

MARCHE PUBLIC DE FOURNITURES ET SERVICES

Cahier des Clauses Techniques Particulières

Marché passé selon une procédure formalisée en application des articles L2124-2 de l'ordonnance n° 2018-1074 du 26 novembre 2018 portant partie législative du code de la commande publique et l'article R2124-2 du décret 2018-1075 du 3 décembre 2018 portant partie réglementaire du code de la commande publique

Administration contractante :

**INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE POUR L'AGRICULTURE,
L'ALIMENTATION ET L'ENVIRONNEMENT**

**Etablissement public de l'Etat à caractère
Scientifique et Technologique**

OBJET

**ACQUISITION DE MATERIELS SCIENTIFIQUES
POUR L'UNITE TSCF 1471**

**ACQUISITION D'UN TRACTEUR AUTONOME
POUR LA REALISATION D'ITINERAIRES
AGROECOLOGIQUES**

LOT 3

Centre de Recherches INRAE Clermont-Auvergne-Rhône-Alpes

ARTICLE 1 - OBJET DU MARCHE

Le présent marché porte sur l'acquisition d'un véhicule autonome dans le but d'animer des agroéquipements afin de réaliser des itinéraires agroécologiques innovants en grandes cultures. Le déploiement des principes de l'agroécologie à grande échelle nécessite de pouvoir agir de façon discriminée, précise et fréquente sur les cultures, aussi, l'exploitation d'un véhicule autonome apparaît comme un levier prometteur, qu'il convient de développer. Une telle approche nécessite de nombreuses avancées, tant au niveau de la définition de pratiques culturales nouvelles, que de développements robotiques.

Ce véhicule autonome rejoindra le vivarium de robots du roboterrium mis en œuvre dans le cadre de l'infrastructure pour la recherche d'excellence en robotique ([TIRREX](#)).

L'objectif de cette plateforme est d'engager des travaux de recherche dans le domaine de la robotique en milieux tout-terrains dans un environnement agricole. Elle vise à développer des recherches notamment sur la navigation, la perception et la commande de robots, la reconnaissance et l'interaction avec des conditions environnementales et pédoclimatiques évolutives ainsi qu'avec la présence humaine, la coopération entre robots... Sans être pour autant exclusive, l'application de solutions robotiques aux besoins des itinéraires agroécologiques en grandes cultures est dans un premier temps privilégié. Les premiers travaux avec ce véhicule porteront sur la réalisation d'un itinéraire technique agroécologique mis en œuvre au sein de l'exploitation agricole de notre unité de recherche.

ARTICLE 2 – TYPE DE PROCEDURE

Cette consultation est passée selon une procédure formalisée en application de l'article L2124-2 de l'ordonnance n°2018-1074 du 26 novembre 2018 portant partie législative du code de la commande publique et de l'article R2124-2 du décret 2018-1075 du 3 décembre 2018 portant partie réglementaire du code de la commande publique.

ARTICLE 3 – DESCRIPTION DU BESOIN

3.1 Marché de Base : Spécifications techniques

Il s'agit de disposer d'un véhicule autonome dont la conception et l'exploitation des systèmes soit suffisamment ouverte pour tester et développer nos algorithmes sur le haut niveau au moyen d'un PC embarqué sous ROS2 et de nos capteurs ainsi que tous les capteurs présents sur le robot. Les principales fonctions telles que le contrôle de la direction du véhicule, la gestion de la vitesse de déplacement, les positions des relevages avants et arrières, les fonctionnalités des systèmes hydrauliques avants et arrières ainsi que des prises de puissances mécaniques (prises de force) avants et arrières doivent être contrôlables avec des délais d'exécution de commande en adéquation avec les exigences des réalisations et des travaux conduits en robotique en temps réel.

Des exemples pertinents de délais d'exécution de commandes applicables aux relevages, aux systèmes hydrauliques ainsi qu'aux prises de force devront être fournis.

Nous souhaitons également avoir l'accès en temps réel à l'ensemble des capteurs présents sur le robot, les spécifications métrologiques des capteurs devront être fournies.

La ou les méthodes permettant d'accéder aux fonctionnalités du tracteur afin de pouvoir y réaliser les développements nécessaires devront être décrites.

Le recueil de l'ensemble des données provenant des capteurs du véhicule (proprioceptifs et

extéroceptifs) ainsi que toutes les informations instantanées disponibles sur l'état du véhicule doivent être faites. Ces données doivent être synchronisées et stockées au minimum sur 8h et disponibles au minimum pendant 78h. La liste exhaustive de ces données pouvant être recueillies devra être fournie, l'accès aux consommations d'énergie du tracteur est une information importante.

Il devra également être proposée l'intégralité des équipements et/ou des solutions hardware et/ou software disponibles permettant d'assurer tous les paramétrages ou configurations des fonctionnalités des différents modes de fonctionnements (interface utilisateur, équipements de planification, logiciel...).

