseau, un billet pour suivre l'actualité du langage est posté chaque mois depuis mars 2019. Celle-ci est référencée dans la newsletter officielle internationale. Le langage Julia est à l'heure actuelle l'alternative ouverte la plus crédible à MATLAB qui reste encore beaucoup utilisé au CNRS et représente une dépense pour les laboratoires.

Le réseau Calcul est partenaire des réseaux DevLOG, RESINFO et RIS, avec lesquels il collabore régulièrement sur des problématiques logicielles et informatiques. Il a par ailleurs des correspondants dans ces réseaux. Depuis sa création, le

réseau Calcul est un membre particulièrement actif du Groupe de travail sur les Données de la Recherche de la MITI. Nous avons participé à la rédaction et à l'édition du [Guide de bonnes pratiques sur la gestion des données de la recherche](#).

Lorsque le bureau du réseau discute des actions à mener, en particulier des actions de formation, il les priorise en fonction des autres actions de formation proposées par ailleurs, notamment par l'IDRIS, le CINES, l'IN2P3, TERATEC pour ce qui concerne le calcul intensif. On constate qu'une partie des demandes exprimées dans les sondages effectués sur la liste de discussion du réseau correspondent à des formations déjà existantes. C'est le cas par exemple de demandes concernant les bases des langages de programmation (Fortran/C++) ou la parallélisation (MPI/OpenMP). L'IDRIS et le CINES réalisent ces formations depuis de nombreuses années et sont experts dans le domaine. Il ne nous semble donc pas nécessaire de les monter au niveau du réseau, mais bien de les relayer pour mieux les faire connaître. Néanmoins, sur certaines actions, il nous paraît intéressant d'aller chercher les intervenants de GENCI - et de l'IDRIS en particulier, au titre de leur expertise. C'est le cas par exemple de l'ANF proposée tous les deux ans sur les outils HPC de support au calcul avec RESINFO.

Le bureau du réseau reste persuadé que son rôle dans le choix des actions de formation consiste à mettre en avant de nouvelles formations, à vocation exploratoire et en avance de phase par rapport aux formations initiales ou avancées, telles que celles proposées par exemple par la formation permanente du CNRS via les Délégations régionales ou l'IDRIS.

4 Projet du réseau

4.1 Analyse de l'existant

Le recours massif au calcul et l'augmentation des ressources accompagnent une complexité croissante des problèmes de recherche explorés (couplés, multi-physiques et multi-échelles) qui sont, en outre, souvent au croisement de plusieurs disciplines scientifiques et nécessitent l'utilisation de différentes méthodes numériques. Cela exige la maîtrise d'un spectre de techniques de plus en plus large : exploitation d'architectures hybrides, couplages du calcul et des données, interfaçage de plusieurs langages et de plusieurs bibliothèques logicielles, etc. De plus, le développement de l'apprentissage profond en calcul scientifique, basé sur un mélange variable de méthodes numériques traditionnelles et de réseaux de neurones, et utilisant des données très hétéroclites (équations de la physique, résultats de simulations numériques classiques, données réelles, etc.) ajoute encore une couche de complexité au métier.

L'impact environnemental est également, et d'autant plus, un sujet essentiel avec la prise en compte de l'efficacité énergétique des codes de calcul, l'impact du matériel utilisé, etc. et donc le développement de techniques associées (quantification des émissions, optimisation des codes, apprentissage frugal, ...).

Afin d'appréhender au mieux cette complexité, il est par ailleurs nécessaire que les codes de calcul développés dans les laboratoires de recherche soient réutilisables, distribuables, reproductibles et évolutifs. Le génie logiciel prend dès lors une part de plus en plus importante dans nos métiers avec toute la complexité qu'il représente (intégration continue, packaging, licences, mise en place de services...).

Face à cette évolution rapide du métier, la formation initiale ne suffit pas à elle seule. Le réseau se positionne donc en relais de ces formations pour continuer à développer les compétences de la communauté.

Les objectifs du réseau sont également de favoriser les échanges au sein de la communauté du calcul sur les différents aspects du métier. Lors de nos actions, nous permettons aux participants venus de disciplines différentes d'échanger sur leurs pratiques respectives. Nous diffusons un savoir-faire et des expériences au delà du cloisonnement disciplinaire habituel. Nous accompagnons nos membres dans leur veille technologique. Cela leur permet de suivre l'évolution des méthodes et des outils liés au calcul scientifique.

Ces actions répondent au besoin actuel d'entraide de la communauté. Elles permettent de rompre l'isolement. La formation y tient une large part, car elle est basée sur des mises en application et des retours d'expérience sur des situations réelles. Avec les cafés, nous avons ajouté une dimension de promotion des savoir-faire sur le partage d'applications. Nous avons pu mettre la lumière sur des projets innovants et de nouveaux langages de programmation. La mesure de l'audience de ces cafés nous aide à guider nos actions futures.

Le spectre des expertises actuelles trouvées au sein du réseau Calcul couvre :

- l'usage de nouveaux langages de programmation pour le calcul scientifique,
- le développement, la diffusion et l'utilisation de bibliothèques et de codes de calcul,
- le déploiement, l'administration et l'exploitation d'architectures adaptées au calcul scientifique,
- l'implémentation et la validation de méthodes numériques et mathématiques appliquées adaptées au problème posé,
- l'optimisation de codes de calcul, l'usage expert de différentes techniques de parallélisation,
- l'utilisation d'outils de génie logiciel répondant aux problématiques du calcul scientifique que ce soit pour du développement de méthodes ou pour leur mise en œuvre dans des campagnes de simulation,
- le développement et la mise en œuvre de calculs sur les données, couplés aux simulations ou à l'analyse de leurs résultats, avec un usage expert d'un certain nombre d'outils logiciels associés.

Actuellement, plusieurs entités issues du monde de la recherche proposent des actions sur ces thèmes. L'IN2P3 propose des webinaires réguliers et une école d'été autour de la programmation en calcul scientifique, l'optimisation et la parallélisation. Il est associé à TERATEC, le pôle européen en simulation numérique haute performance. Celui-ci propose des formations sur le même thème ainsi que sur les bibliothèques spécifiques au calcul haute performance. L'IDRIS propose également des formations en programmation et parallélisation régulières sous la forme de stages de deux à trois jours tout au long de l'année. Depuis trois ans, il existe aussi une formation autour de l'apprentissage profond. Celle-ci, intitulée FIDLE (Formation Introduction au Deep LEarning) est composée de 20 séquences de deux heures diffusées chaque semaine.

Au réseau calcul, nous croyons fermement que la formation est essentielle et ne doit pas se limiter à des événements récurrents ayant le même contenu. C'est pourquoi nous proposons des actions pour aller au-delà et en complément des cursus conventionnels offerts ailleurs. Nous proposons une expérience d'apprentissage plus personnalisée et axée sur des sujets spécialisés et pointus. Cela peut être des actions pour approfondir des connaissances dans un domaine particulier, acquérir de nouvelles compétences spécialisées ou résoudre des défis spécifiques. Nous nous efforçons d'offrir une expérience d'apprentissage immersive, interactive et enrichissante, avec des intervenants experts dans leur domaine et des méthodes pédagogiques innovantes.

