

OBJET DU MARCHE

**« Fourniture d'une unité de calcul embarquée temps réel pour véhicule
instrumenté »**

CAHIER DES CLAUSES PARTICULIERES

CONTEXTE

Dans le cadre du projet RITMEA, l'Université souhaite développer une plateforme de voiture autonome équipée de systèmes de perception et de communication avancés. Cette initiative vise à renforcer la sécurité, la fiabilité et l'automatisation, ainsi qu'à contribuer à la décarbonation des systèmes de transport de nouvelle génération.

Cette voiture doit être capable de traiter en quasi temps réel une très grande quantité d'informations issues des capteurs embarqués (caméras, LIDAR, radar, GNSS...). Les algorithmes les plus gourmands en puissance de calcul sont notamment des réseaux de neurones, tels que les CNN, les RNN et les LLM.

Dans le cadre de cet appel, nous souhaitons doter le véhicule d'une puissance de calcul embarquée capable d'assurer les traitements nécessaires.

ARTICLE 1. OBJET DU MARCHE

Le présent document a pour objet la définition des besoins techniques relatifs à la fourniture d'une unité de calcul haute performance destinée à équiper une plateforme de véhicule autonome.

Le matériel doit assurer le traitement temps réel de flux multi-capteurs (caméras de profondeur, LiDAR, télémétrie, radar, GPS...), l'exécution de pipelines de perception et de prise de décision basés sur l'intelligence artificielle, ainsi que la communication inter-calculateurs sous environnement ROS 2.

ARTICLE 2. FORME ET DUREE DE VALIDITE DU MARCHE

2.1. Forme du marché

Le présent marché est un contrat de fourniture passé sous la forme de la procédure adaptée en application du Code de la Commande Publique.

La présente consultation n'est pas allotie au sens de l'article L.2113-10 du Code de la Commande Publique. La dévolution en lots séparés risque de rendre techniquement difficile ou financièrement plus coûteuse l'exécution des prestations.

2.2. Prestations Supplémentaires Eventuelles (PSE) et Variantes

Les variantes ne sont pas autorisées.

Les PSE ne sont pas autorisées.

2.3. Durée du marché

Le marché court à compter de la réception de la lettre de notification et prend fin au terme de la période de garantie ou de la période de maintenance.

Le délai de livraison du matériel demandé ne peut excéder deux (2) mois à compter de la réception du bon de commande. Le candidat peut proposer un délai moindre dans son offre. Ce délai deviendra contractuel.

Une prolongation du délai d'exécution peut être accordée par le pouvoir adjudicateur dans les conditions de l'article 13.3 du CCAG-FCS.

2.4. Langue des correspondances

Tous les documents, inscriptions sur matériel, correspondances, demandes de paiement ou modes d'emploi doivent être entièrement rédigés en langue française ou accompagnés d'une traduction en français, certifiée conforme à l'original par un traducteur assermenté.

2.5. Sous traitance

Le titulaire peut sous-traiter l'exécution de certaines parties de son marché, sous réserve de l'acceptation du ou des sous-traitants par le maître de l'ouvrage et de l'agrément par lui des conditions de paiement de chaque sous-traitant. Les conditions de l'exercice de cette sous-traitance sont définies aux articles R2193-1 à R2193-9 du Code de la Commande Publique.

2.6. Prestations similaires

Le pouvoir adjudicateur pourra confier au titulaire du marché, en application des articles L. 2122-1 et R. 2122-7 du Code de la commande publique, un ou plusieurs nouveaux marchés ayant pour objet la réalisation de prestations similaires. La durée pendant laquelle un nouvel marché pourra être conclu ne peut dépasser trois (3) ans à compter de la notification du présent marché.

2.7. Recours aux marchés négociés

En application de l'article R.2122-2 du Code de la Commande Publique, l'UPHF se réserve le droit de recourir aux marchés publics négociés sans publicité ni mise en concurrence préalable.

