

Cahier des clauses techniques particulières

**Acquisition d'un dispositif de production
d'hydrométéores artificiels et équipements associés
(4 lots)**

Juillet 2025

SOMMAIRE

Avant-propos	4
1 Lot 1 - Dispositif sur le toit d'un véhicule.....	5
1.1 Éléments techniques	5
1.1.1 Fonctionnalités attendues du système.....	5
1.1.2 Conditions d'utilisation.....	5
1.1.3 Spécifications.....	5
1.1.4 Étalonnage, calibrage et maintenance.....	5
1.2 Livraison, installation et documentation	6
1.3 Garantie.....	6
2 Lot 2 - Dispositif mobile composé de plusieurs perches	7
2.1 Caractéristiques mécaniques	7
2.1.1 Généralités.....	7
2.1.2 Remorque de transport.....	7
2.2 Système hydraulique.....	8
2.2.1 Généralités.....	8
2.2.2 Citerne souple.....	9
2.2.3 Pompe et périphériques.....	9
2.2.4 Collecteur.....	9
2.2.5 Tuyaux d'alimentation des perches.....	10
2.2.6 Perches.....	10
2.3 Système électrique et contrôle/commande.....	11
2.3.1 Alimentation.....	11
2.3.2 Boîtier de contrôle.....	11
2.3.3 Ordinateur de contrôle.....	12
2.4 Livraison, installation et documentation	13
2.5 Garantie.....	13
3 Lot 3 – Mannequins EuroNCAP articulés.....	14
3.1 Éléments techniques	14
3.1.1 Fonctionnalités attendues du système.....	14
3.1.2 Conditions d'utilisation.....	14
3.1.3 Spécifications.....	14
3.1.4 Étalonnage, calibrage et maintenance.....	14
3.2 Livraison, installation, formation et documentation.....	14
3.3 Garantie.....	15
4 Lot 4 - Caméra hyperspectrale	16
4.1 Éléments techniques	16

4.1.1	Technologie d'acquisition de la caméra	16
4.1.2	Gamme spectrale de la caméra	16
4.1.3	Résolution spectrale et résolution spatiale de la caméra	16
4.1.4	Champ de vision de la caméra	16
4.1.5	Temps d'intégration et fréquence d'acquisition	16
4.1.6	Calibration de la caméra	16
4.1.7	Connectique et système d'acquisition de données de la caméra	16
4.1.8	Logiciel de pilotage/acquisition sur système Windows de la caméra	17
4.1.9	Environnement d'utilisation de la caméra	17
4.1.10	Spécifications techniques de la cible calibrée en réflectance	17
4.2	Livraison, installation, formation et documentation	17
4.3	Garantie	18

AVANT-PROPOS

Dans le cadre de ses travaux de recherche, l'équipe de recherche Systèmes de transport intelligents (STI) du Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement (Cerema) prend part au contrat de plan État-Région Auvergne Rhône-Alpes 2022-2027. Ce contrat de plan s'est notamment engagé dans le financement du projet MODE : Mobilité Durable, du CPER 2022-27, dont un des axes principaux concerne la mobilité automatisée. Celle-ci est au cœur de l'évolution du secteur de la mobilité. Elle sous-tend entre autres un défi majeur lié à la sécurité. Celui-ci peut être abordé selon l'approche par scénarios de conduite, incluant des scénarios par simulation numérique avec prise en compte de conditions météorologiques dégradées. Dans ce cadre, le Cerema porte l'action MACD : Mobilité Automatisée en Conditions Dégradées du projet MODE, action qui met en étroite synergie l'Université Clermont Auvergne (UCA), l'INRAE et le Cerema.

L'action MACD contribue :

- à l'évaluation de briques de navigation autonome en dynamique sous conditions météorologiques dégradées et contrôlées ;
- au développement de briques de simulation numérique de l'effet de perturbations météorologiques sur des capteurs optiques embarqués (caméra).