4.2 Éléments de prospective

Pour préparer nos actions futures, nous effectuons **une analyse des besoins** en calcul scientifique et intensif en identifiant les compétences requises et les lacunes existantes. Nous suivons **l'évolution des technologies** en tenant compte des dernières avancées dans le domaine, telles que les nouvelles architectures de calcul (quantique, calcul sur FPGA) mais aussi les nouvelles méthodes numériques, les bibliothèques spécialisées, les langages de programmation, etc. Nous surveillons **les tendances actuelles en recherche** pour inclure les concepts et les méthodes les plus récentes dans notre plan de formation. Nous utilisons **des méthodes d'apprentissage innovantes**, telles que les ateliers participatifs basés sur l'intelligence collective, pour rendre la formation plus interactive et efficace. **Les compétences en programmation** sont essentielles, nous suivons l'actualité de tous les langages pertinents pour le calcul. Nous accordons de l'importance à **la visualisation des données**, car elle joue un rôle crucial dans l'analyse et la compréhension des résultats. **L'optimisation des performances** est au cœur de notre projet. En effet, il faut toujours améliorer l'efficacité des calculs pour des contraintes de temps et de ressources, mais aussi pour des raisons écologiques. **La précision** est importante, parce que s'il faut calculer vite, il faut surtout calculer juste. Nous intégrons dans nos actions les aspects de validation et de vérification des résultats pour garantir la fiabilité et la robustesse des codes de recherche. **L'intelligence artificielle** est incontestablement devenu un outil important dans certaines disciplines. Nous encourageons **la collaboration interdisciplinaire** en incluant des activités ou des projets qui mettent en relation le calcul avec d'autres domaines d'expertise, tels que la physique, la biologie, la chimie, etc.

Si la plupart de ces éléments sont un prolongement des efforts réalisés jusqu'ici, nous porterons une attention particulière à la mise en place de nouveaux formats favorisant l'intelligence collective.

4.3 Plan d'action

Le réseau Calcul souhaite poursuivre la mise en place de différentes actions afin de mettre l'échange, l'entraide et le partenariat au coeur de ses objectifs. Nous voulons rendre les membres de la communauté des acteurs à part entière de la dynamique de ce réseau et non de simples consommateurs de formations. Nous souhaitons, à travers celui-ci, identifier rapidement des expertises pouvant profiter au plus grand nombre et créer une intelligence collective.

- **Reconduction des actions qui ont montré leur efficacité**

Le réseau Calcul continuera de modérer la liste de diffusion, de relayer de l'information via la liste et le compte X-twitter ainsi que de mettre à jour le site avec les annonces d'événements et d'offres d'emploi. Il continuera également de proposer du contenu sur de la veille technologique et méthodologique via des cafés réguliers sous la forme de webinaires, à organiser des actions de formation, des journées thématiques, ateliers et mini-workshops.

- **Évolution et la consolidation du bureau**

Les actions menées par le réseau sont gérées par le bureau constitué d'une dizaine de personnes. Toute organisation d'événement prend du temps et si nous voulons monter en nombre d'actions tout en conservant la qualité, il va nous falloir être plus nombreux. Notre mode de fonctionnement diffère des réseaux comme DevLOG ou RESINFO puisque nous ne sommes pas une fédération de réseaux régionaux. Tout est géré par notre bureau. Nous ferons donc un appel sur notre liste de discussion pour trouver de nouvelles recrues. Elles devront envoyer une lettre d'intention afin d'identifier au mieux leurs motivations et leurs expertises. Nous serons également vigilants à accroître la parité au sein du bureau.

- **Renforcement de nos liens avec les acteurs du calcul en France**

Dans son travail de structuration de la communauté, le bureau du réseau Calcul travaillera à renforcer le partenariat avec les réseaux experts de différents instituts et EPST partenaires (Inria, INRAE, Ifremer, CEA, etc.). Nous continuerons à articuler nos actions avec les réseaux métiers voisins et notamment ceux de la MITI. Des actions communes continueront d'être organisées en bénéficiant de l'expertise des différentes communautés.

Comme nous le faisons depuis quatre ans, ces actions se feront aussi dans le cadre du groupe de travail DOREMITI. Le réseau Calcul est un membre actif depuis sa création. La gestion efficace des données de recherche est devenue essentielle dans notre domaine. Cela peut améliorer les performances et les résultats. Il y a un besoin de compétences fort dans ce domaine spécifique. Nous allons continuer de contribuer activement à l'atelier en partageant nos expériences et en collaborant avec les autres réseaux. Les codes de recherche sont considérés comme des données, l'apport du réseau peut être pertinent sur la gestion des versions et des licences, la publication des résultats issus de simulation et leur pérennité. Notre implication dans les activités du groupe et les discussions offre un point de vue différent. Cette collaboration conduit à une meilleure compréhension sur les sujets liés à la gestion des données de la recherche.

- **Contribution aux bonnes pratiques de la science ouverte**

La mise à disposition des données et des codes sources selon les principes FAIR (Facile à trouver, Accessible, Interopérable, Réutilisable) est un enjeu scientifique important, en particulier dans les sciences où le traitement numérique occupe une place prépondérante. Le réseau relatera bien entendu les annonces de formation sur les bonnes pratiques dans ce domaine, mais proposera surtout des ateliers sur les outils qui permettent d'automatiser et systématiser certains processus à mettre en place pour respecter ces principes. Par exemple, dans le domaine du logiciel, il peut être compliqué, voire impossible, de reproduire une expérience numérique publiée dans un article. Mettre son application sous forme de paquet distribuable avec les dépendances du logiciel permet de simplifier grandement une étape de cette reproductibilité. Par effet de bord, le logiciel étant plus facile d'accès, il sera d'autant plus facile à utiliser par des membres de la communauté qui deviendront de potentiels contributeurs.

- **Mise en place de nouveaux formats favorisant l'intelligence collective**

Le réseau propose d'utiliser l'outil "atelier facilité en intelligence collective" dans l'organisation de ses événements lorsque c'est pertinent. Cet outil permet de structurer la collaboration d'un groupe afin qu'il réalise un objectif

(répondre à une question, produire une liste de choses, un planning...). L'alternance de séquences courtes de réflexion seul, en petits groupes ou en grand groupes, permet de générer une variété d'idées et de solutions créatives à des problèmes complexes. Ils favorisent la participation au sein du groupe. Les participants peuvent partager leurs connaissances, compétences et expériences, ce qui permet un apprentissage mutuel. Les personnes impliquées dans ce type d'ateliers sont souvent plus engagées et motivées, car elles se sentent valorisées dans un groupe collaboratif travaillant vers un objectif commun. Cette modalité n'est pas pertinente quand la question posée a une réponse connue et qui fait consensus. Dans ce cas de figure, l'exposé d'un expert de la question reste la modalité à envisager. Mais il y a de nombreux cas où la réponse n'est pas si claire. Un atelier facilité permet alors de mobiliser l'ensemble des connaissances des participants pour répondre à un cas particulier. Les participants acquièrent non seulement des connaissances mais également tout le processus qui a permis leur élaboration.

