



## **Acquisition et maintenance du calculateur de production de l'ONERA**

**Fiche Technique Succincte**

**V 1.1 – 12/02/2026**

# SOMMAIRE

## Table des matières

1. Contexte général.....	4
1.1. L'ONERA .....	4
1.2. La Direction des Systèmes d'Information (DSI) de l'ONERA.....	5
1.3. Contexte et objet de la consultation .....	5
1.4. Projets d'évolution du SI de l'ONERA .....	6
1.4.1. PRISME .....	6
2.4.1 RPO.....	7
2. Description technique de la fourniture .....	8
2.1. Architecture générale .....	8
2.2. Différents types de nœuds à usage des utilisateurs .....	8
2.2.1. Répartition budgétaire entre les partitions des différents types de nœuds de calcul	8
2.2.2. Stockage local aux nœuds de calcul .....	9
2.3. Nœuds de connexion .....	9
2.4. Système de stockage distribué et parallèle .....	9
2.5. Réseaux internes au calculateur .....	10
2.5.1. Réseau d'interconnexion dédiés aux calculs.....	10
2.5.2. Autres réseaux internes au calculateur .....	10
2.6. Grappe d'administration .....	11
2.7. Pile logicielle .....	11
2.7.1. Périmètre de responsabilité .....	11
2.7.2. Système d'exploitation .....	11
2.7.3. Gestionnaire de travaux .....	12
2.7.4. Compilateurs et bibliothèques MPI.....	12
2.8. Evolutivité de la solution .....	12
3. Installation dans l'environnement de l'ONERA .....	13
3.1. Caractéristiques physiques et environnementales .....	13
3.2. Plan de prévention .....	13
3.3. Planning d'installation .....	13
3.4. Raccordement aux réseaux de l'ONERA .....	14
4. Recette .....	15

4.1.	Cahier de recette .....	15
4.2.	Autres livrables de référence .....	15
4.3.	Déroulement de la recette .....	15
5.	Benchmarks .....	16
5.1.	Liste des benchmarks .....	16
5.2.	Sources et description détaillée des benchmarks .....	16
5.3.	Conditions de réalisation des benchmarks .....	16
6.	Maintenance et services .....	17
6.1.	Durée de la maintenance à prévoir .....	17
6.2.	Maintenance matérielle et logicielle .....	17
6.2.1.	Maintenance matérielle .....	17
6.2.2.	Maintenance logicielle .....	17
6.2.3.	Langue utilisée .....	18
6.2.4.	Plage de couverture .....	18
6.2.5.	Délais d'intervention et de résolution .....	18
6.3.	Suivi de maintenance .....	18
6.3.1.	Comités de suivi .....	18
6.3.2.	Interlocuteurs privilégiés .....	18
6.3.3.	Planning type d'interventions préventives de maintenance sur une année.....	19
6.4.	Disponibilité des systèmes et mode de calcul des indisponibilités .....	19
7.	Sécurité et contraintes spécifiques liées à l'administration de systèmes d'informations sensibles .....	20
7.1.	Contraintes minimales d'accès aux sites et au SI de l'ONERA .....	20
7.2.	Habilitation des intervenants des prestation .....	20
7.3.	Accès à distance au SI général interne de l'ONERA .....	20
7.4.	Moyens informatiques mis à disposition .....	21
7.5.	Sécurisation du calculateur .....	21
7.5.1.	Configuration des composants du calculateur (systèmes, commutateurs, modules de management...) .....	22
7.5.2.	Sécurisation de l'administration .....	22
7.5.3.	Traçabilité et imputabilité des opérations .....	22
7.5.4.	Mises à jour .....	22
7.5.5.	Non restitution de support défectueux .....	23
7.5.6.	Dossier de sécurisation et recette .....	23

## 1. Contexte général

### 1.1. L'ONERA

L'ONERA (Office National d'Études et de Recherches Aérospatiales) est un établissement public scientifique et technique à caractère industriel et commercial, doté de l'autonomie financière, placé sous la tutelle de la Délégation Générale de l'Armement.

Premier acteur français dans le domaine de la recherche aéronautique, spatiale et de défense, l'ONERA compte 2200 salariés (hors stagiaires), dont 1500 ingénieurs et cadres et en moyenne 360 doctorants. Par ailleurs, l'ONERA accueille en moyenne 200 à 220 stagiaires en cours d'études, principalement entre le mois de mars et le mois de juillet. Le budget de l'ONERA est de l'ordre de 330 M€ dont plus de la moitié proviennent des prestations de recherches contractuelles au profit de l'industrie et d'agences de l'Etat

Les missions principales de l'ONERA sont les suivantes :

- Anticiper les ruptures technologiques pour préparer l'avenir
- Favoriser les transferts vers l'industrie
- Réaliser et mettre en œuvre des moyens d'expérimentation et de simulation
- Fournir à l'industrie des expertises de haut niveau
- Expertiser pour l'État les grands choix technologiques de demain
- Former des ingénieurs et des chercheurs

L'ONERA est implanté sur 8 sites en France comme indiqué sur la figure ci-dessous :



Les personnels scientifiques de l'ONERA sont répartis dans 7 départements de recherche et 3 départements liés aux moyens d'essais et d'ingénierie pour les maquettes utilisées en soufflerie. La plupart de ces départements sont multisites.

