

**UNIVERSITÉ DE FRANCHE-COMTE
1, RUE CLAUDE GOUDIMEL
25 030 BESANCON CEDEX**

☎ : 03.81.66.50.79
service.marches@univ-fcomte.fr

CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIÈRES

MARCHE PUBLIC DE FOURNITURES

PROCEDURE ADAPTEE

ACQUISITION D'UN ROBOT MOBILE AUTONOME INDUSTRIEL

Marché n°

Le présent marché est passé selon la procédure adaptée, prévue par les articles R2123-1 et R2131-12 du code de la commande publique

Date limite de réception des offres : Jeudi 26 septembre 2019 à 12h00 (heure de Paris)

Tous les documents doivent être retournés non modifiés, datés, paraphés et signés.

1. Contexte général

Le pôle S.mart de Franche-Comté est une plate-forme destinée à mettre en commun des matériels de haute technologie entre différents établissements de l'enseignement supérieur de la région Franche-Comté (ENSMM, UFC, UTBM,...). Ces matériels sont utilisés dans le cadre de travaux pratiques pour des formations de niveau Bac+2 à Bac+5, notamment dans les domaines de la conception, et de la productique.

Actuellement, la plateforme robotique bisontine du pôle S.mart est équipée de robots industriels classiques (SCARA, DELTA, Anthropomorphes).

2. Description du besoin

2.1. Introduction : la robotique mobile autonome industrielle

Dans le cadre des TPs de robotique industrielle, l'interface avec le matériel dédié à l'Usine du Futur (ou Usine 4.0) est de plus en plus nécessaire. Afin de démontrer ces nouvelles capacités aux étudiants qui sont formés à la robotique industrielle, nous envisageons d'investir dans la plateforme robotique S.mart avec un robot mobile autonome industriel destiné à réaliser la logistique des produits entre les divers postes de production (figure 1).



Figure 1 : **Exemple de matériel** visé par l'investissement robotique mobile

La robotique mobile dans les usines est un atout logistique de l'Usine du Futur ; l'entreprise Faurecia vient de passer un accord-cadre au niveau mondial pour introduire cette nouvelle forme de robotique dans ses usines sur l'ensemble du monde :

<https://www.usinenouvelle.com/article/faurecia-veut-deployer-mondialement-les-robots-mobiles-de-la-pepite-danoise-mir.N794484>

2.2. Matériel déjà possédés

Aujourd'hui, la plateforme robotique du pôle S.mart de Franche-Comté est équipée de robots industriels classiques (architectures SCARA, DELTA, Anthropomorphes). Elle est dotée de 12 robots industriels opérationnels.

S.mart ne possède pas de robot mobile autonome industriel, alors que ce domaine est appelé à devenir une généralité industrielle dans un avenir proche.

Le poste qui sera destiné aux interactions avec le robot mobile autonome industriel est celui doté d'un robot anthropomorphe e-UR 5 (figure 2).



Figure 2 : Poste robotisé – robot anthropomorphe e-UR 5

3. Publics visés et configurations d'exploitation

Le matériel à acquérir est destiné à former des étudiants de Bac+2 à Bac+5 par la pratique (TPs). La sensibilité du public formé est très hétérogène (mécanique, automatique, robotique, argro-alimentaire ou bio-médical,...). La durée de ces travaux pratiques sera de 3h à 8h suivant le niveau et les objectifs visés. Le système sera aussi utilisé dans le cadre d'expérimentations et de manipulations robotiques réalisées par des chercheurs et des enseignants des laboratoires et/ou départements de recherche associés. Enfin, ce matériel pourra donner lieu, ponctuellement, à des tests de faisabilité dans le cadres d'actions de transfert de technologie vers le monde industriel.

Ces différents cas de figure impliquent des interfaces d'exploitation qui soient ergonomiques, simples et les plus claires possibles, le besoin étant de former à la robotique mobile autonome industrielle.