- **Organisation de *hackathons***

Il s'agit de réunir experts et membres du réseau en présentiel sur des projets précis sélectionnés par le bureau. Ce format favorise la collaboration et l'échange d'idées entre des personnes possédant des compétences différentes, mais complémentaires. En travaillant en présentiel avec des délais serrés, les participants sont poussés à penser de manière créative et à trouver des solutions novatrices à des problèmes complexes. Durant ces ateliers, nous allons travailler sur la résolution de problèmes réels afin de maximiser l'impact direct sur la recherche et le développement. Les hackathons sont des occasions idéales pour apprendre de nouveaux outils, techniques et méthodes de travail en collaborant avec d'autres participants. Cela facilite le partage des connaissances et contribue à renforcer les compétences des participants. Enfin, ces événements seront autant d'occasions de rencontrer des personnes partageant les mêmes idées, y compris des chercheurs, des développeurs et des professionnels de l'industrie et, qui sait, d'initier le processus d'écriture d'un code communautaire dans les communautés scientifiques prêtes à franchir le pas d'un tel développement. Si le réseau Calcul n'a pas vocation à porter et maintenir le développement de tels codes, il peut par contre agréger ponctuellement la masse critique d'une communauté scientifique et initier ce type de démarche. Cela peut conduire à des collaborations futures et à une plus grande visibilité du CNRS dans le domaine du calcul.

5 Conclusion

Ce projet de renouvellement du réseau Calcul capitalise sur l'expérience acquise ces vingt dernières années en reprenant les outils et actions qui ont fonctionné jusqu'ici : site web, liste de diffusion, compte X-twitter, des cafés réguliers sous la forme de webinaires, des actions de formation, des journées thématiques, ateliers et mini-workshops. Il s'agit d'animer le réseau métier en lui proposant de la veille technologique et méthodologique dans le domaine du calcul scientifique au sens large. Le spectre thématique des membres a toujours été très large et nous avons le projet de le maintenir ainsi car les retours d'expérience au delà de sa propre communauté scientifique ont montré leur richesse. Le spectre des thématiques que nous projetons d'aborder dans nos événements reste assez similaire dans l'ensemble avec quelques nouveautés comme l'intelligence artificielle, la science ouverte, le calcul quantique ou le calcul sur FPGA.

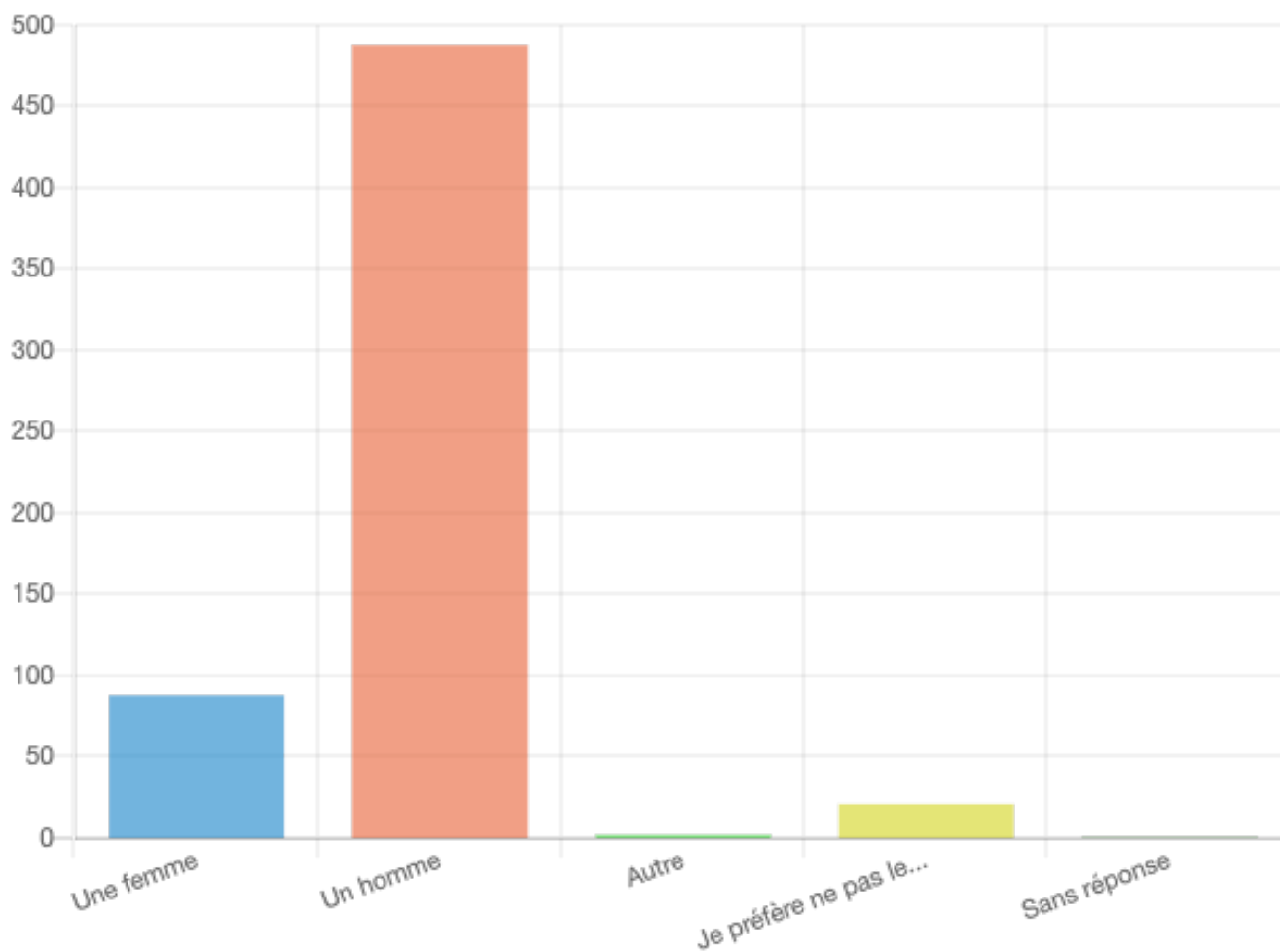
Les nouveautés de ce projet se concentrent sur deux axes. Le premier vise à renforcer nos liens avec les acteurs du calcul en France, au CNRS, mais également au delà du CNRS. Cela permettra d'étendre encore le spectre thématique des membres et donc la transversalité du réseau. Le second axe concerne les modalités. Il s'agit ici de proposer de nouveaux types d'événements afin d'enrichir l'aspect formation existant avec une interaction plus forte entre les membres du réseau. Les pauses déjeuner et cafés sont les seuls vrais moments d'interaction entre les participants lors des journées thématiques et des ateliers que nous proposons jusqu'ici. Les ateliers facilités et les hackathons que nous projetons de mettre en place permettent une interactivité beaucoup plus importante pendant l'événement et potentiellement au delà de l'événement lui-même.