ARTICLE 3. CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

Contexte d'usage

L'équipement sera intégré à un système robotique mobile comportant un calculateur principal, des microcontrôleurs de commande, des cartes d'encodeurs et un sous-système de communication sans fil (Wi-Fi et/ou cellulaire 4G/5G). L'unité embarquée fonctionnera dans un environnement véhicule mimant le fonctionnement d'un laboratoire (vibrations absorbé, variations thermiques contrôlé, alimentation courant alternative 4000W). La voiture dispose de compartiments pouvant accueillir l'unité de traitement souhaitée. La figure suivante présente la configuration et l'espace disponible, les grandeurs sont exprimées en mm.

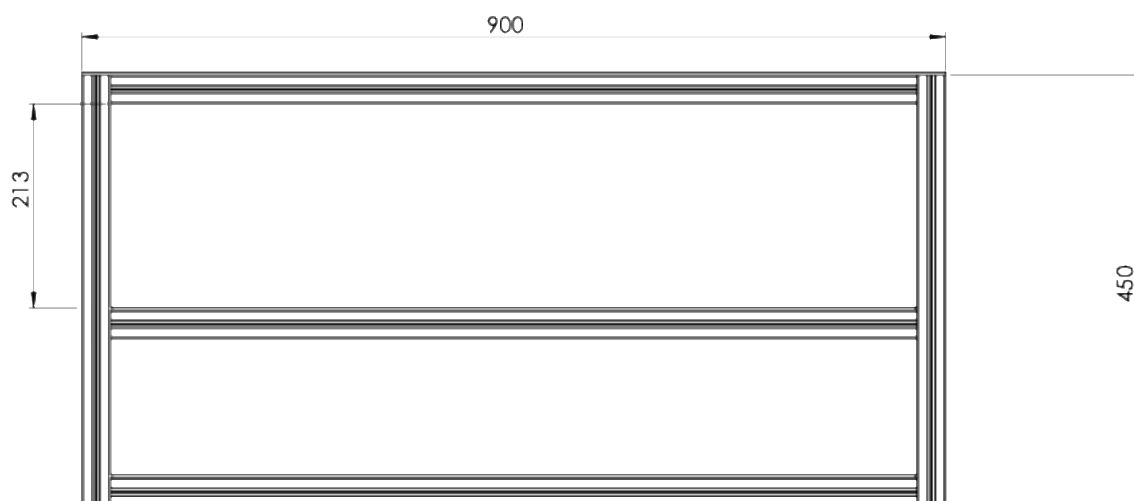


Figure 1 dimension pour le système de calcul

Principe d'équivalence

- Les caractéristiques exprimées constituent des **seuils de performance minimaux**.
- Toute solution **équivalente ou supérieure**, est recevable dès lors que le soumissionnaire en démontre l'équivalence par des éléments techniques vérifiables (fiches techniques, résultats de tests, références normatives).

Spécifications techniques computationnelle

Les exigences ci-dessous s'appliquent aux deux configurations.

Composant	Spécification minimale exigée	Qté
Processeur (CPU)	Processeur serveur x86_64, ≥ 20 cœurs physiques / 40 threads par socket ; fréquence de base $\geq 2,5$ GHz, fréquence turbo $\geq 2,9$ GHz ; cache L3 $\geq 27,5$ Mo ; support mémoire ECC ; configuration bi-socket . Total minimum : 40 cœurs / 80 threads .	2
Accélérateur GPU	GPU professionnel de dernière génération, avec une mémoire GDDR7 ≥ 96 Go (ou supérieure) par GPU ; interface PCIe Gen5 x16 ; prise en charge du calcul parallèle compatible CUDA ; support FP32 / TF32 / FP16 / BF16 / INT8 ; adapté à l'entraînement et l'inférence IA temps réel. Pouvant assurer 125 TFLOPS en simple précision et par GPU	4
Mémoire vive (RAM)	Mémoire ECC Registered (RDIMM) , DDR5 ou supérieure ; capacité totale ≥ 512 Go ; configuration de référence : 8 modules de 64 Go ; architecture extensible.	520 Go
Stockage système	SSD NVMe PCIe Gen5 (ou supérieur), capacité ≥ 2 To, format M.2 ou U.2.	2 To
Stockage de données	SSD NVMe haute endurance, capacité totale ≥ 16 To (extensible) ; configuration RAID 0/1/..10 possible ; 4 minimum emplacements NVMe libres pour extension.	≥ 16 To
Adaptateur réseau	Au minimum 2 ports Ethernet, dont 1 port ≥ 10 GbE (RJ45 ou SFP+) et 1 port 1 GbE ;	—