Le Calcul Intensif représente un enjeu important pour diverses activités de l'ONERA. La tendance des besoins est en forte croissance, que ce soit pour les simulations numériques dans les domaines liés à l'aéronautique et l'espace (aérodynamique, turbomachines, électromagnétisme, matériaux, ...), mais aussi avec l'appropriation des dernières méthodologies d'intelligence artificielle par les équipes scientifiques.

Dans ce cadre, l'ONERA met en œuvre des moyens de calcul intensif au profit des ingénieurs de recherche et doctorants, composés actuellement d'un cluster de production, un cluster de développement et de production spécifique et un cluster dédié aux calculs classifiés de défense (niveau « Secret »).

### ***1.2. La Direction des Systèmes d'Information (DSI) de l'ONERA***

La Direction des Systèmes d'Information fournit les infrastructures et services informatiques nécessaires aux métiers des départements de recherche et aux directions fonctionnelles.

La DSI doit réaliser ces missions en veillant à la qualité de service, à la maîtrise des coûts et au respect des contraintes, en particulier celles liées à la sécurité.

Les domaines d'intervention de la DSI sont les suivants :

- Calculateurs scientifiques de production et de développement centraux et moyens de pré et post traitements associés ;
- Postes de travail scientifiques et bureautiques et moyens d'impression (Windows et Linux principalement) ;
- Infrastructures de stockage et de sauvegardes dédiées ou mutualisées ;
- Infrastructure réseau, sécurisation et infrastructure de communication ;
- Serveurs d'infrastructure techniques et scientifiques ;
- Applicatifs de communication et outils collaboratifs divers ;
- Informatique de gestion et système de restitution de données associé.

Une description plus détaillée de l'organisation de la DSI de l'ONERA figure dans l'annexe « ax1-orga-DSI-ONERA.docx » joint à ce document.

### ***1.3. Contexte et objet de la consultation***

L'ONERA dispose actuellement sur son centre de Châtillon d'un calculateur de production SATOR constitué des éléments suivants :

5/Erreur ! Argument de commutateur inconnu.

- 160 nœuds de calcul « Skylake » avec 44 cœurs à 2,1 GHz (2 processeurs Intel Xeon 6152) et 192 Go de RAM par nœud ;
- 400 nœuds de calcul « Cascade Lake » avec 48 cœurs à 2,4 GHz (2 processeurs Intel Xeon 6240R) et 192 Go de RAM par nœud ;
- 240 nœuds de calcul « Sapphire Rapids » avec 96 cœurs à 2,1 GHz (2 processeurs Xeon 8468) et 512 Go de RAM par nœud ;
- 4 nœuds de connexion (2 identiques aux nœuds de calcul de type « Cascade Lake » et 2 aux nœuds de type « Sapphire Rapids ») ;
- Une solution de stockage partagé, interne au calculateur, basée sur la solution Spectrum Scale, reposant sur 2 serveurs dédiés aux métadonnées et 4 aux données, et présentant une volumétrie utile de 1,9 Pio ;
- Un réseau faible latence dédié aux calculs et au stockage partagé utilisant la solution Omni-Path Architecture (OPA-100).

Par ailleurs, un stockage mutualisé des données scientifiques et transverse à d'autres infrastructures scientifiques (calculateur de développement, postes de travail, stations de visualisation...) est monté sur les nœuds de connexion du calculateur de production. Il s'agit d'un cluster de stockage haute performance Isilon d'une volumétrie utile de 3,5 Po. Ce stockage sera appelé STCK dans la suite de ce document.

Environ 150 à 200 utilisateurs soumettent des travaux sur SATOR chaque mois pour effectuer des simulations numériques. SATOR arrivant en fin de support, il est prévu de l'arrêter au plus tard fin 2027.

Le nouveau calculateur de production couvrira les usages de simulation numériques et ceux d'Intelligence Artificielle. Il sera installé dans le nouveau Centre Informatique en cours de construction sur le centre de Palaiseau.

L'objet de cette consultation est la fourniture et la maintenance de ce nouveau calculateur de production. Une extension viendra compléter ce nouveau calculateur environ dix-huit mois après l'installation initiale et fera l'objet d'un marché subséquent à l'accord-cadre. La répartition budgétaire prévue de l'ensemble de la fourniture du nouveau calculateur est de deux-tiers pour la fourniture initiale et un-tiers pour l'extension.

#### **1.4. Projets d'évolution du SI de l'ONERA**

Pendant la durée de l'accord cadre, l'ONERA et son système d'information vont connaître des transformations majeures qui sont susceptibles d'impacter les prestations.

##### **1.4.1. PRISME**

L'ONERA prépare depuis plusieurs années un projet de regroupement immobilier de ses trois sites d'Ile-de-France afin de simplifier son organisation, réduire ses dépenses de

fonctionnement immobilier et bien entendu permettre aux équipes de travailler sur le même site.

Dans ce cadre, des bâtiments seront construits à Palaiseau pour accueillir les équipes de Châtillon et de Meudon, les installations scientifiques associées et les infrastructures informatiques situées majoritairement à Châtillon (environ 400 serveurs, le cœur de réseau des liaisons intersites ONERA, les calculateurs intensifs de production et de développement).

