

MARCHE N°2025-150

**FOURNITURE, LIVRAISON, INSTALLATION ET MISE EN ORDRE DE MARCHE
D'UNE GRAPPE DE MULTIPROCESSEURS POUR LE CALCUL SCIENTIFIQUE
HAUTE PERFORMANCE AINSI QUE DES FOURNITURES ET PRESTATIONS
ASSOCIEES, DANS UNE DEMARCHE ECO RESPONSABLE**

Préprogramme fonctionnel



Cofinancé par
l'Union européenne



Sommaire

ARTICLE 1	Objet de la consultation	3
ARTICLE 2	Fonctions attendues	3
ARTICLE 3	Caractéristiques techniques minimales	4
3.1.	Contexte technique	4
3.2.	Configuration technique	4
3.2.1.	Éléments fondamentaux	4
3.2.1.1.	Infrastructure d'hébergement	4
3.2.1.2.	Matériel IT	4
3.2.1.2.1.	Partie Service	4
3.2.1.2.2.	Partie HPC (nœuds de Calcul)	4
3.2.1.2.3.	Réseau	5
3.2.1.2.4.	Espaces de stockage	5
3.2.1.3.	Système et Logiciel	5
3.2.1.3.1.	Système d'exploitation	5
3.2.1.3.2.	Système de déploiement d'administration et de contrôle	5
3.2.1.3.3.	Gestionnaire de travaux	5
3.2.1.3.4.	Système de surveillance	6
3.2.2.	Performance de la solution	6
3.2.2.1.	Performance du cluster	6
3.2.2.2.	Prestations et services	6
3.2.3.	Garantie	6
ARTICLE 4	Besoins complémentaires	6

ARTICLE 1 Objet de la consultation

L'objet de la présente consultation est la fourniture, la livraison, l'installation et la mise en ordre de marche d'une grappe de multiprocesseurs pour le calcul scientifique haute performance, ainsi que des fournitures et prestations associées, dans une **démarche éco-responsable** visant à **minimiser l'impact environnemental tout au long du cycle de vie** des équipements.

ARTICLE 2 Fonctions attendues

FONCTIONS DU SUPERCALCULATEUR DESCRIPTIF DU BESOIN EXIGENCES MINIMALES DE BASE	INDICATEURS DE SATISFACTION
Compte tenu du montant minimum plafonné du marché :	
FP1 Fournir un supercalculateur (cluster de calcul) offrant une performance de calcul parallèle maximale	1. Puissance HPL et HPCG 2. Benchmarks 3. Garantie de la performance 4. Systèmes de stockage répondant au besoin exprimé 5. Déploiement surveillance
FP2 Fournir un conteneur et son système de refroidissement capables d'héberger le cluster de calcul	6. Performances énergétiques et climatiques 7. Caractère pérenne et réutilisable dans le temps de l'infrastructure d'hébergement
FP3 Fournir une solution de déploiement, d'administration et de supervision des systèmes	8. Formation des administrateurs 9. Accompagnement des utilisateurs 10. Documentation/Consignes d'utilisation
FP4 Consommer le minimum de ressources (eau, énergie) et émettre le minimum d'émissions	11. Approvisionnement durable, écoconception 12. Bilan énergétique global et détaillé 13. Optimisation des coûts complets d'exploitation 14. Alternatives énergétiques
FP5 Réaliser les raccordements nécessaires à l'installation des systèmes en s'adaptant aux contraintes géographiques d'implantation	15. Respect des délais d'installation 16. Moyens humains et techniques 17. Respect des normes d'installation (acoustique, ...)
FS1 Livrer et installer les systèmes sur le foncier de l'université de Bordeaux.	18. Planning, conception, déploiement, 19. Moyens humains et techniques 20. Détail du livrable associé.
FS2 S'inscrire dans une démarche de progrès et de partenariat pendant la vie du marché	21. Actions concrètes
FS3 Garantir le bon fonctionnement du système de manière préventive, curative et évolutive	22. Moyens mis à disposition 23. Délai d'intervention sur site 24. Diagnostic dressé 25. Garantie du matériel proposée
Jusqu'à concurrence du montant maximum :	
FS4 Satisfaire les besoins complémentaires d'extensions des capacités de calcul et de stockage (dans une limite de 20% des capacités initiales) sans modification de l'infrastructure d'hébergement	26. Evolutivité et disponibilité des fournitures et composants
FS5 Gérer, à titre complémentaire, la fin de vie du supercalculateur et de son hébergement	27. Modalités de gestion : démantèlement, recyclage, seconde vie... 28. Valorisation associée pour l'université de Bordeaux