6 Enquête 2024 pour le Groupe Calcul

Nombre de réponses : 600

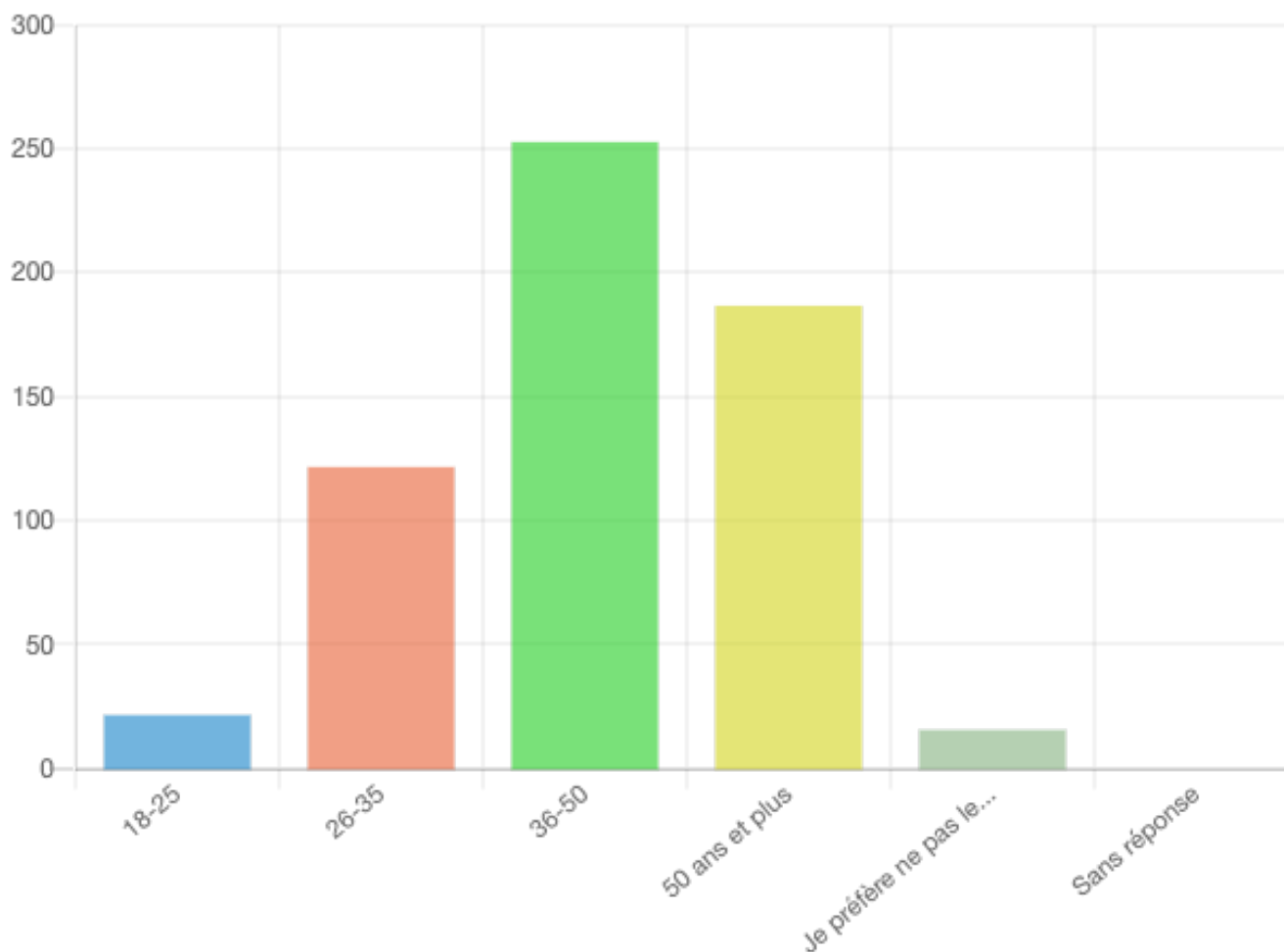
6.1 Êtes vous ...

- Une femme 88 14.67%
- Un homme 488 81.33%
- Autre 2 0.33%
- Je préfère ne pas le dire. 21 3.50%
- Sans réponse 1 0.17%



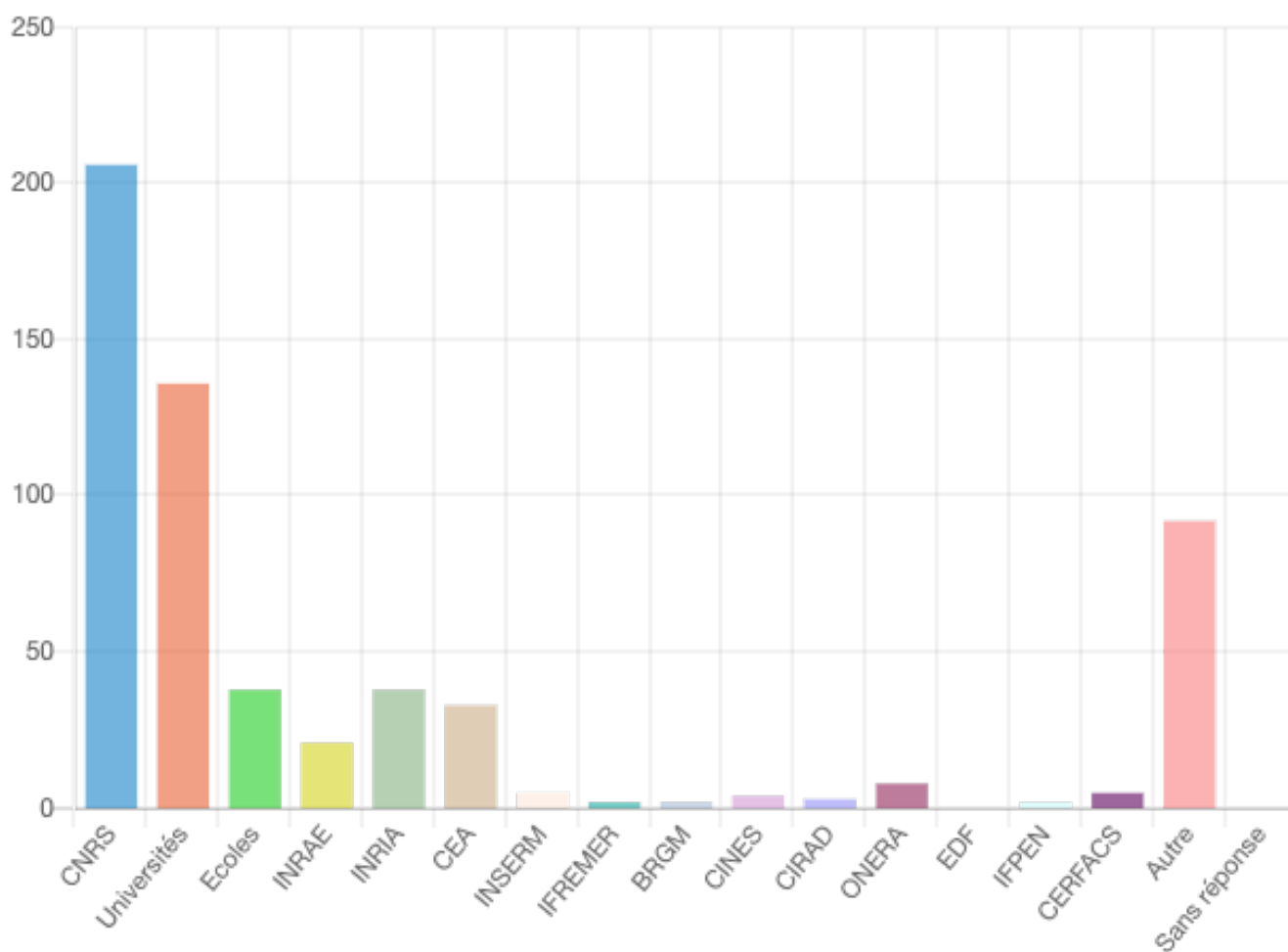
6.2 Dans quelle tranche d'âge vous situez-vous ?