Il est en particulier prévu de construire :

- Le bâtiment N2 : bâtiment tertiaire pour les fonctions support, en particulier la DSI.
- Le bâtiment N4 : à proximité immédiate du bâtiment N2, ce bâtiment sera le futur centre informatique central de l'ONERA (datacenter). Il comprendra, au rez-de-chaussée, toutes les servitudes électriques et froid (à l'exception de groupes situés en toiture), et au premier étage, les salles informatiques : calcul intensif, infrastructures générales, calcul classifié de défense et un local télécom.

Les bâtiments N2 et N4 seront livrés fin 2026 et seront ensuite intégrés au SI de l'ONERA.

#### **1.4.2. RPO**

L'ONERA met en place un nouveau SI protégé au niveau de protection « Diffusion Restreinte » (DR), dénommé « Réseau Protégé ONERA » (RPO) afin de se conformer aux dispositions de l'instruction interministérielle n°901 du 28/01/2015 relative à la protection des systèmes d'informations sensibles.

Ce SI sera déployé progressivement entre 2025 et 2029 pour couvrir une part des besoins métier, sur la base d'une infrastructure physique séparée du SI-Entreprise et multisites.

L'intégration du nouveau calculateur de production au sein du RPO est envisagé à l'horizon 2028-2029 dans le cadre d'un projet spécifique.

## 2. Description technique de la fourniture

### 2.1. *Architecture générale*

Le calculateur de production est utilisé conjointement par une dizaine de départements scientifiques de l'ONERA. Il doit être modulaire et évolutif.

L'architecture générale du calculateur de production est composée des éléments suivants :

- Différents types de nœuds de calcul ;
- Des nœuds de connexion pour permettre l'accès au calculateur ;
- Un système de stockage distribué et parallèle ;
- Différents réseaux internes au calculateur, dont un spécifiquement dédié pour le calcul ;
- Une grappe d'administration constituée d'un ensemble de nœuds assurant la haute disponibilité des services critiques pour le bon fonctionnement du calculateur ;
- Une pile logicielle adaptée aux équipements fournis : incluant les micrologiciels, systèmes d'exploitation et les outils d'administration.

Le calculateur de production s'interface avec les autres composants du système d'information de l'ONERA (serveurs de stockage, serveurs de licence, calculateur de développement, etc...) via le réseau informatique de l'ONERA.

### 2.2. *Différents types de nœuds à usage des utilisateurs*

Les différents types de nœuds à usage des utilisateurs du calculateur de production sont listés ci-dessous :

- Nœuds de calcul « cpu » munis de processeurs x86-64 ;
- Nœuds de calcul « cpu\_bm » munis de processeurs x86-64 avec plus de mémoire par cœur ;
- Nœuds de calcul « gpu1 » munis de processeurs x86-64 et d'accélérateurs GPU adaptés aux usages de simulation numérique (FP64) et d'intelligence artificielle ;
- Nœuds de calcul « gpu2 » munis de processeurs x86-64 et d'accélérateurs GPU adaptés aux usages d'intelligence artificielle plus légers ou distribués.

#### 2.2.1. Répartition budgétaire entre les partitions des différents types de nœuds de calcul

Le budget alloué à l'achat de l'ensemble des nœuds de calcul suit la répartition suivante avec une tolérance à plus ou moins 5% :

- 70% est utilisé pour l'achat de nœuds de calcul « cpu » et « cpu\_bm » ;
- 20% est utilisé pour l'achat de nœuds de calcul « gpu1 » ;
- 10% est utilisé pour l'achat de nœuds de calcul « gpu2 ».



### **2.2.2. Stockage local aux nœuds de calcul**

Tous les nœuds de calcul du calculateur de production ont leur système d'exploitation chargé en RAM.

Les nœuds de calcul « cpu », « cpu\_bm » et « gpu2 » n'ont pas de disques locaux.

Les nœuds de calcul « gpu1 » ont un espace de stockage temporaire et local, monté sur le répertoire /scratch1 d'une volumétrie de 3 Tio en SSD Nvme de type lecture intensive. Les données de ce répertoire peuvent être perdues en cas de panne d'un disque. Dans ce cas, le nœud subissant la panne sera réinstallé après remplacement du disque.

### **2.3. Nœuds de connexion**

D'un point de vue fonctionnel, les nœuds de logins « classiques » servent à :

- la connexion interactive des utilisateurs sur le calculateur ;
- l'accès aux outils de compilation, débogage, analyse de performance ;
- l'accès aux commandes du gestionnaire de travaux, y compris pour la soumission de travaux ;
- l'accès à des serveurs de licence pour les travaux tournant sur les nœuds de calcul ;
- transférer des données entre le stockage local du calculateur et les espaces de stockage présents sur le réseau général de l'ONERA (montage NFS).

Concernant les processeurs et la mémoire, les nœuds de connexion ont les mêmes spécifications techniques que les nœuds de calcul « cpu ». Le calculateur doit comprendre au moins 3 nœuds de connexion.

Les nœuds de connexion ont leur système d'exploitation installé sur disque. Ils ont au moins 2 disques SSD NVMe de 1 Tio en RAID1.