Le tableau ci-dessous reprend les spécifications techniques attendues dans le cadre de ce marché :

Contrôles		Critères
Interface de commande		ROS2 de préférence ou UDP/CAN
Contrôle minimum angle de lacet		$\pm 0,2^\circ/\text{s}$
Délais max d'exécution de la commande sur la vitesse		2s $\pm 50\%$
Délais max d'exécution de la commande sur la direction		500ms $\pm 50\%$
Temps d'établissement de la vitesse de lacet sur bitume		500ms $\pm 50\%$ avec une vitesse d'avance de 0,5m/s $\pm 0,1^\circ/\text{s}$
Capteurs embarqués		Caractéristiques
3 Prises d'alimentation dans la cabine pour nos capteurs		12V-24V-48V Puissance max > 1000 W
Odométrie		Résolution angle braquage 0,05° $\pm 20\%$
		Résolution vitesse linéaire : 0,005m/s $\pm 20\%$
Formation		
Site INRAE de Montoldre Domaine des Palaquins, 03150 Montoldre.		10 personnes
Performances		
Puissance nominale du moteur		150 hp/110 kW $\pm 3,5\%$
Relevage avant		
Prise de force avant		
Distributeurs auxiliaires avants		
3eme point hydraulique avant		
3eme point hydraulique arrière		
Masses d'équilibrage		
Abonnements et prestations si nécessaire pour la réalisation des tâches autonomes		
Abonnements	Exemple : logiciel avec toutes les options disponibles sur 10 ans	
Prestations	Exemple : arpentage des parcelles sur le site de Montoldre	

Les spécifications techniques assurant la sécurité et l'intégrité de la machine devront être décrites et expliquées.

La liste suivante énumère les agroéquipements disponibles sur notre exploitation agricole INRAE de Montoldre. Cette liste devra être reprise afin d'identifier les agroéquipements que nous pourrons utiliser de façon autonome avec le tracteur proposé.

Le tableau ci-dessous liste les agroéquipements disponibles sur notre exploitation agricole.

Agroéquipements à animer	Puissances nécessaires (hp)
Rouleau frontal Front Pakker	150
Andaineur de GA4311GN4	80
Faucheuse GMD 315-FF	125
Herse étrille avec semoir petite graine	80
Remorque Brimont Agro	75
Bineuse Pottinger FLEXCARE V 4700 9912	110
Broyeur Agram TS Prairial TS 280	80
Cultilight	80
Broyeur Desvoys BH Master-field Mixte	110
Fraises rotatives KUHN EL 92-205	90
Rouleau HEVA 6m TR 6,3	110
Épandeur de fumier Hewang SH 45/80	110
Tonne à lisier Pichon TSI8100/E=6	125
Semoir Venta LC 302	140
Vibroculteur Quivigne VR	110
Semoir Monoseme NG plus M-12R	150
Fraise rotative Rau CT/1830	110
Rouleau	80
Vibroflex	100
Kockerling Allrounder 400 Classic	160
Distributeur d'engrais Sulky X44	100
Charrue Kuhn Multimaster	150

3.2 Prestations Supplémentaires Eventuelles Obligatoires (PSEO)

- PSEO 1 : ISOBUS : Accès à tout l'ISOBUS avec le matériel nécessaire et une formation pour 10 personnes sur site INRAE de Montoldre

Le chiffrage des prestations supplémentaires éventuelles obligatoires (PSEO) est impératif. À défaut de chiffrage de l'une ou l'autre des PSEO demandées, l'offre sera déclarée irrégulière et rejetée conformément à l'article R.2152-2 du Code de la commande publique.

3.3 Prestations Supplémentaires Éventuelles Facultatives

- PSF 1 : Monte de pneumatique garantissant la protection des sols

ARTICLE 5 - CALENDRIER DE LIVRAISON

Le délai de livraison est de 10 mois, il est fixé à ***l'article 6 de l'acte d'engagement***. L'admission du matériel sera réalisée maximum 2 mois à compter de la date de livraison.

ARTICLE 6 - ASSISTANCE TECHNIQUE ET SAV

6.1 Installation - Vérification

Le matériel livré sera installé et mis en service par le titulaire en présence d'agents INRAE. Cette mise en service aura pour but de vérifier le respect des spécifications fournisseurs. Une procédure détaillée sera donc fournie par le fournisseur. Une formation des utilisateurs sera assurée par le fournisseur. Une tâche agricole autonome sur 0,5ha avec un outil de préparation du sol puis avec semoir en plein champ devra être réalisée.

6.2 Maintenance - Garantie

Le matériel livré devra bénéficier d'une garantie commerciale (pièces et main d'œuvre) de 12 mois minimum, incluant l'intégralité des frais de transport, qui prendra effet à compter de la l'admission du matériel.

La durée et conditions de garantie sont indiquées à l'article 7 de l'acte d'engagement.

A Theix, le 21/08/202