- 18-25 22 3.67%
- 26-35 122 20.33%
- 36-50 253 42.17%
- 50 ans et plus 187 31.17%
- Je préfère ne pas le dire 16 2.67%



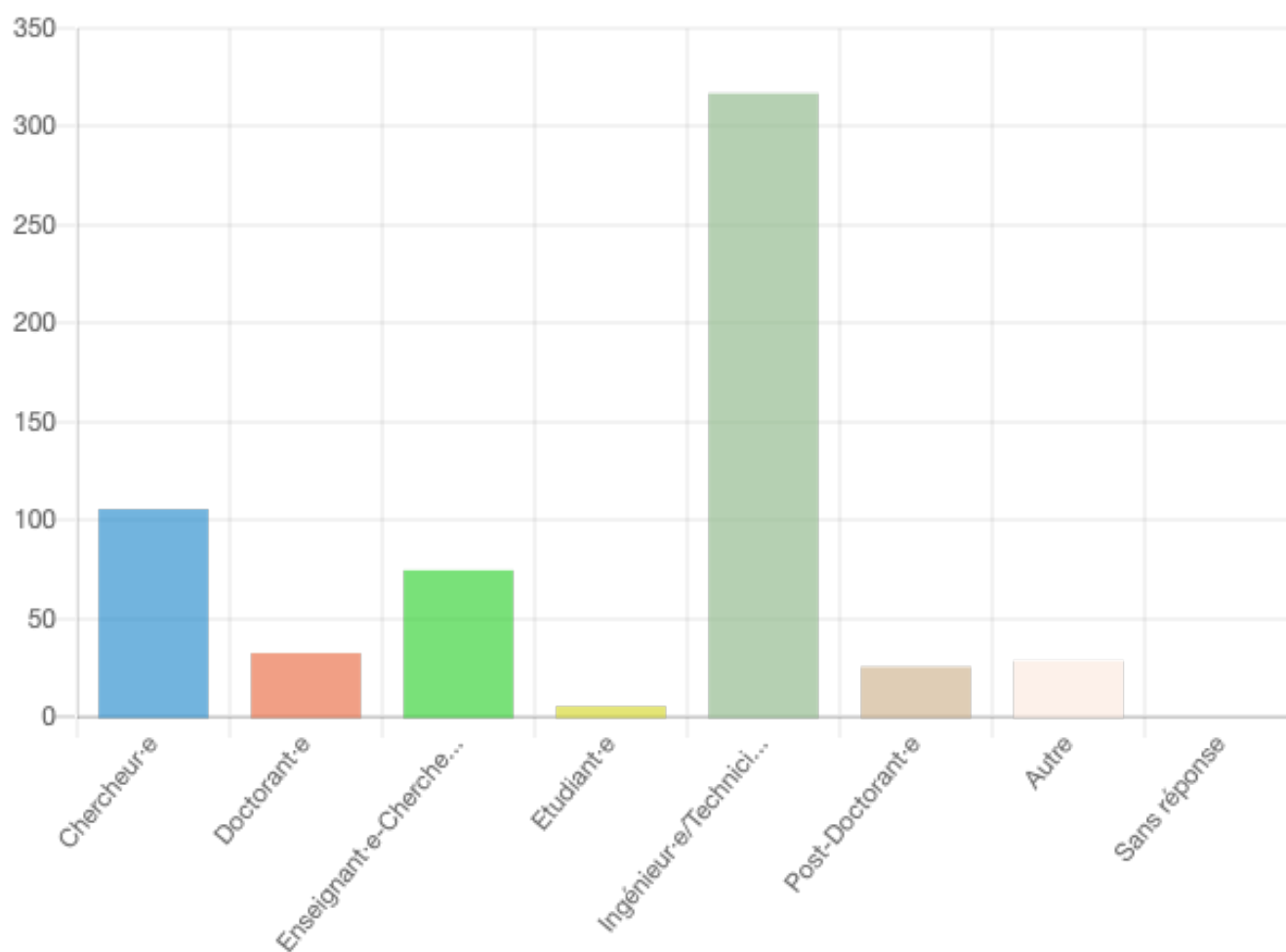
6.3 Quel est votre employeur ?

- CNRS 206 34.33%
- Universités 136 22.67%
- Ecoles 38 6.33%
- INRAE 21 3.50%
- INRIA 38 6.33%
- CEA 33 5.50%
- INSERM 5 0.83%
- IFREMER 2 0.33%
- BRGM 2 0.33%
- CINES 4 0.67%
- CIRAD 3 0.50%
- ONERA 8 1.33%
- EDF 0 0.00%
- IFPEN 2 0.33%
- CERFACS 5 0.83%
- Autre 92 15.33%
- Sans réponse 0 0.00%
- Non complété 5 0.83%



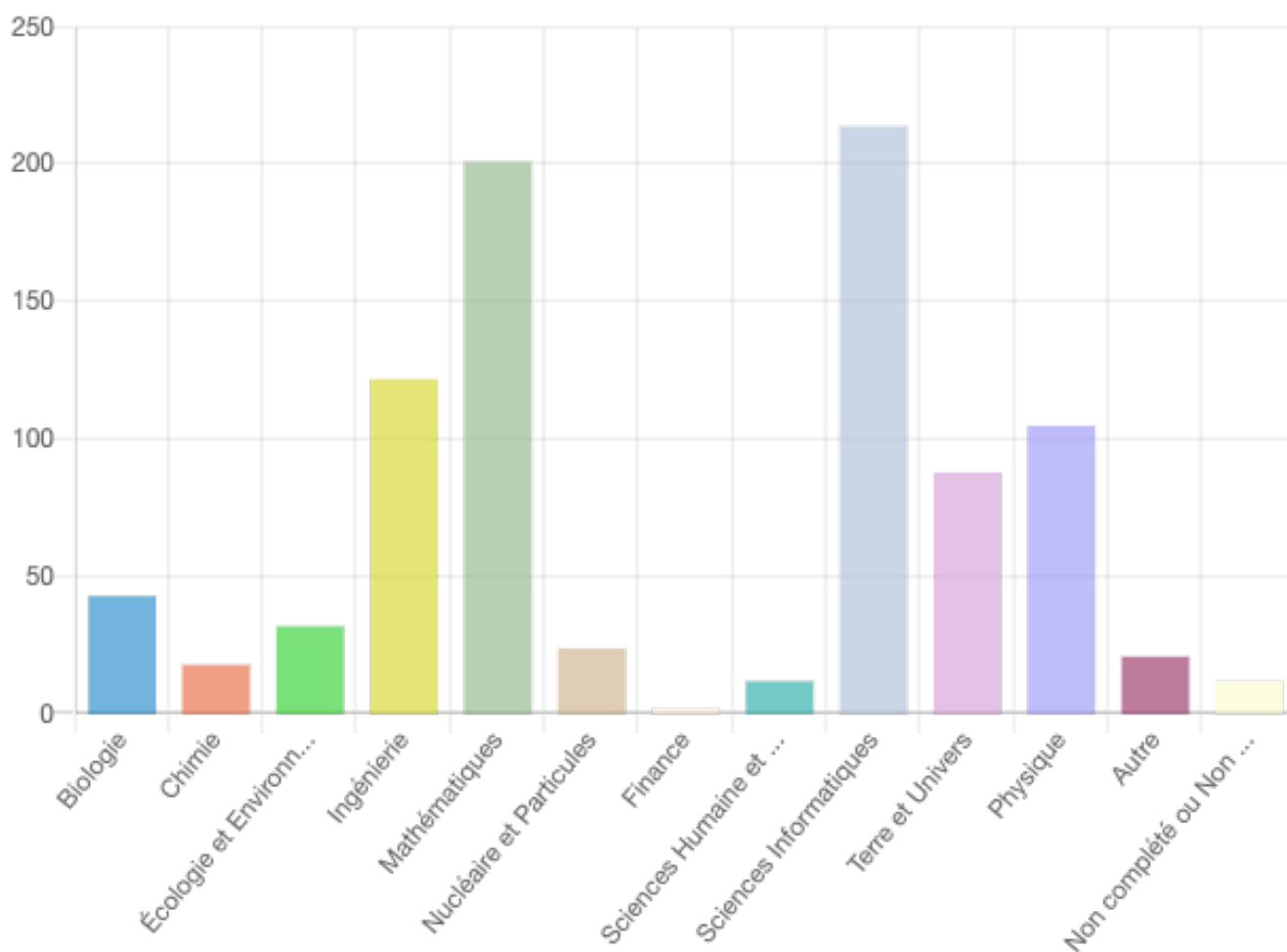
6.4 Quel est votre statut ?