ARTICLE 3 Caractéristiques techniques minimales

3.1. Contexte technique

Le présent marché a pour objet la fourniture et l'installation d'un cluster de calcul basé sur des nœuds de dernière génération interconnectés par un réseau à haut débit et faible latence, ainsi que son infrastructure d'hébergement comprenant un conteneur abritant les éléments informatiques et l'alimentation électrique, un système de refroidissement pour la solution, le tout enclos dans un périmètre grillagé mis à disposition sur un espace dédié du foncier de l'Université de Bordeaux.

L'emplacement précis et l'espace disponible seront fournis lors de l'émission du CCTP final, avec les contraintes techniques et administratives afférentes, ainsi que le Permis de Construire autorisant l'implantation.

La solution fournie par le candidat comprendra le conteneur et le système de refroidissement, les raccordements au réseau d'eau, au réseau électrique basse tension, au réseau informatique seront effectués par le candidat selon les spécifications fournies par UB. Une sécurisation de l'enceinte et du conteneur (mécanisme de contrôle d'accès et de détection / extinction d'incendie) sera requise.

3.2. Configuration technique

Le terme cluster désigne l'ensemble des systèmes qui forment un tout opérationnel : les nœuds de calcul, le nœud frontal, le matériel réseau, les câbles, les armoires, le matériel de contrôle, ...

Le terme conteneur désigne la solution d'hébergement du cluster sous une forme préfabriquée, posée sur des fondations indépendantes (hors périmètre de la présente consultation). Le conteneur abrite et protège les éléments du cluster dans un espace clos.

3.2.1. Éléments fondamentaux

3.2.1.1. Infrastructure d'hébergement

L'infrastructure d'hébergement sera composée de :

- Un ou plusieurs systèmes de refroidissement avec une partie extérieure enclose dans l'enceinte grillagée
- Un conteneur abritant les systèmes informatiques du cluster, le TGBT de la solution, le système de sécurité incendie (raccordé au système UB existant)

3.2.1.2. Matériel IT

3.2.1.2.1. Partie Service

La partie Service du cluster comprendra des serveurs destinés au déploiement, la configuration matérielle et logicielle, l'administration, et la surveillance du cluster. Elle comprendra en outre des serveurs de connexion pour les utilisateurs et l'ordonnanceur (logiciel Slurm) permettant le contrôle d'exécution des tâches de calcul.

3.2.1.2.2. Partie HPC (nœuds de Calcul)

Note : on emploiera indifféremment les termes « nœuds » ou « serveurs » pour désigner les serveurs informatiques composant le cluster.

Au stade du pré-programme fonctionnel, il est souhaité une partie HPC constituée de quatre types de machines avec les caractéristiques minimales suivantes :

- nœuds purement CPU : au moins 30 000 cœurs
- nœuds purement CPU BigMem : un petit nombre de serveurs de calcul avec au moins 3 To de RAM
- nœuds GPU calcul intensif : au moins 30 cartes GPU de type Datacentre
- nœuds GPU post-traitement / affichage déporté : un petit nombre de serveurs disposant d'une carte graphique permettant l'affichage déporté (visualisation 3D, etc.)

3.2.1.2.3. Réseau

Le cluster disposera de 3 réseaux distincts :

- un réseau routé dit « extérieur » : connectant certains nœuds de service au monde extérieur (réseau universitaire)
- un réseau d'administration : reliant tous les nœuds du cluster pour permettre l'administration et la surveillance du cluster dans son ensemble
- un réseau dit « rapide » : connectant tous les nœuds de calcul (CPU, GPU, bigmem, visualisation et stockage) avec un fort débit et une faible latence pour les calculs parallèles et le système de stockage scratch

3.2.1.2.4. Espaces de stockage

Au stade du pré-programme fonctionnel, il est souhaité une solution dotée de plusieurs espaces de stockage réseau accessibles à tous les nœuds de calcul ainsi qu'aux nœuds de connexion :

- Espace des utilisateurs dit « home » : destiné aux données individuelles peu volumineuses des utilisateurs comme les programmes, les fichiers de préparation des calculs. Il disposera notamment de fonctionnalités étendues comme la sauvegarde périodique, etc. Capacité minimale 100 To
- Espace des logiciels dit « softs » : pour les installations logicielles collectives. Capacité minimale 100 To
- Espace parallèle de travail dit « scratch » : stockage parallèle haute performance adapté aux données des calculs. Capacité minimale 2 Po et bande passante agrégée minimale 100 Go/s

3.2.1.3. Système et Logiciel

Le candidat devra privilégier les briques logicielles opensource, réutilisables, interopérables et pérennes dans le temps. Il limitera au maximum les développements logiciels spécifiques et propriétaires.