4. Spécifications techniques de la solution proposée

4.1. Système mobile robotisé

4.1.1. Architecture

Le matériel mobile proposé sera composé :

- d'une plateforme mobile autonome permettant à la solution proposée de se déplacer, avec ses éléments de navigation
- d'un système mécanique d'interfaçage permettant le transport de pièces d'un poste robotisé à un autre et la desserte d'un poste de travail
- des systèmes de communication permettant de discuter avec les postes de travail à desservir
- du système de programmation opérateur permettant de décrire les services à rendre (postes à desservir) et de cartographier l'environnement d'évolution du système
- de tous les systèmes de sécurité permettant au robot d'évoluer de manière sûre dans un environnement peuplé de personnes

En complément du système mobile, la solution proposée comportera

- les interfaces mécaniques et logiques du poste de travail desservi afin de permettre le repérage sûr du robot mobile au poste de travail pour assurer un chargement/déchargement fonctionnel ce celui-ci
- les systèmes de communication pour desservir un poste de travail robotisé (e-UR5)
- l'intégration (mise en place, configuration et programmation) de ces systèmes dans ce poste de travail.

Le matériel devra aussi pouvoir embraquer ultérieurement un bras robotisé collaboratif sur sa plateforme. Les solutions techniques permettant cette intégration doivent être présentées mais non chiffrées dans l'offre.

4.1.2. Domaine atteignable

Le système proposé complet doit pouvoir évoluer dans tout l'atelier de la plateforme bisontine de S.mart (500m²) pendant toute la durée d'une séance de TPs (8h maxi), sans recharge de ses batteries.

Les passages entre machines sont au minimum de 1m dans les zones les plus restreintes.

4.1.3. Masse transportée

100 kg maximum de pièces mécaniques en conteneur

4.1.4. Répétabilité statique

L'erreur maximale de repositionnement requise (précision de répétabilité) est de +/- 1cm au poste de travail.

4.1.5. Recharge des batteries

La solution visée devra, de manière autonome, se déplacer jusqu'à une station de recharge (à fournir) et se mettre en phase de rechargement ; cette phase terminée, le système devra pouvoir être réutilisé.

De plus, la procédure de rechargement devra pouvoir être déclenchée manuellement par l'opérateur.

4.1.6. Vitesses de déplacement et évitement

Les vitesses de déplacement atteintes par la solution seront au minimum de 1m/s, tout en restant compatibles avec les distances de scrutation et d'arrêt au regard de la présence de personnel ou de matériel sur le parcours du robot mobile ; des méthodes d'évitement exploitant des voies alternatives décrites dans la cartographie du système devront être proposées.

4.2. Apprentissage avec le robot mobile et programmation

Le système proposé devra pouvoir être reprogrammé fréquemment, au fur et à mesure des différents TPs faits par les étudiants ; ainsi, la cartographie de l'espace de l'atelier devra pouvoir être reconfiguré facilement et fréquemment, ainsi que les différentes zones (obligatoires, interdites ou déconseillées).

La présence de points spécifiques (quai de déchargement en extrémité de l'atelier, par exemple) devra pouvoir être décrite de manière permanente pour des raisons de sécurité du matériel et des personnes.

La gamme de fabrication des produits transportés devra pouvoir être décrite sous la forme d'une succession de postes à desservir par le robot mobile.

Tout poste de travail desservi devra pouvoir être informé par le système fourni de la nature et de l'état des produits transportés afin de connaître l'opération qu'il devra réaliser.

5. Intégration du matériel

5.1. Volume et nature des pièces traitées - Cadences

Du fait que le pôle S.mart ne fait pas de production, il n'est pas possible de décrire les pièces qui auront à être manipulées par le robot, ni les cadences à respecter. On fixe cependant comme contraintes :

- les pièces manipulées sont comprises dans des volumes de l'ordre du décimètre cube au maximum, et seront d'un poids maximum de 0,5 kilos. Ce sont généralement des pièces de mécanique générale (parallélépipèdes, plaques, tiges, pièces de révolution).