- Ingénieur·e/Technicien·ne 317 52.83%
- Chercheur·e 106 17.67%
- Enseignant·e-Chercheur·e 75 12.50%
- Doctorant·e 33 5.50%
- Etudiant·e 6 1.00%
- Post-Doctorant·e 26 4.33%
- Autre 29 4.83%
- Sans réponse 0 0.00%



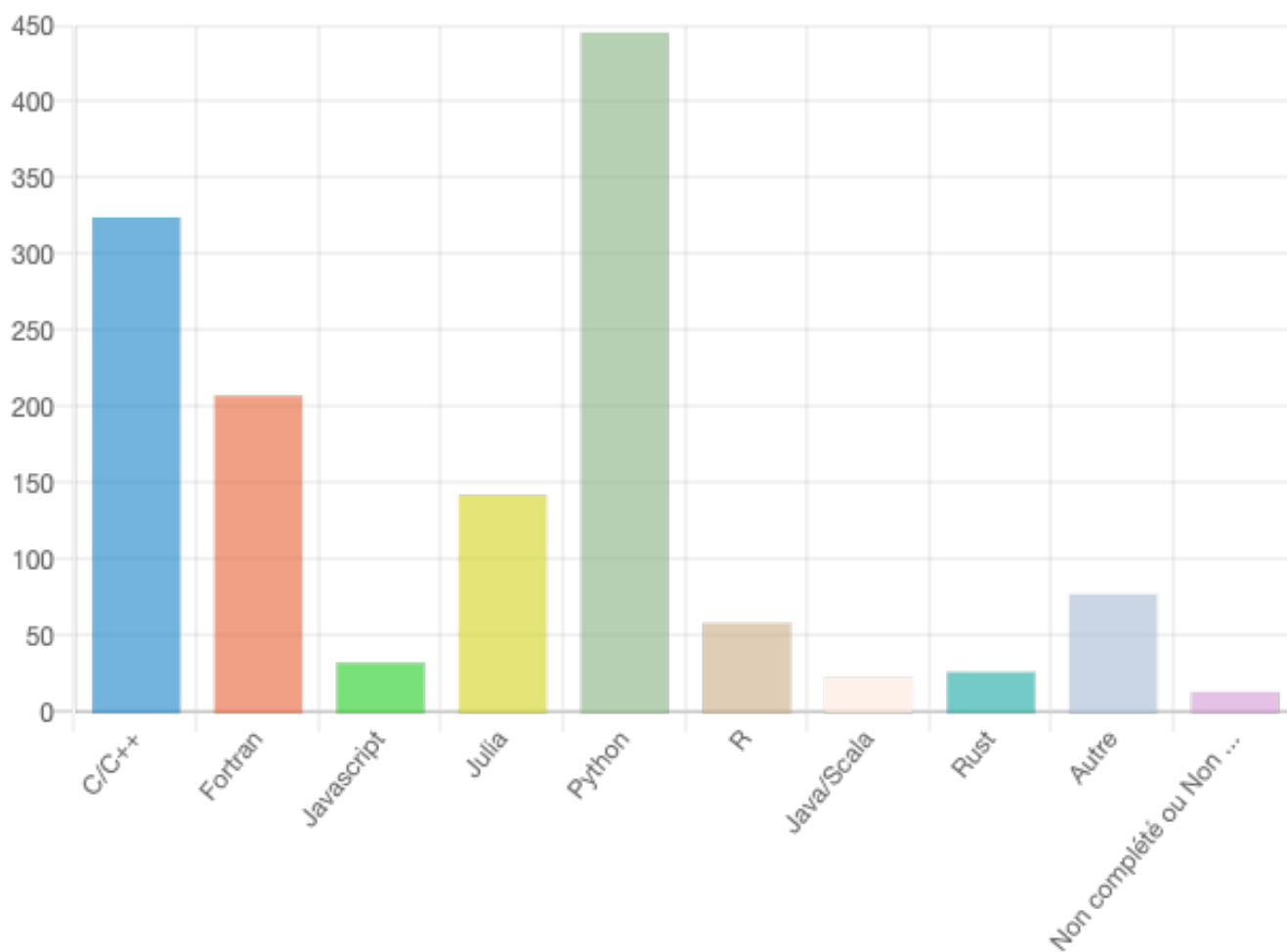
6.5 Dans quel périmètre scientifique évoluez-vous ?

- Sciences Informatiques 214 35.67%
- Mathématiques 201 33.50%
- Ingénierie 122 20.33%
- Physique 105 17.50%
- Terre et Univers 88 14.67%
- Biologie 43 7.17%
- Écologie et Environnement 32 5.33%
- Nucléaire et Particules 24 4.00%
- Chimie 18 3.00%
- Sciences Humaine et Sociales 12 2.00%
- Finance 2 0.33%
- Autre 21 3.50%
- Non complété 12 2.00%



