



Grenoble INP - UGA est membre de réseaux internationaux de formation et recherche en ingénierie et management. Il est reconnu dans les classements nationaux et internationaux.



**8** écoles + **39** laboratoires  
**8300** étudiantes et étudiants  
**1 300** personnels enseignants-chercheurs, administratifs et techniques

**Grand établissement public d'enseignement supérieur, pôle de recherche reconnu, élément fondateur de l'écosystème grenoblois : Grenoble INP-UGA, institut d'ingénierie et de management de l'Université Grenoble Alpes, occupe une place de premier plan dans la communauté scientifique et industrielle.**

## Doctorat en Informatique

Référence de l'offre	2024-PHDDIGELEC-LIG
Champ de recherche	Système d'exploitation
Laboratoire	(UMR 5217 (Grenoble-INP, UGA and CNRS) / Website : <a href="http://www.liglab.fr">www.liglab.fr</a> )
Profil	Doctorant
Localisation	Grenoble
Date de recrutement / durée du contrat	01/05/2024 (36 mois)
Contact métier	<a href="mailto:alain.tchana@grenoble-inp.fr">alain.tchana@grenoble-inp.fr</a>

Grenoble INP - UGA, grand établissement public, labellisé Initiative d'Excellence, propose des formations aux métiers d'ingénierie et de management avec un contenu scientifique solide et une haute spécialisation en lien avec les enjeux des transitions digitales, industrielles, organisationnelles, environnementales et énergétiques ainsi qu'une internationalisation importante de ses cursus. L'institut d'ingénierie et de management de l'Université Grenoble Alpes réunit ainsi plus de 1 300 personnels (enseignement, recherche, soutien administratif et technique) et 9 000 étudiantes et étudiants répartis entre ses 8 écoles (Grenoble INP - Ense3, Grenoble INP - Ensimag, Grenoble INP - Esisar, Grenoble INP - Génie industriel, Grenoble INP - Pagora, Grenoble INP - Phelma, Polytech Grenoble, Grenoble IAE) et La Prépa des INP. Grenoble INP est reconnu dans les classements nationaux comme un des leaders en ingénierie et en management avec une visibilité internationale certaine et est membre de différents réseaux internationaux académiques ainsi que de l'université européenne UNITE!

Au sein de l'Université Grenoble Alpes, Grenoble INP est tutelle associée de 40 laboratoires de recherche, dont certains internationaux, et de plateformes technologiques où sont menées des recherches de pointe valorisées auprès de ses partenaires socio-économiques et transférées à ses étudiantes et étudiants. Grenoble INP se positionne au cœur des axes scientifiques suivants : physique, énergie, mécanique et matériaux ; numérique ; micronano-électronique, systèmes embarqués ; industrie du futur, systèmes de production, environnement ; sciences de gestion et management.

Grenoble INP - UGA s'engage en matière de soutenabilité, promeut l'égalité des chances en matière d'emploi et affirme les valeurs d'équité, d'inclusion et de diversité. Toute candidature qualifiée pour un emploi sera considérée sans discrimination d'aucune sorte.

# Recherche

## **Description du laboratoire et de l'environnement direct de recherche (équipe)**

Le laboratoire LIG est incontournable dans le domaine de recherche en informatique, et ce au niveau local, national ou international. Il compte près de 450 chercheurs, enseignants-chercheurs, doctorants et personnels en support à la recherche. Le LIG a pour ambition de contribuer au développement des aspects fondamentaux de l'informatique (modèles, langages, méthodes, algorithmes) et pour développer une synergie entre les défis conceptuels, technologiques et sociétaux associés à cette discipline.

Le LIG s'organise autour de cinq axes thématiques de recherche dont Systèmes Répartis, Calcul Parallèle et Réseaux qui compte cinq équipes.

Le travail de thèse se déroulera au sein du projet ERODS du LIG ([erods.imag.fr](http://erods.imag.fr)), sous la direction d'Alain TCHANA. L'équipe mène des recherches sur la construction et l'administration des systèmes d'exploitation et des systèmes distribués. Il s'intéresse en particulier aux mécanismes de virtualisation, ainsi qu'à l'autonomie et à la robustesse des systèmes.

## **Description de l'offre :**

Au cours de la dernière décennie, la progression exponentielle de la technologie numérique dans nos sociétés (santé, politique, sécurité, transport, divertissement, etc.) a entraîné l'apparition d'une grande diversité d'applications et de supports matériels que le système d'exploitation (SE) doit prendre en compte. Compte tenu de ces environnements, le SE (Linux, FreeBSD, Mac et Windows) est un "tout-en-un", ce qui le rend difficile à maintenir, vulnérable et suboptimal. Pour rendre le défi de recherche plus explicite, considérez le sous-système de récupération de mémoire Linux polyvalent, kswapd, qui intervient en cas de pression sur la mémoire. kswapd donne la priorité aux pages utilisées les moins récemment (LRU) pour les évincer de la RAM. Lorsque cette politique rencontre un lecteur multimédia, qui lit un octet puis passe à autre chose, sans jamais le relire, kswapd fonctionnera mal. Pour une telle application, les pages les plus fréquemment utilisées (MRU) devraient être évacuées en premier de la RAM. La personnalisation de kswapd est un défi et nécessite le redémarrage de la machine. Le problème fondamental des SE populaires est leur nature monolithique, qui impose l'exécution de tous leurs services dans l'espace du noyau, où la personnalisation est complexe. Comment les services des SE monolithiques peuvent-ils être facilement et rapidement personnalisés et déployés sans interruption?