Précisions sur le processeur

La configuration bi-socket doit garantir une bande passante mémoire élevée (architecture multi-canaux, ≥ 6 canaux par socket recommandé) et un nombre de lignes PCIe Gen5 suffisant pour alimenter simultanément les quatre accélérateurs GPU en x16 ainsi que le stockage NVMe et le réseau, sans partage pénalisant.

Précisions sur les accélérateurs GPU

Les quatre accélérateurs doivent pouvoir fonctionner simultanément. Le soumissionnaire détaille :

- La mémoire embarquée par GPU et son type ;
- La dissipation thermique unitaire (TDP) et la solution de refroidissement associée ;
- La compatibilité des pilotes sous Linux et le support des bibliothèques de calcul IA.

Pour une configuration embarquée, des variantes optimisées en consommation (type « Max-Q » ou équivalent) sont privilégiées dès lors que les exigences de mémoire (≥ 96 Go GDDR7) et de classe de performance sont respectées.

Refroidissement, alimentation et bruit

Le soumissionnaire dimensionne l'alimentation et le refroidissement pour une charge soutenue de tous les composants. Il indique la **puissance électrique maximale appelée** et la **puissance typique en charge** de l'ensemble. L'unité embarquée fonctionnera dans un environnement véhicule mimant le fonctionnement en laboratoire c-à-d les vibrations sont absorbées, les variations thermiques sont contrôlées, et dispose d'une alimentation en courant alternative de plus 4000W.

Dimensions physique

Le système doit respecter les contraintes physiques de la figure 1, à savoir la séparation centrale est amovible. Pour référence, sans obligation, une configuration 2U Rackmount Form Factor est compatible.

ARTICLE 4. PIECES CONSTITUTIVES DU MARCHE

Les documents contractuels qui constituent le marché, soumis aux dispositions du CCP, prévalent dans l'ordre suivant :

→ Pièces particulières :

- L'acte d'engagement (AE) et son annexe financière;
- Le présent Cahier des Clauses Particulières (CCP) accepté sans aucune modification par le titulaire et dont l'exemplaire conservé dans les archives de l'administration seul fait foi ;
- La description détaillée de l'offre technique ;
- Le Cahier des Clauses Administratives Générales applicables aux Fournitures Courantes et Services (CCAG FCS) ;
- Les actes d'exécution et modificatifs contractualisés en phase d'exécution.
- Le questionnaire technique (Cadre de réponse technique).

→ Pièce générale :

- le Cahier des Clauses Administratives Générales applicables aux marchés publics de Fournitures Courantes et Services (CCAG-FCS).

Le CCAG FCS est téléchargeable sur le site <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000043310689>

Les parties appliquent les dispositions du CCAG-FCS, le cas échéant en combinaison avec les précisions apportées par le CCP, sauf lorsque le CCP y déroge.

Le titulaire déclare parfaitement connaître ce dernier document, bien qu'il ne soit pas matériellement joint au marché.

L'ensemble des documents mentionnés a une valeur contractuelle.

En cas de contradiction ou de différence entre les pièces constitutives du marché, l'ordre dans lequel elles sont énumérées prévaut dans leur application.

Les candidats peuvent produire tout élément susceptible d'apporter une meilleure compréhension à l'offre.

Toute clause portée dans le(s) barème(s) ou document quelconque du titulaire contraire aux dispositions des pièces constitutives du marché est réputée non écrite.

ARTICLE 5. DELAIS D'INTERVENTION ET DE REMISE EN ETAT DE FONCTIONNEMENT- DELAI DE GARANTIE

Le délai d'intervention en cas de panne ou de dysfonctionnement de l'équipement est de huit (8) jours ouvrés à compter de la prise de contact par l'UPHF signalant l'incident. Cette intervention comprend l'assistance technique sur place et l'établissement du diagnostic.