6.6 Quels langages de programmation utilisez-vous ?

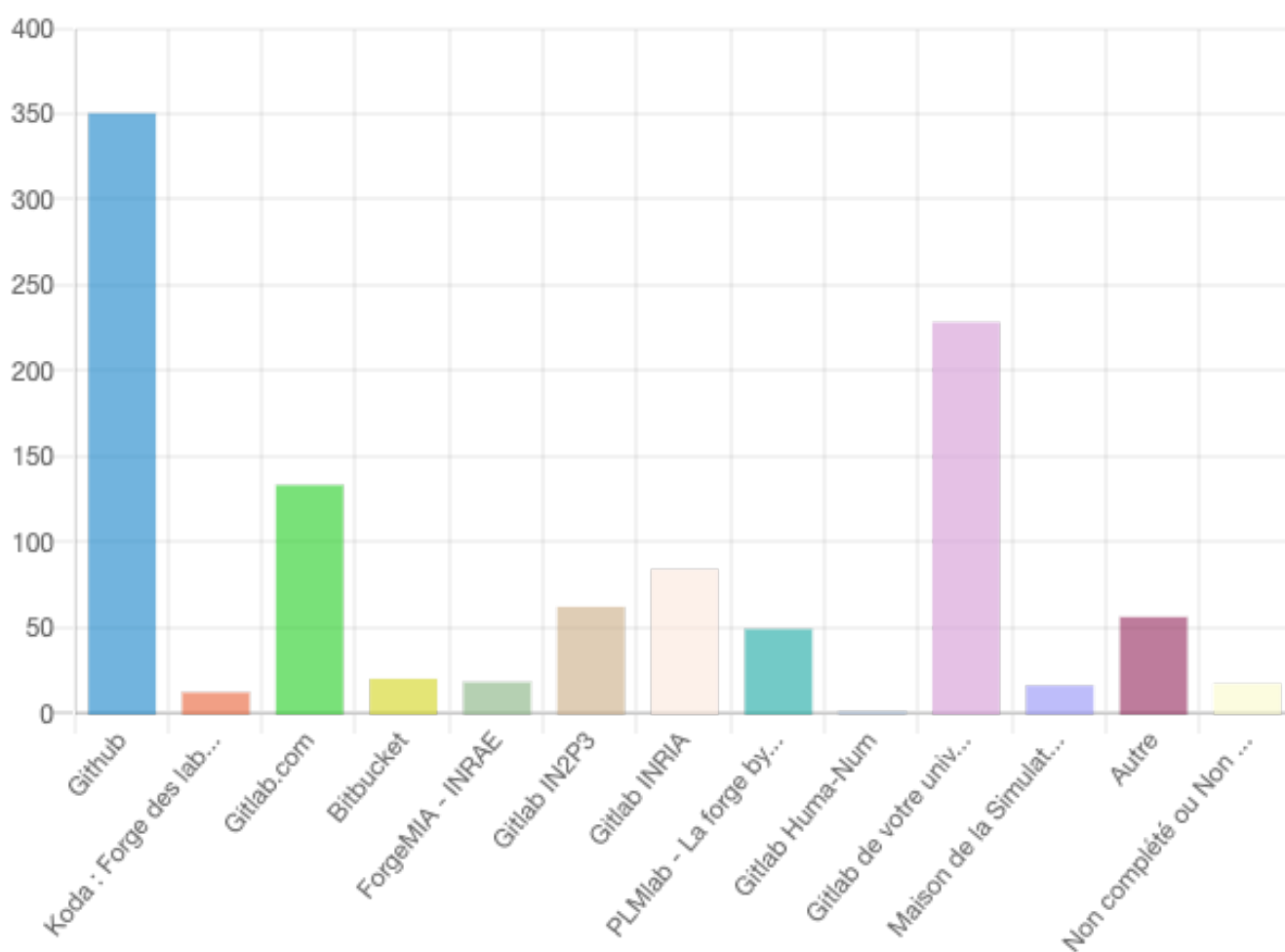
- Python 446 74.33%
- C/C++ 325 54.17%
- Fortran 208 34.67%
- Julia 143 23.83%
- R 59 9.83%
- Javascript 33 5.50%
- Rust 27 4.50%
- Java/Scala 23 3.83%
- MATLAB 21 3.50%
- Autre 57 9.50%
- Non complété 14 2.33%



MATLAB a été mentionné 21 fois dans la catégorie "Autre"

6.7 Quel forge utilisez-vous ?

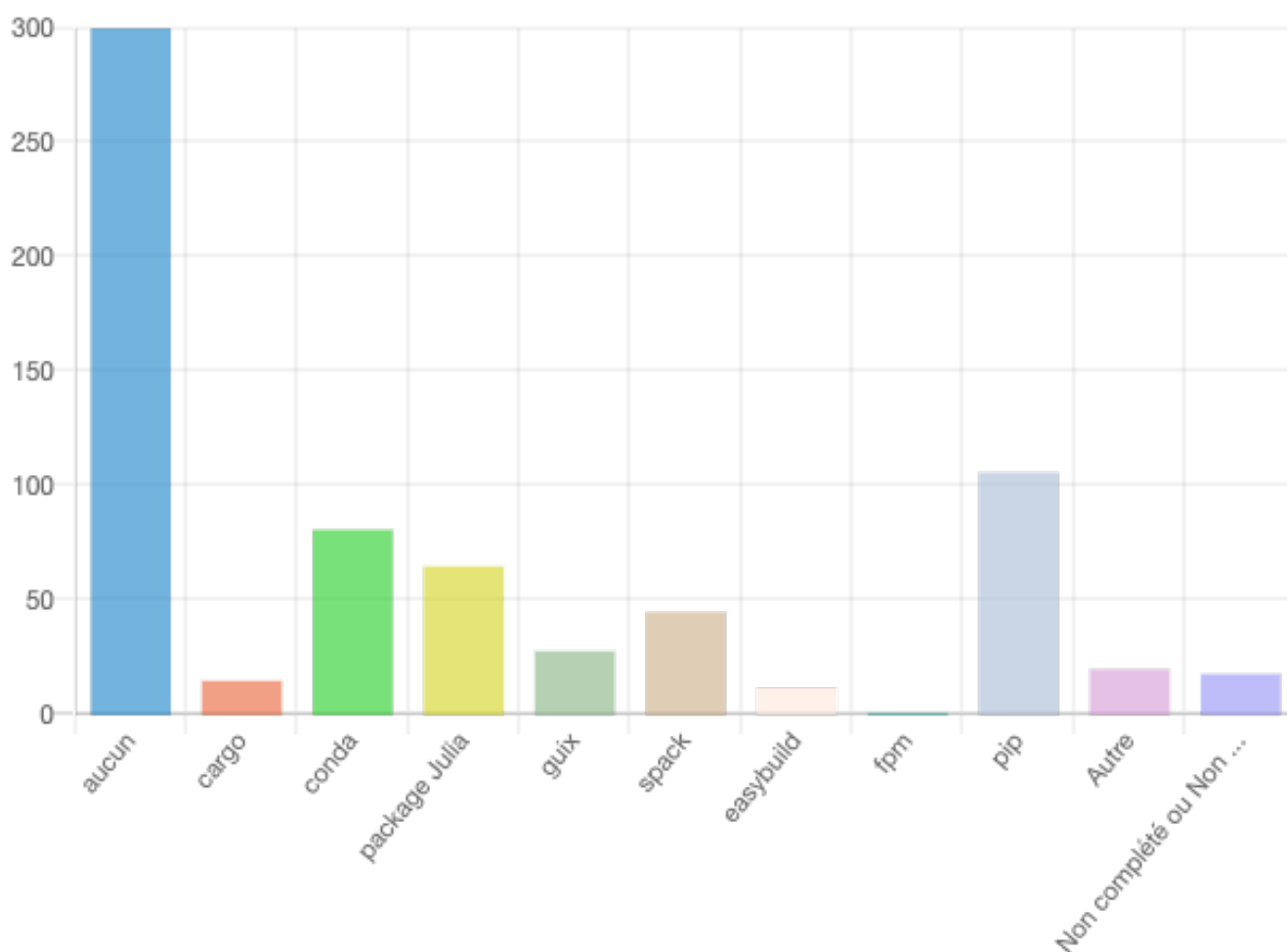
- Github 351 58.50%
- Gitlab de votre université ou laboratoire 229 38.17%
- Gitlab.com 134 22.33%
- Gitlab INRIA 85 14.17%
- Gitlab IN2P3 63 10.50%
- PLMlab - La forge by Mathrice 50 8.33%
- Bitbucket 21 3.50%
- ForgeMIA - INRAE 19 3.17%
- Maison de la Simulation Gitlab 17 2.83%
- Koda : Forge des laboratoires 13 2.17%
- Gitlab Huma-Num 2 0.33%
- Autre 57 9.50%
- Non complété 18 3.00%