Ils possèdent, en plus des cartes réseau destinées à l'interne du cluster, des interfaces permettant les connexions suivantes :

- Interface SFP28 pour connexion dédiée au stockage scientifique mutualisé STCK
- Interface SFP28 pour connexion au SI ONERA

### **2.4. Système de stockage distribué et parallèle**

Le titulaire met à disposition un système de stockage distribué et parallèle accessible depuis l'ensemble des nœuds de l'espace utilisateur.

Le système de stockage satisfait, à minima, les points suivants :

- Haute-disponibilité :
  - Disques en RAID6 ou dispositif de redondance au moins équivalent ;
  - Changement de disques à chaud ;

- Défaillance ou arrêt pour maintenance d'un élément sans interruption de service ;
- Alimentations électriques redondantes réparties de manière équilibrée sur les 2 voix électriques.
- Support des quotas : quotas utilisateurs (volume, inodes), et quotas groupes (ou répertoire) avec blocage de l'écriture pour l'utilisateur (ou le groupe ou répertoire) qui le dépasserait.

Le système de stockage a jusqu'à 20 à 30% de ses données qui peuvent être stockées sur disques SSD. Les métadonnées sont intégralement stockées sur disques SSD.

Les caractéristiques minimales de ce système de stockage seront spécifiées lors de la deuxième phase de la consultation (phase de remise des offres).

Le système de stockage tel que conçu lors de la phase initiale permet une augmentation du volume du tiers mécanique de 25% lors de l'extension du calculateur.

## **2.5. Réseaux internes au calculateur**

### **2.5.1. Réseau d'interconnexion dédiés aux calculs**

Le titulaire fournit un réseau faible latence dédié aux communications inter-nœuds lors des calculs et à la solution de stockage partagé. Ce réseau respecte les valeurs ci-dessous.

	Valeur minimale
Latence MPI	< 1µs
Débit	≥ 400Gb/s

Tous les nœuds du cluster de production doivent être connectés à ce réseau.

La topologie de ce réseau est laissée au choix du titulaire mais doit prendre en compte l'extension prévue du calculateur.

### **2.5.2. Autres réseaux internes au calculateur**

Le titulaire met en place un réseau interne au cluster en Ethernet sur lequel seront connectés tous les équipements du calculateur de développement par un lien d'au moins 1Gb/s (contrôleurs de disques, serveurs de fichiers, nœuds de calcul, nœuds de connexion, etc. Le titulaire propose une solution permettant d'assurer une étanchéité suffisante pour qu'en cas de compromission d'un nœud de l'espace utilisateur, celui-ci ne puisse pas remonter à un serveur de la grappe d'administration du calculateur.

## **2.6. Grappe d'administration**

Le titulaire fournit l'intégralité du matériel et des solutions logicielles nécessaires à la constitution d'une grappe d'administration.

Elle doit à minima remplir les fonctions suivantes en haute-disponibilité :

- Administration locale du cluster ;
- Administration par prise en main à distance des équipements via le protocole IPMI (version  $\geq 2.0$ ) : marche / arrêt distant des composants du cluster, connexion par console, remontée de capteurs matériels, etc. ;
- Déploiement centralisé des images des nœuds ;
- Contrôleur et base de données du gestionnaire de travaux ;
- Surveillance et remontée d'alertes : suivi temps réel de l'état du système ;
- Suivi de l'utilisation des différentes ressources : processeurs, mémoire, volume disque, etc.

Chaque serveur composant la grappe d'administration est connecté :

- par un port dédié vers le réseau d'administration ONERA en simple attachement par un lien Ethernet 1 Gbs/ au minimum (SSH)
- et par un port distinct vers le réseau d'entreprise ONERA en simple attachement par un lien Ethernet 1 Gbs/ au minimum (LDAP, NTP...)

Les interfaces PMAD des serveurs de la grappe d'administration sont dédiées et utilisent le réseau d'administration ONERA avec une vitesse de 100 Mb/s ou plus.

## **2.7. Pile logicielle**

### **2.7.1. Périmètre de responsabilité**

Le titulaire est responsable du bon fonctionnement de la pile logicielle qu'il fournit sur le calculateur de production : système d'exploitation, pilotes matériel, et dans la mesure du possible des outils d'exploitation fournis. Il garantit la compatibilité des logiciels fournis entre eux, et avec le matériel installé.

### **2.7.2. Système d'exploitation**

Le système d'exploitation fourni par le titulaire pour le calculateur de production est Rocky Linux.

Tous les équipements matériels fournis doivent être pleinement supportés par le système d'exploitation. Si des pilotes additionnels constructeurs sont requis, ceux-ci sont listés et fournis.

Les serveurs de la grappe d'administration et du stockage partagé utiliseront la version la plus récente au moment de l'installation.

Le titulaire fournit une solution d'administration permettant de mettre en service simultanément plusieurs paliers de versions du système d'exploitation par groupe de nœuds. Par exemple il doit être possible d'avoir la moitié des nœuds de connexion et de calcul dans une version et l'autre moitié dans une version différente.

L'ONERA précisera lors de l'installation la version de Rocky Linux à utiliser pour l'espace utilisateur, c'est-à-dire pour les nœuds de connexion et les nœuds de calcul.

### **2.7.3. Gestionnaire de travaux**

Le gestionnaire de tâches (ordonnanceur) doit être SLURM, il doit être fourni par le titulaire. La version à utiliser sera spécifiée par l'ONERA lors de la phase d'installation, ce sera dans tous les cas une version récente supportée par l'éditeur.