Le matériel doit être remis en état de fonctionnement dans un délai maximal d'un (1) mois calendaire à compter de la demande d'intervention.

A compter de la date d'admission, l'équipement est garanti contre tout vice de fabrication ou de défaut de matière pendant une période d'un (1) an.

Cette garantie couvre au minimum le démontage, le remplacement, le remontage des pièces de l'équipement qui seraient défectueuses.

La garantie comprend les frais consécutifs au déplacement, à l'emballage et au transport de matériel nécessité pour la remise en l'état ou le remplacement.

La garantie prévue au CCAG de référence s'exerce indépendamment de la garantie légale pour vices cachés prévue aux articles 1641 et suivants du code civil.

Les opérations de remise en l'état ou de remplacement s'effectuent, dans la mesure du possible, sur le lieu d'utilisation de la prestation ou dans les locaux du titulaire.

La garantie n'est pas due si l'avarie provient d'une faute de l'UPHF ou d'un cas de force majeure.

La période d'intervention doit s'effectuer pendant les heures d'ouverture de l'UPHF. Le titulaire doit convenir du jour et de l'heure de son intervention avec la personne ayant fait la demande d'intervention.

ARTICLE 6 : PENALITES

Il est fait application du CCAG FCS.

ARTICLE 7 : REGIME FINANCIER

7.1. Forme et contenu du prix

Le marché est exprimé en euros Hors Taxes.

Les prix sont fermes pendant toute la durée du marché.

Le prix est réputé comprendre toutes les charges fiscales ou autres frappant obligatoirement les prestations, les marges pour risque et les marges bénéficiaires, ainsi que toutes les autres dépenses nécessaires à l'exécution des prestations. Les montants à régler sont calculés en appliquant les taux de TVA en vigueur à la date du fait générateur.

Les prix sont établis sur la base du tarif du titulaire en vigueur lors du dépôt de l'offre. Le titulaire certifie que les prix de référence qui ont servi à établir les prix du présent marché ne sont pas supérieurs à ceux de son barème en vigueur. Il s'engage à fournir à l'autorité adjudicatrice, sur sa demande, toute justification permettant de contrôler cette conformité.

Il est réputé comprendre, sans aucune réserve ni exception, l'exécution intégrale des prestations afin d'assurer leur complète réalisation.

7.2. Variation des prix

Sans objet

7.3. Avance forfaitaire

Une avance forfaitaire est versée dans les conditions des articles L 2191-1 et 2 du Code de la Commande Publique. Le titulaire peut la refuser sur l'acte d'engagement.

7.4. Modalités de règlement

Le règlement correspond à la réalisation des prestations.

Le paiement est effectué sur demande de paiement émise par le titulaire et après certification du service fait par l'acheteur.

Le paiement est effectué par virement au compte du titulaire.

La facture est adressée via le portail internet « Chorus Pro ».

La solution « Chorus Portail Pro 2017 » permet le dépôt, la réception et la transmission des factures électroniques et est mise à disposition des fournisseurs gratuitement. Conformément au décret n°2016-1748 du 02 novembre 2016 relatif au développement de la facturation électronique et à l'arrêté du 09 décembre 2016, la solution mutualisée Chorus Portail Pro 2017 permet à tous les fournisseurs de déposer leurs factures, et pièces jointes, et consulter l'avancement du traitement de celles-ci.

L'article 1^{er} du décret susvisé liste les mentions obligatoires que doivent comporter les factures électroniques :

- le nom, n° SIRET et adresse du créancier ;
- la date d'émission de la facture ;
- le numéro du compte bancaire ou postal tel qu'il est précisé sur l'acte d'engagement ;
- le numéro du marché ;
- le montant total des prestations livrées ou exécutées en HT et TTC en indiquant le taux de TVA applicable ;
- la période de facturation ;
- la date de facturation ;
- le numéro SIRET de l'Université ainsi que le numéro d'engagement correspondant au numéro de bon de commande.