6.8 Avez-vous déjà déposé une bibliothèque ou un code avec l'un des systèmes de packaging suivant...

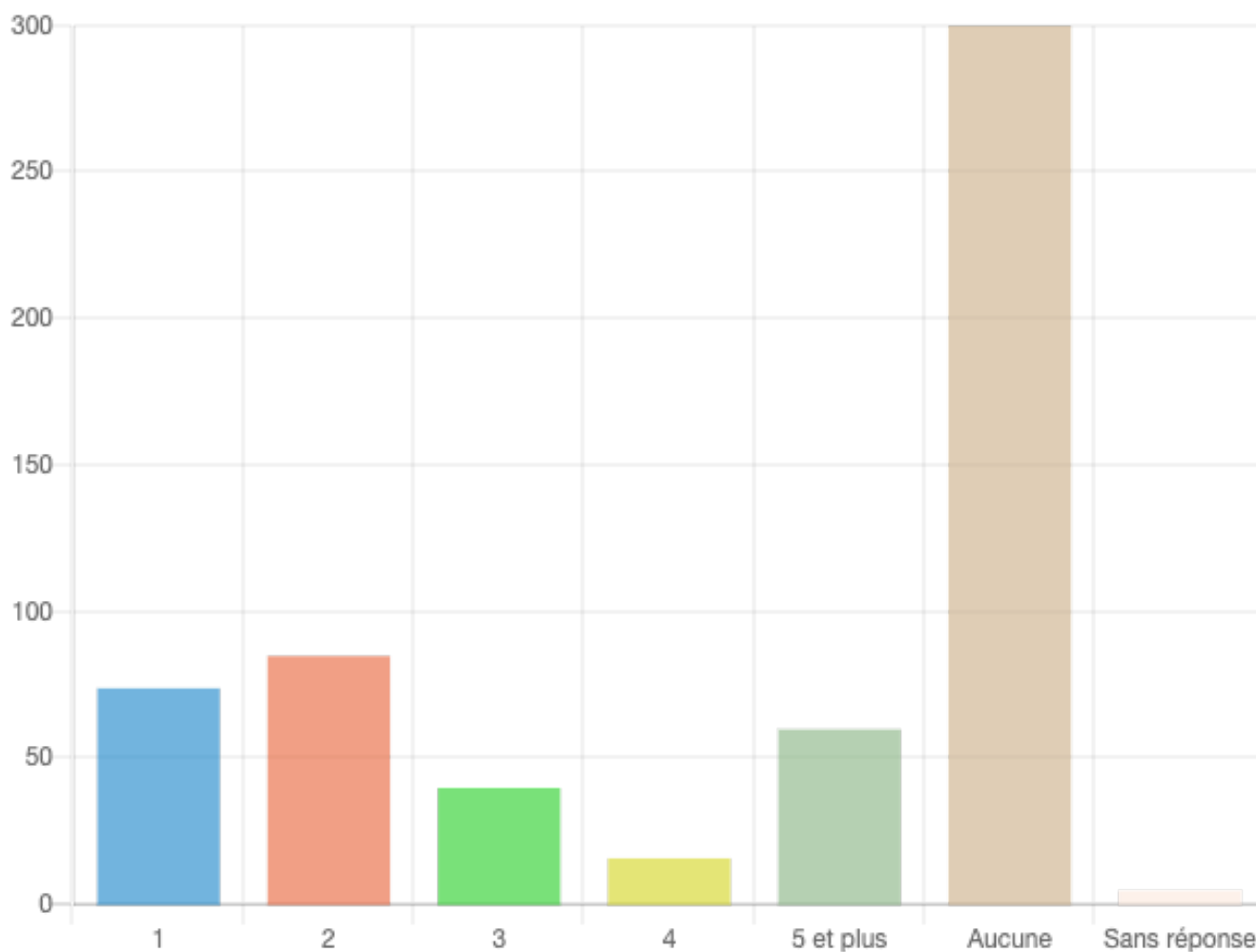
- aucun 300 50.00%
- pip 106 17.67%
- conda 81 13.50%
- package Julia 65 10.83%
- guix 28 4.67%
- spack 45 7.50%
- cargo 15 2.50%
- easybuild 12 2.00%
- CRAN 9 1.50%
- fpm 1 0.17%
- Autre 11 1.83%

CRAN a été mentionné 9 fois dans la catégorie "Autre"



6.9 A combien d'actions du groupe calcul avez-vous participé depuis le 1er janvier 2017 ?

- Aucune 300 50.00%
- 2 85 14.17%
- 1 74 12.33%
- 5 et plus 60 10.00%
- 3 40 6.67%
- 4 16 2.67%
- Sans réponse 5 0.83%



6.10 Quel format préférez-vous parmi les actions proposées par le groupe ?

6.10.1 Classement 1

- Café 191 31.83%
- Journée thématique 110 18.33%
- Action Nationale de Formation 93 15.50%
- Atelier avec des travaux pratiques 67 11.17%
- Hackathons 17 2.83%
- Non complété 122 20.33%

6.10.2 Classement 2

- Journée thématique (présentations) 149 24.83%
- Atelier avec des travaux pratiques 114 19.00%
- Café webinaire 80 13.33%
- Action Nationale de Formation 67 11.17%
- Hackathons 22 3.67%
- Non complété 168 28.00%

6.10.3 Classement 3

- Atelier avec des travaux pratiques 112 18.67%
- Journée thématique (présentations) 84 14.00%
- Café webinaire 67 11.17%
- Action Nationale de Formation 67 11.17%
- Hackathons 40 6.67%
- Non complété 230 38.33%

6.10.4 Classement 4

- Action Nationale de Formation 72 12.00%
- Atelier avec des travaux pratiques 63 10.50%
- Hackathons 59 9.83%
- Journée thématique (présentations) 53 8.83%
- Café webinaire 47 7.83%
- Non complété 306 51.00%

6.10.5 Classement 5

- Hackathons 151 25.17%
- Action Nationale de Formation 51 8.50%
- Café webinaire 30 5.00%
- Journée thématique (présentations) 10 1.67%
- Atelier avec des travaux pratiques 13 2.17%
- Non complété 345 57.50%

6.11 Quels thèmes aimeriez-vous voir aborder par le groupe dans les 4 prochaines années ?

- Calcul sur les accélérateurs (GPU, FPGA, ...) 318 53.00%
- Parallélisation 293 48.83%
- Optimisation des performances 290 48.33%
- Qualité logicielle (intégration continue, documentation, tests, ...) 266 44.33%
- Deep - Learning 212 35.33%
- Langages de programmation 208 34.67%
- Reproductibilité 193 32.17%
- Big Data 117 19.50%
- Calcul quantique 115 19.17%
- Autre 19 3.17%
- Non complété 46 7.67%

Autres propositions : Méthodes numériques, Programmation FPGA, Kubernetes, Valorisation (licences ...), comparaison de forges, open source, Visualisation Scientifique, Calcul éco-responsable , Formations orientées système pour le déploiement de ressources de calcul/stockage, Vérification formelle, Précision variable, Apprentissage automatique, Optimisation énergétique des algorithmes, Gestion de version