Renaissance de l'approche micro-noyau Le besoin de personnalisation et de rapidité (déploiement rapide) des services SE est devenu de plus en plus pressant au cours de la dernière décennie. Cela est dû à l'apparition de nombreuses nouvelles applications (IA, moteurs de recherche, magasins clé-valeur, machines virtuelles, etc.) et de pédales d'accélération matérielles (NUMA, CPU asymétriques, GPU, TPU, PIM, NVRAM, etc.). Les politiques génériques dans un SE monolithique deviennent insatisfaisantes (en termes de performances) pour tous les environnements (combinaison d'application et de matériel). Pour personnaliser les services SE, deux approches sont actuellement explorées. La première approche, le hooking de noyau à chaud, implique l'évolution du SE monolithique en injectant du code à chaud. Cette approche est basée sur deux hypothèses : la présence de points d'accroche dans le SE et la présence d'une machine virtuelle dans le SE capable d'exécuter le code injecté de manière sécurisée. Dans Linux, la plupart des contributions sont basées sur le cadre BPF. Par exemple, nous pouvons citer Syrup. La deuxième approche est simplement un retour aux micro-noyaux. Cependant, au lieu de développer des micro-noyaux à partir de zéro, les chercheurs sont pragmatiques : ils essaient de transformer le SE Linux monolithique en micro-noyau. Cette stratégie garantit l'adoption du SE résultant car il restera un SE Linux, capable donc d'exécuter les applications existantes sans aucune modification. Nous soutenons l'approche du micro-noyau car la première présente plusieurs limitations. Premièrement, les cadres d'injection de code dans Linux imposent de fortes contraintes sur les structures de contrôle et le domaine d'accessibilité du code à injecter. Par exemple, BPF interdit les boucles infinies, et le code BPF ne peut pas accéder ou modifier les structures de données manipulées par le SE. Deuxièmement, cette approche dépend de la disponibilité de points d'accroche dans les services SE que l'on souhaite personnaliser. En résumé, cette approche ne permet pas l'écriture de politiques élaborées. L'objectif de MiLK est de fournir un standard/modèle Linux sur lequel les

développeurs s'appuieront pour externaliser les services Linux dans l'espace utilisateur selon l'approche du micro-noyau. La grande invention de MiLK est l'introduction d'une nouvelle abstraction appelée MilkT (pour MiLK Task), tout comme Process et Thread adaptés à l'exécution en espace utilisateur des services SE. En effet, les services SE ont des besoins différents des services d'application pour lesquels les concepts de Thread et de Process ont été conçus. Nous avons identifié plusieurs limitations à ces deux concepts, dont les plus importantes sont :

- l'espace d'adressage virtuel du SE lorsqu'il est en espace noyau est cartographié de manière contiguë dans la mémoire physique, ce qui facilite la traduction des adresses. En utilisant le concept de processus classique pour externaliser les services SE, cette optimisation n'est plus garantie.
- Certains services SE partagent ou agissent sur les mêmes structures de données. C'est le cas, par exemple, pour l'ordonnanceur et le gestionnaire de mémoire, qui manipulent la structure struct\_task dans Linux. Ceci est impossible lorsque l'abstraction de processus est utilisée pour les externaliser dans l'espace utilisateur. L'utilisation de l'abstraction de Thread résoudrait ce problème, mais introduirait en même temps le problème de la tolérance aux pannes des services les uns par rapport aux autres. Le lecteur pourrait penser que l'abstraction orbitale récemment développée par Jing et al [orbit.osdi.22] ferait l'affaire. Ce n'est pas vrai car orbit a été inventé pour représenter des tâches auxiliaires d'autres tâches principales dites. Dans le contexte de MiLK, tous les services SE sont également importants.
- utiliser des appels système ou les systèmes de fichiers /proc ou /sys comme le font les processus classiques entraînerait une surcharge considérable en raison du fait que les services SE communiquent intensivement.
- étant donné leur criticité, les services SE en espace utilisateur doivent imposer nativement des politiques de tolérance aux pannes, ce qui est inutile pour les processus d'application. L'objectif de la thèse de doctorat est d'étudier cet aspect de MiLK.

## Spécificités et contraintes particulières

La capacité à travailler en Français comme en Anglais est impérative. Par ailleurs, une expérience à l'international sera un atout supplémentaire.

### Particularité du poste

Les recherches peuvent être menées sur plusieurs sites à Grenoble et St Martin-d'Hères. Au regard des partenariats existants, des déplacements à l'international de longue durée sont attendus.

### Poste affecté dans une zone à régime restrictif : OUI

(Dispositif de protection du potentiel scientifique et technique de la nation, conditionnant la prise de fonction à l'autorisation du Fonctionnaire Sécurité Défense).

## Processus de recrutement

Les candidatures (CV et lettre de motivation) doivent être transmises à [alain.tchana@grenoble-inp.fr](mailto:alain.tchana@grenoble-inp.fr)

Date de fin de candidature : 27/03/2024