7.5. Intérêts moratoires

Les sommes dues sont payées conformément aux dispositions de l'article L.2192-10 du code de la commande publique.

Le délai de paiement est fixé à trente (30) jours maximum pour l'Etat et ses établissements publics ou cinquante (50) jours maximum pour les établissements publics de santé et les établissements du service de santé des armées.

La date de début du délai est déterminée selon les modalités de l'article R.2191-12 et suivants du code de la commande publique.

Lorsque les sommes dues en principal ne sont pas mises en paiement à l'expiration du délai de paiement, le titulaire a droit, sans qu'il ait à les demander, au versement des intérêts moratoires et de l'indemnité forfaitaire pour frais de recouvrement prévus aux articles L.2192-12 et suivants et R.2192-31 à R.2192-36 du code de la commande publique.

Le taux des intérêts moratoires est égal au taux d'intérêt appliqué par la Banque centrale européenne à ses opérations principales de refinancement les plus récentes, en vigueur au premier jour du semestre de l'année civile au cours duquel les intérêts moratoires ont commencé à courir, majoré de huit points de pourcentage.

Ils courent à l'expiration du délai de paiement jusqu'à la date de mise en paiement du principal incluse et sont calculés sur le montant total du paiement toutes taxes comprises, diminué des éventuelles retenues de garantie, clauses d'actualisation, de révision et des pénalités.

Le montant de l'indemnité forfaitaire pour frais de recouvrement est fixé à quarante (40) euros.

Les intérêts moratoires et l'indemnité forfaitaire pour frais de recouvrement sont payés dans un délai de quarante-cinq (45) jours suivant la mise en paiement du principal.

ARTICLE 8 : CONDITIONS D'EXECUTION DES PRESTATIONS

Les prestations devront être conformes aux stipulations du marché (les normes et spécifications techniques applicables étant celles en vigueur à la date du contrat).

8.1. Notifications par le biais du profil d'acheteur

La notification d'une décision, observation ou information faisant courir un délai peut être effectuée par le biais du profil d'acheteur, conformément aux dispositions de l'article 3.1 du CCAG-FCS.

8.2. Généralités

Les prestations doivent être conformes aux stipulations du marché, les normes et spécifications techniques applicables étant celles en vigueur à la date du marché. Le titulaire s'engage à exécuter l'ensemble des prestations conformément aux dispositions du présent CCP.

Il s'engage également à appliquer la législation et la réglementation applicables au marché, qu'il est réputé connaître et s'engage à les mettre en application en cas d'évolution.

Le titulaire désigne dès le début du marché les noms et coordonnées d'une ou plusieurs personnes chargées de le représenter pour l'exécution des prestations. En cas d'empêchement ou de remplacement de ces représentants, le titulaire en informe l'UPHF et indique les coordonnées d'un nouveau représentant.

Le titulaire doit informer le pouvoir adjudicateur, par écrit et sans délai, de toute modification importante concernant le fonctionnement de l'entreprise pouvant influencer sur le déroulement de l'exécution du marché. Par conséquent, selon la nature du changement, un avenant sera ou non obligatoire.

Le titulaire s'engage à ce que son personnel dispose d'un niveau de formation et de qualification approprié tel que défini au présent marché.

8.3. Stockage, emballage et transport

Le stockage, l'emballage et le transport sont effectués dans les conditions de l'article 20 du CCAG-FCS. Les emballages relèvent de la responsabilité du titulaire et restent sa propriété. Le transport s'effectue sous sa responsabilité jusqu'au lieu de livraison.

ARTICLE 9 : VERIFICATIONS ET ADMISSIONS

Le titulaire est soumis à une obligation générale de résultat. Celle-ci s'impose au titulaire dans l'exécution de ses engagements contractuels et pour l'intégralité des prestations décrites au marché.

Le titulaire s'engage à exécuter les prestations et à remettre les livrables associés avec le niveau de compétence professionnelle requis pour ce type de prestations, à consacrer tous les moyens humains et matériels nécessaires à sa bonne exécution, ainsi qu'à coopérer de bonne foi avec l'ensemble des intervenants amenés à participer.