5.2. Poste de travail robotisé desservi

La solution proposée devra permettre de desservir un poste de travail robotisé équipé d'un robot e-UR5, monté en position centrale sur une table de dimensions :

- longueur : 1000 mm
- largeur : 900 mm
- hauteur : 833 mm

Les accès (barrières de sécurité) seront dégagés sur un côté du poste de travail en largeur suffisante pour permettre l'accès du robot mobile.

La desserte du poste de travail est déclenchée à l'appel de celui-ci (stock amont proche de l'état vide ou stock aval proche de l'état plein).

5.3. Sécurité des personnes

Le matériel proposé devra pouvoir fonctionner en sécurité et en autonomie lors de ses déplacements, dans un environnement comportant du personnel (techniciens, enseignants, étudiants, visiteurs ...).

Le matériel proposé devra pouvoir fonctionner en sécurité et en autonomie lors de ses interactions avec le poste de travail robotisé qu'il dessert (chargement, déchargement de pièces).

La reprise du fonctionnement du système devra être automatisée (pas de réarmement) lorsque l'espace de sécurité est dégagé par le personnel.

Un système d'arrêt d'urgence embarqué permettra de neutraliser le robot mobile en cas de situation d'urgence.

5.4. Système de programmation

Le système de programmation sera composé de deux éléments :

- un PC fixe équipé de windows 10, fourni par S.mart, pour la programmation du robot mobile (spécifications du matériel à définir)
- un système mobile (tablette), à fournir, pour réaliser l'interface entre le robot mobile et l'opérateur lors du mode de fonctionnement normal.

5.5. Systèmes d'interface logique avec les périphériques

Le système proposé devra être doté de supports (bus ou racks) de cartes d'entrées/sorties « tout-ou-rien » et/ou analogiques en nombre suffisant pour pouvoir prendre en compte la gestion des périphériques qui y seront connectés lors d'améliorations futures (desserte d'autres postes de travail...).

De même, un système de communication configurable par l'utilisateur et permettant l'échange de données formatées avec un système de pilotage d'atelier devra être proposé.

Si la mise en place d'un réseau de communication sans fil est nécessaire, les caractéristiques devront être fournies.

5.6. Fluides disponibles

Le matériel devra être compatible avec un déplacement sur un salon ou des portes ouvertes dans un établissement partenaire. En conséquence :

- Le matériel devra fonctionner **impérativement** sous une tension de **230v-50hz monophasé** (rechargement des batteries). Une alimentation en 380v-50hz est proscrite.
- Le système doit fonctionner sans air comprimé

5.7. Environnement

L'environnement où sera stocké et exploité le matériel est un atelier de 500m² avec de fortes amplitudes thermiques entre l'hiver et l'été. Le taux d'hygrométrie n'y est pas maîtrisé.

L'appareil devra donc résister à ces changements.

Cet atelier comprend un îlot d'usinage générateur de copeaux métalliques, une protection IP adéquate est demandée.

Le sol de l'atelier est une dalle de béton, plate, lisse et revêtu de peinture type « grand passage », brillante. Des joints de dilatation sont présents tous les 10m environ.

5.8. Documentation - Formation

Des documentations complètes concernant la mise en œuvre et la maintenance du robot, ainsi que sa programmation devront être fournies avec la machine.

Une formation à l'exploitation du matériel devra être prévue pour 7 personnes. Ce groupe sera constitué d'un technicien (maintenance), d'ingénieurs (programmation – reconfiguration) et d'enseignants-chercheurs (formation et recherche).

5.9. Conformité au code du travail

Le matériel devra être conforme à la réglementation française du travail en vigueur.

Le mode collaboratif du robot sera régulièrement démontré en permettant aux utilisateurs de travailler pendant que le robot se déplace dans l'atelier, dans un espace de travail partagé. Le matériel devra donc être certifié de ce point de vue également.

6. Contacts

6.1. Contact pédagogique et technique

Christophe PERRARD
Université de Franche-Comté
UFR Sciences et Techniques
Groupe Automatique et Productique
16, route de Gray
25000 Besançon
Tél (+33) 3 81 66 62 43 (secrétariat)

Date, cachet et signature du candidat