3.2.1.3.1. Système d'exploitation

Les machines du cluster auront un système d'exploitation Linux (famille RedHat). Un système de déploiement, d'administration et de contrôle sera fourni.

3.2.1.3.2. Système de déploiement d'administration et de contrôle

La solution intégrera un système permettant de manière centralisée le déploiement, l'administration et la surveillance des éléments du cluster.

Le système de déploiement permettra la configuration logicielle des éléments du cluster. Il fournira notamment une configuration centralisée pour le système d'exploitation des différents nœuds du cluster.

3.2.1.3.3. Gestionnaire de travaux

L'installation du cluster comprendra le gestionnaire de travaux Slurm.

3.2.1.3.4. Système de surveillance

Le système de surveillance permettra de mesurer au moins les métriques suivantes sur les matériels composant le cluster :

- données environnementales des équipements (températures, vitesse des ventilateurs)
- consommation électrique de la solution, optionnellement par sous-système (groupe de refroidissement, racks, PDUs, etc...)
- métriques système des serveurs (charge CPU, utilisation RAM, utilisation disques, ...)

3.2.2. Performance de la solution

3.2.2.1. Performance du cluster

Pour que le Mésocentre puisse juger de la performance de la solution proposée, des *benchmarks* (*jeux d'essai*) devront être réalisés sur l'architecture proposée et présentés dans le mémoire technique.

Les benchmarks comprendront des évaluations sur l'ensemble des nœuds de calcul du cluster pour les tests HPL (Linpack), HPCG et des benchmarks issus de codes fournis par la communauté du MCIA.

Une attention particulière sera apportée à la performance énergétique du cluster. On réalisera le ratio Green 500 sur l'exécution complète du HPL. A ce stade de la consultation, il est souhaité un PUE global de la solution inférieur ou égal à 1,1.

3.2.2.2. Prestations et services

Outre la livraison et l'installation, des prestations de service de support et formation accompagneront l'offre du titulaire. Elles seront proposées sous la forme d'une réserve de jours de prestation consommables sur la durée du marché.

3.2.3. Garantie

La solution disposera d'une garantie étendue pièces et main d'œuvre d'une durée de 7 ans. Cela comprendra toutes les actions préventives et correctives nécessaires au maintien de l'ensemble de la solution en conditions de fonctionnement optimales. Pour ce faire, le titulaire mettra en œuvre un point de contact unique qui sera chargé d'organiser et planifier les opérations relatives à la garantie et la maintenance. Cette garantie pourrait d'intégrer dans une durée plus globale prenant en compte la gestion de la fin de vie du dispositif.

ARTICLE 4 Besoins complémentaires

Au stade du pré-programme fonctionnel, il est souhaité que les candidats proposent dans leur offre un bordereau de prix unitaires (BPU) pour des extensions possibles au marché sur certaines catégories de matériels comme des serveurs CPU ou GPU supplémentaires, des extensions d'espaces de stockage ou des extensions des réseaux du cluster.

Les extensions proposées dans ce BPU seront garanties pour une extension dans une limite de 20% des capacités de calcul (CPU/GPU) et de stockage (avec les matériels réseaux nécessaires à l'intégration de ces extensions au cluster), sans modification de l'infrastructure d'hébergement.

Il est souhaité un engagement sur le maintien des prix de ce BPU pour une durée maximale d'un an après la décision positive de Vérification de Service Régulier (VSR) et au-delà avec une éventuelle réévaluation.

Au titre des besoins complémentaires, sont également prévus la reprise et le recyclage des matériels constituant le cluster lorsqu'il aura atteint sa fin de vie. Le recyclage devra s'effectuer dans le respect des normes environnementales en vigueur dans l'Union Européenne.