Les prestations sont soumises à des vérifications quantitatives et qualitatives simples, destinées à constater qu'elles répondent aux stipulations du marché.

Il est fait application des articles 27 à 30 du CCAG FCS.

ARTICLE 10 : ASSURANCES

Conformément aux dispositions de l'article 9 du CCAG-FCS, tout titulaire (mandataire et cotraitants inclus) doit justifier, dans un délai de quinze (15) jours à compter de la notification du contrat et avant tout commencement d'exécution, qu'il est titulaire des contrats d'assurances, au moyen d'une attestation établissant l'étendue de la responsabilité garantie.

ARTICLE 11 : OBLIGATION DE DISCRETION – SECRET PROFESSIONNEL

Le titulaire est tenu de maintenir pour confidentielle toute communication de renseignements, documents ou objets quelconques, reçue à titre confidentiel, à l'occasion de l'exécution du marché. Ces renseignements documents ou objets quelconques ne peuvent, sans autorisation de la personne responsable du marché, être communiqués à d'autres personnes étrangères à l'exécution du marché. Il en est de même de tout renseignement de même nature, parvenu à la connaissance du titulaire à l'occasion de la livraison de la fourniture ou de l'exécution du service.

En conséquence, le titulaire s'engage à informer son personnel qu'il est astreint aux mêmes obligations susmentionnées.

Ces obligations de discrétion et de secret professionnel s'appliquent pendant et après l'exécution du marché.

ARTICLE 12 : PROTECTION DES DONNEES A CARACTERE PERSONNEL

Le titulaire met en oeuvre toutes les mesures de sécurité appropriées afin que le traitement des données à caractère personnel réponde aux exigences du RGPD et que cela garantisse la protection des droits des personnes concernées. Il pourra être amené à présenter ces mesures, sur simple demande de l'acheteur. Le titulaire a une obligation de conseil et d'assistance envers l'acheteur pour toute question relative à la protection des données à caractère personnel. Par ailleurs, il fournit à l'UPHF sans délai et sur simple demande tout élément de preuve de conformité du traitement au RGPD (document nécessaire à la tenue du registre de traitement, contrat de maintenance adapté au RGPD, identification d'un délégué à la protection des données, etc.).

Le titulaire ne traite les données que sur instruction expresse de l'acheteur. Il s'engage également à notifier à l'UPHF sans délai tout incident sur des données à caractère personnel (violation de données, etc.)

Le respect de ces données est valable pendant et après l'exécution du marché.

ARTICLE 13 : SERVICE MINIMAL

En cas de grève et d'arrêt de travail de son personnel, le titulaire est tenu d'assurer la continuité des prestations exigées dans le cadre du marché.

ARTICLE 14 : DEVELOPPEMENT DURABLE

Le titulaire prend en compte dans l'exécution de sa prestation des objectifs de développement durable. Il est conseillé d'inventorier les moyens mis en place.

Le candidat peut, lors du dépôt de son offre, apporter toute preuve du respect du développement durable.

ARTICLE 15 : REDRESSEMENT OU LIQUIDATION JUDICIAIRE

Les dispositions de l'article 39.2 du CCAG FCS sont applicables.

En outre, le jugement du redressement judiciaire ou de la liquidation judiciaire doit être immédiatement notifié à la personne publique. Il en va de même de tout jugement ou de toute décision susceptible d'avoir un effet sur l'exécution du marché.

ARTICLE 16 : RESILIATION – EXECUTION PAR DEFAUT

Les stipulations des articles 38 à 45 du CCAG FCS, relatives à la résiliation du marché sont applicables. Outre les clauses de résiliation prévues aux articles susmentionnés, le pouvoir adjudicateur aura au préalable invité le titulaire à présenter ses observations. A défaut d'indication du délai, le titulaire dispose d'un (1) mois à compter de la notification de la mise en demeure pour satisfaire aux obligations de celle-ci ou pour présenter ses observations. La résiliation pourra être prononcée après une mise en demeure restée infructueuse.

ARTICLE 17 : DEROGATIONS

Néant