Le gestionnaire de tâches doit être déployé de façon redondante et mettre en œuvre les mécanismes nécessaires à assurer un service hautement disponible.

Les services d'administration du gestionnaire de tâches SLURM (slurmdbd, slurmctld) doivent s'exécuter sur des nœuds (physiques ou virtuels) de la grappe d'administration, c'est-à-dire des nœuds hors espace utilisateur.

### **2.7.4. Compilateurs et bibliothèques MPI**

Le titulaire s'assurera du bon fonctionnement des nœuds de l'espace utilisateur et de leur interconnexion avec les compilateurs et librairies suivantes :

- Compilateurs Intel C/C++/Fortran, Intel MPI (licences fournies par l'ONERA),
- Compilateurs GNU gcc/g++/gfortran et Open MPI.

## **2.8. Evolutivité de la solution**

L'architecture du calculateur de production doit faciliter l'installation et la qualification d'une extension à minima en minimisant la durée des arrêts de production de la fourniture initiale nécessaires. Le temps cumulé de ces arrêts ne doit pas excéder plus d'une journée ouvrée.

### 3. Installation dans l'environnement de l'ONERA

#### 3.1. Caractéristiques physiques et environnementales

L'intégration du calculateur de production dans le nouveau centre informatique en cours de construction sur le centre de Palaiseau doit respecter un certain nombre de contraintes (installation électriques, systèmes de refroidissement, urbanisation, poids au sol) qui seront détaillées lors de la deuxième phase de la consultation (phase d'offre).

#### 3.2. Plan de prévention

Dans le cadre de l'opération d'installation de l'infrastructure sur site, un plan de prévention devra obligatoirement être réalisé avant la livraison du matériel sur site.

Le titulaire s'engage à faire prendre connaissance à l'ensemble de ces collaborateurs intervenant sur le site de l'ONERA de Palaiseau lors de l'installation du plan de prévention.

#### 3.3. Planning d'installation

A partir de la notification de l'accord-cadre, l'installation du calculateur de production suit les jalons contractuels suivants.

Date	Jalon	Livrable de validation	Limite imposée	Limite souhaitée
T0	Notification du contrat			
T1	Prérequis validés (visite de site, réunion de lancement)			
T2	Finalisation servitudes (tableaux électriques, système de refroidissement)			
T3	Intégralité du matériel livré en salle	Bon de livraison		T0 + 4 mois
T4	Recette titulaire et Mise en Ordre de Marche (MOM)	Cahier de recette rempli titulaire + PV de MOM	T0 + 5,5 mois	
T5	Recette ONERA et Vérification d'Aptitude (VA)	Cahier de recette rempli ONERA + PV de VA		T0 + 6,5 mois
T6	VSR	PV de VSR		T0 + 8,5 mois

Une phase de Grands Challenges limitée à certains utilisateurs est prévue à partir du début juillet 2027. A titre indicatif, la notification du contrat est prévue pour décembre 2026.

Il est prévu de mettre en service le nouveau calculateur de production à l'ensemble des utilisateurs à partir du début octobre 2027.

### ***3.4. Raccordement aux réseaux de l'ONERA***

Seuls les serveurs de la grappe d'administration et les nœuds de connexion communiquent avec les réseaux de l'ONERA.

Le détail des exigences techniques concernant le raccordement de ces nœuds sera développé lors de la deuxième phase de la consultation, en phase d'offre.

## **4. Recette**

### **4.1. Cahier de recette**

La vérification du respect des exigences définies dans le présent document (et dans le futur CCTP contractuel, qui sera applicable à l'accord-cadre) se fera au moyen d'une recette en deux temps :

- Pour prononcer la Mise en Ordre de Marche (MOM), le titulaire devra produire une première version du cahier de recette listant les tests effectués attestant du bon fonctionnement du système et de résultats de benchmarks en accord avec le contrat ; le passage de ce jalon se traduit par un PV de MOM ;
- L'ONERA rejoue ensuite les tests de ce cahier de recette pour le contresigner, ce qui se traduit par un PV de Vérification d'Aptitude (VA).

A minima les points suivants seront évalués lors de la recette :

- L'exhaustivité de la livraison matérielle et logicielle,
- Le bon fonctionnement, le paramétrage et l'intégration dans le SI de l'ONERA du calculateur de production (Nommage des nœuds, Adressage IP, accès aux réseaux d'interconnexion dédiés, au stockage partagé, lancement de travaux dans SLURM),
- Les mécanismes de surveillance et de remontées d'alerte en temps réel,
- Les procédures d'exploitation telles que l'arrêt/redémarrage de l'infrastructure, le déploiement des nœuds,
- Les performances telles que définies dans le paragraphe « Benchmarks ».

### **4.2. Autres livrables de référence**

Le titulaire fournit si possible avant le jalon T5 (VA), et dans tous les cas avant le jalon T6 (VSR) l'ensemble des documents suivants :

- Documentation technique des équipements : manuel, guide de référence, guide de configuration des composants... ;
- Dossier technique ou dossier d'architecture : il documente l'architecture et les composants du cluster ainsi que son fonctionnement ;
- Dossier d'exploitation : il contient l'ensemble des procédures d'exploitation et des informations nécessaires au maintien en condition opérationnelle ;
- Guide de sécurisation, reprenant les éléments de configuration permettant de respecter les exigences listées dans ce document.

### **4.3. Déroulement de la recette**

Le titulaire déroule tous les tests en traçant ses actions de telle sorte que le test soit reproductible. Il complète le cahier de tests en notant tous les résultats et valeurs relevés durant les tests.

Une première version du cahier de recette est remise à l'ONERA pour prononcer la Mise en Ordre de Marche. L'ONERA s'assure ensuite que les résultats produits par la titulaire sont conformes.

## **5. Benchmarks**

### **5.1. Liste des benchmarks**

Afin d'évaluer les performances de la solution proposée, le titulaire fournit les résultats d'un certain nombre de benchmarks sur lesquels il s'engage. Les résultats fournis dans son offre technique finale sont à confirmer sur la machine réelle lors de la recette. Les résultats obtenus lors de la recette ne doivent pas être inférieurs de plus de 5% aux résultats annoncés dans l'offre finale.

Les benchmarks sont composés :

- De tests standardisés : HPL, STREAM, HPCG, OSU
- De tests de performances I/O : IOR or IO500
- De tests de performances sur des codes scientifiques de l'ONERA : elsA, SoNICS, CEDRE
- Des tests de performances IA

### **5.2. Sources et description détaillée des benchmarks**

Un support contenant les sources de ces benchmarks ainsi que de la documentation sera fourni aux candidats lors de la deuxième phase de la consultation (en phase d'offre).

La remise de ce support ne peut se faire qu'après signature d'un accord de non-divulgence entre l'ONERA et le candidat (cf. RPC – PJ1 au dossier de consultation).

### **5.3. Conditions de réalisation des benchmarks**

Le titulaire indique dans le cahier de recette les conditions de réalisation des tests, les options de compilation utilisées et toutes informations jugées utiles pour la compréhension des résultats, notamment de manière à ce que l'ONERA puisse les reproduire.

Les fichiers résultats des benchmarks sont fournis (logs, fichiers résultats, ...) lors de la recette.



## **6. Maintenance et services**

### **6.1. Durée de la maintenance à prévoir**

Le titulaire s'engage à être dans la capacité à maintenir le calculateur et l'ensemble de ses composants matériels et logiciels au moins 7 ans à partir du jalon T5 (VA prononcée positive).

Le titulaire doit s'engager sur une maintenance matérielle et logicielle pour une durée ferme de 4 ans à partir du jalon T5 (VA prononcée positive), et reconductible par l'ONERA 3 fois pour 1 an par la suite.

### **6.2. Maintenance matérielle et logicielle**

Le titulaire fournit une maintenance matérielle et logicielle du calculateur de production pour la durée de l'accord-cadre une fois le jalon T5 (VA prononcée positive) passé.

#### **6.2.1. Maintenance matérielle**

##### **6.2.1.1. Périmètre**

Le périmètre de la maintenance matérielle inclut :

- L'entretien / réparation et la garantie de bon fonctionnement de tous les composants du calculateur de développement ;
- Les prestations de main d'œuvre, déplacements et toutes les pièces détachées ;
- La fourniture, l'installation et la mise à jour après accord de l'ONERA des « micrologiciels » ;
- La fourniture et la mise à jour de documentations sur le fonctionnement du calculateur de développement.

Une intervention de maintenance matérielle peut être suggérée par le titulaire dans le cadre d'une maintenance préventive ou demandée par l'ONERA.

##### **6.2.1.2. Non restitution des disques**

En cas de remplacement d'un disque local à un nœud ou d'un disque de la solution de stockage partagé, dans le cadre de la maintenance matérielle, le disque défaillant changé reste propriété de l'ONERA et ne sera pas restitué au titulaire.

#### **6.2.2. Maintenance logicielle**

##### **6.2.2.1. Périmètre**

A minima, le titulaire s'engage à fournir une maintenance logicielle des pilotes, microcodes et logiciels nécessaires au fonctionnement de la solution proposée :

- Interconnexion performance,
- Solution de stockage partagé,
- Système de déploiement des nœuds et de management de configuration,

17/Erreur ! Argument de commutateur inconnu.

- Pilotes GPU,
- SLURM.

Il s'assure de leur compatibilité avec le système d'exploitation proposé et ses évolutions.

Si les outils d'exploitation proposés par le titulaire ne bénéficient pas d'un support communautaire, le titulaire doit fournir ce support dans le cadre de la maintenance logicielle.

### **6.2.3. Langue utilisée**

Les maintenances matérielle et logicielle doivent être effectuées par le titulaire en français ou en anglais.

### **6.2.4. Plage de couverture**

Le titulaire s'engage à fournir une couverture de maintenance matérielle et logicielle de 5 jours sur 7 hors jours fériés, de 9h à 18h.

### **6.2.5. Délais d'intervention et de résolution**

Le délai pour remplacement de pièce défectueuse est de H+4 pour la solution de stockage partagée et le réseau d'interconnexion et de J+1 pour le reste des équipements à compter de l'enregistrement de l'incident ou de la demande. L'ONERA met à disposition une salle de stockage dans le bâtiment N4 où le titulaire peut stocker du matériel de secours en cas de défaillance.

## **6.3. Suivi de maintenance**

### **6.3.1. Comités de suivi**

Le titulaire s'engage à faire un suivi régulier de la maintenance et du support à l'exploitation : suivi des demandes, incidents, problèmes et de la documentation. La fréquence des comités de suivi est au minimum un tous les trois mois.

### **6.3.2. Interlocuteurs privilégiés**

#### **6.3.2.1. Interlocuteur contractuel**

Le titulaire désigne un interlocuteur privilégié pour tous les aspects contractuels et financiers de la prestation de support à l'exploitation. Il s'assure du respect des engagements et de l'atteinte des niveaux de service. Il participe aux comités de suivi.

#### 6.3.2.2. Interlocuteur opérationnel

Le titulaire désigne un interlocuteur qui est responsable de l'activité des intervenants techniques du titulaire et la cohérence des actions menées. Il assure le suivi des demandes, incidents, problèmes et de la mise à jour au fil de l'eau de la documentation. Le reporting de ce suivi d'activité est présenté à chaque comité de suivi.

Il est force de proposition concernant la mise à jour régulière des composants du cluster.

#### **6.3.3. Planning type d'interventions préventives de maintenance sur une année**

Chaque début d'année le titulaire propose un plan des maintenances préventives pour l'année à venir indiquant explicitement les composants visés et les arrêts de production à prévoir.

Ce planning doit couvrir tous les composants du cluster, y compris les éléments de système de refroidissement.

### ***6.4. Disponibilité des systèmes et mode de calcul des indisponibilités***

Il est demandé un taux de disponibilité globale des configurations au moins égal à 98% sur l'année avec un minimum de 95% chaque mois. Le mode de calcul des indisponibilités sera décrit en annexe de l'accord-cadre lors de la deuxième phase de la consultation (en phase d'offre).

Les indisponibilités à prendre en compte ici sont celles dues à une défaillance matérielle ou logicielle de la fourniture du titulaire. Ne sont pas pris en compte celles liées à des problèmes environnementaux (pannes d'électricité par exemple) ou à une utilisation non conforme du fait de l'ONERA.

## **7. Sécurité et contraintes spécifiques liées à l'administration de systèmes d'informations sensibles**

### **7.1. Contraintes minimales d'accès aux sites et au SI de l'ONERA (cf. projet d'accord-cadre)**

Dans le cadre du dispositif de Protection du Potentiel Scientifique de la Nation (PPST, instruction interministérielle 3415/SGDSN/AIST/PST du 07/11/2012, article 413-7 du code pénal notamment), les centres ONERA sont des zones à régime restrictif (ZRR). Dans ces conditions, l'accès au réseau interne de l'ONERA, tout comme l'accès physique à ses sites, nécessite un agrément ministériel de tutelle (délivré en pratique par la DGA) pour chaque personne concernée.

Dans ces conditions, chaque personnel du titulaire travaillant sur le SI de l'ONERA ou dans ses locaux doit disposer d'une autorisation ministérielle d'accès aux ZRR concernées (AZR). Il doit donc soumettre au préalable un dossier d'agrément à l'administration de tutelle de l'ONERA (DGA) via l'officier de sécurité du site ONERA de référence. Cette procédure de demande d'AZR peut durer jusqu'à deux mois (les délais actuels constatés sont de l'ordre de 1 à 2 semaines). **Cette contrainte doit être prise en compte pour la gestion des ressources pendant toute la durée du contrat.**

### **7.2. Habilitation des intervenants des prestations (cf. projet d'accord-cadre)**

En phase d'installation, avant connexion du ordinateur au réseau ONERA, il n'y a pas de restriction particulière sur la nationalité des intervenants. Toutefois ils doivent être titulaires d'une autorisation ministérielle à travailler dans une ZRR (cf. paragraphe 7.1).

Le ordinateur est dans une zone du SI ONERA contenant des informations avec une mention de protection « Diffusion Restreinte » (DR) ou « Diffusion Restreinte Spécial France » (DR SF) sans cloisonnement à ce jour.

De ce fait, à partir du moment où le ordinateur de production est connecté au réseau ONERA chaque intervenant du titulaire doit être ressortissant français.

Ensuite et dès que possible, l'ensemble des intervenants ayant des droits d'administration sur tout ou partie du périmètre devra être habilité au minimum au niveau « Secret ».

### **7.3. Accès à distance au SI général interne de l'ONERA**

En phase de support, une partie des prestations peut être réalisée en dehors des locaux de l'ONERA, sous réserve de l'application des règles suivantes :

- En application des dispositions déjà indiquées aux paragraphes ci-dessus 7.1 et 7.2, la connexion depuis l'extérieur au SI de l'ONERA n'est possible que pour des

intervenants ressortissants français, habilités au niveau « Secret » (ou en début de prestation titulaires d'une autorisation ministérielle à travailler dans une ZRR).

- Les postes de travail utilisés sont des postes informatiques portables fournis et administrés par l'ONERA et à usage exclusif des personnes déclarées et autorisées. Ils ne doivent en aucune manière être utilisés par d'autres personnes.
- Pendant l'exécution de travaux à distance sur le système d'information de l'ONERA, ils ne doivent pas être accessibles visuellement (vue sur les moniteurs) par des personnes non autorisées par l'ONERA. Le titulaire doit pouvoir présenter à tout moment le dispositif ou la formalisation des règles internes utilisés pour respecter cette contrainte.
- Il n'est pas permis d'établir de VPN global vers un centre de supervision puis de le router vers certains postes via de l'interconnexion de réseau ; en effet, chaque connexion doit se faire par un utilisateur authentifié et agréé en mode point à point depuis un poste autorisé du prestataire vers un poste ONERA, et non depuis un sous réseau entier du prestataire.
- Le nombre d'autorisations d'accès (nombre d'intervenants en centre de service) doit être en rapport avec les charges réelles et la variété des compétences nécessaires afin de ne pas diluer ces accès au sein d'un groupe de personnes trop important <sup>(1)</sup>. Outre une meilleure maîtrise de la sécurité, cette disposition rend plus réaliste le fait que les personnes concernées soient bien formées au contexte ONERA (connaissance des outils utilisés par la DSI et ses prestataires, connaissance de l'architecture technique et des règles de supervision, connaissance des règles de traitement des tickets).

#### **7.4. Moyens informatiques mis à disposition**

En phase de support, l'ONERA pourra mettre à disposition de l'équipe support, en fonction des besoins, des postes de travail portable ayant accès à l'infrastructure sous maintenance. Le titulaire respecte la charte du bon usage des moyens informatiques de l'ONERA (annexe 7 de l'Accord-Cadre).

#### **7.5. Sécurisation du ordinateur**

Le ordinateur, par la sensibilité des données qu'il peut héberger (données à mention « Diffusion Restreinte » (DR) ou « Diffusion Restreinte Spécial France » (DR-SF)), devra respecter des prérequis minimums en termes de sécurisation, que ce soit dans son architecture ou dans son socle d'administration technique.

Le ordinateur pourra donc être considéré comme faisant partie d'un SI sensible au sens de l'II 901, qui définit un certain nombre d'exigences.

Pour satisfaire ces exigences, l'ONERA est en train de mettre en place une infrastructure technique sécurisée permettant d'héberger des SI de classe 1 (RPO). Le ordinateur aura donc

pour vocation, à horizon 2028-2029 à rejoindre cette infrastructure technique, séparée du SI-Entreprise (SI de classe 0).

Il est donc demandé, dès l'installation du calculateur, d'assurer certains nombres d'exigences de sécurité concernant :

#### **7.5.1. Configuration des composants du calculateur (systèmes, commutateurs, modules de management...)**

Le titulaire doit respecter les principes suivants :

- Désactivation des services inutiles
- Changement des mots de passe par défaut et respect des politiques de mots de passe en vigueur à l'ONERA

Dans la limite du possible, il est amené à :

- Limiter les comptes de service au juste nécessaire et limitation des privilèges (exemple : compte en lecture seule pour la supervision, ...)
- Restreindre des droits d'accès aux fichiers sensibles du système

#### **7.5.2. Sécurisation de l'administration**

L'administration des composant du calculateur doit être réalisée à partir d'un ou des réseaux (physique(s) ou logique(s)) disjoint(s) du réseau accessible aux utilisateurs.

Des règles de filtrage des flux d'administration doivent être mis en œuvre (ex : pare-feu local) pour bloquer toutes les connexions non nécessaires et réduire la surface d'attaque.

Dans la mesure du possible, les protocoles utilisés doivent être chiffrés. Toute exception à ce principe devra être justifiée et argumentée.

#### **7.5.3. Traçabilité et imputabilité des opérations**

Les composants du calculateur sont configurés afin d'assurer la traçabilité des interventions sur le système (connexions, actions d'administration, événements de sécurité) ; ces journaux sont centralisés au sein de l'administration du calculateur.

Les actions d'administration sont réalisées à partir des comptes nominatifs d'administration. Toute action ne pouvant respecter ce principe doit être tracée pour permettre d'assurer l'imputabilité des interventions.

#### **7.5.4. Mises à jour**

Le titulaire fournit une liste des microprogrammes et logiciels utilisés dans la solution avec leur version. L'ensemble de ces composants doit être à jour et faire l'objet de correctifs de sécurité tout au long de la maintenance du calculateur.

22/Erreur ! Argument de commutateur inconnu.

Le calculateur ne pourra, à terme, accéder directement à des services web externes (serveurs de mises à jour, ...) sans passer par une rupture protocolaire fournie par une passerelle de classe 1. Les services de mise à jour prendront en charge cette contrainte, et le titulaire fournira des directives pour automatiser ces processus si la fréquence d'application le justifie (exemple : mise à disposition d'un miroir des dépôts de mise à jour via synchronisation à travers la passerelle de classe 1).

#### **7.5.5. Non restitution de support défectueux**

Pour des raisons de sécurité, les composants de stockage non volatiles (disques durs, SSD), s'ils sont défectueux, ne peuvent faire l'objet de retours constructeurs.

#### **7.5.6. Dossier de sécurisation et recette**

Le titulaire fournit dans les livrables un dossier de sécurisation qui inclura :

- La description générale de l'architecture ;
- La description détaillée du cloisonnement des réseaux accessibles aux utilisateurs et aux administrateurs ;
- Une matrice des flux du calculateur ;
- La liste des mesures implémentées et en quoi elles répondent aux besoins exprimés.

Dans le cadre de la recette du calculateur, des tests spécifiques seront rédigés par le titulaire pour confirmer l'implémentation de ces mesures dans le calculateur.