L'ensemble des moyens matériels requis pour atteindre ces objectifs font l'objet du présent cahier des charges. Pour évaluer la navigation autonome dans des conditions dynamiques sur des pistes ou plus généralement sur des sites extérieurs, le présent marché prévoit l'acquisition d'un système de production de brouillards et pluies artificiels contrôlés qui se déclinera en :

- un dispositif installé sur le toit de tout type de véhicule permettant de pulvériser des hydrométéores venant perturber les fonctions perceptives d'un véhicule automatisé suiveur ;
- un dispositif composé de plusieurs perches équipées d'injecteurs permettant la production d'hydrométéores via des pompes et compresseurs. Ce dispositif pourra être utilisé sur pistes mais également sur des sites agricoles moins propices à l'emploi du premier dispositif ;
- deux mannequins EuroNCAP (The European New Car Assessment Programme) dont l'un est articulé au niveau des bras, des jambes et de la tête et dont les mouvements sont pilotables pour évaluer des fonctions de détection et reconnaissance d'usagers vulnérables sous conditions météorologiques dégradées produites notamment par les dispositifs cités précédemment.

Le développement de briques de simulation numérique sur les perturbations météorologiques vis-à-vis des capteurs optiques est une nécessité. Celle-ci requiert une confrontation avec des mesures physiques en luminance de scènes routières vues par les capteurs optiques du véhicule. Dans ce cadre, une caméra hyperspectrale vient compléter les équipements cités précédemment. Cette caméra permettra d'évaluer finement les modélisations de propagation électromagnétique en milieu diffusant au cœur des simulateurs de capteurs perceptifs.

Le présent marché est décomposé en quatre lots correspondant aux quatre équipements décrits précédemment. Les clauses techniques particulières sont fournies pour chacun des lots dans la suite du présent document.

Pour chacun des lots, le soumissionnaire, en sa qualité de professionnel averti et compétent dans son domaine, a un devoir de conseil et est tenu de respecter les règles de l'art. À ce titre, il doit s'assurer que l'ensemble des prestations nécessaires à la bonne exécution du marché sont bien prises en compte. Si, à la lecture du cahier des charges, il identifie des omissions ou des éléments indispensables non explicitement mentionnés, il doit impérativement en informer le pouvoir adjudicateur et intégrer les éléments dans son offre afin de garantir un résultat conforme aux exigences du marché.

1 LOT 1 – ACQUISITION D'UN DISPOSITIF SUR LE TOIT D'UN VÉHICULE

Cette partie présente les fonctionnalités et dispositions techniques du dispositif de production de pluie pouvant être placé sur le toit d'un véhicule en mouvement.

1.1 Éléments techniques

1.1.1 Fonctionnalités attendues du système

Le dispositif doit permettre la projection d'eau à partir d'un véhicule en mouvement placé devant un autre véhicule test afin de simuler une pluie impactant le véhicule test. Ce système doit pouvoir être fixé et retiré facilement et rapidement sur n'importe quel type de véhicule de tourisme ou petit utilitaire. Le système devra pouvoir produire une pluie a minima pendant 60 secondes sans interruption. Le système ne devra pas être trop lourd également pour pouvoir être adaptable sur n'importe quel type de véhicule.

1.1.2 Conditions d'utilisation

Le système de production pourra être utilisé aussi bien en milieu intérieur (plateforme PAVIN Météo extrême du Cerema) qu'en extérieur sur pistes ou routes ouvertes.

Le système devra être d'installation et désinstallation rapide afin d'être déplaçable et interchangeable entre différents véhicules.

Le système de production devra supporter des conditions d'humidité extrêmes (20 % à 100 %) et des projections d'eau directes (étanchéité, traitement anticorrosion, etc. sont à prévoir). Le titulaire explicitera les techniques employées et se référera aux normes européennes en vigueur.

La température d'utilisation devra couvrir la gamme de 5°C à 40°C a minima.

1.1.3 Spécifications

Le titulaire précisera le fonctionnement du système dans le mémoire en mentionnant les éléments suivants, de manière directe ou indirecte par calculs simples :

- volume d'eau emporté dans le véhicule ;
- durée maximale d'utilisation avec la capacité définie par ce volume ;
- réglages proposés sur les débits d'eau projetée et temps d'utilisation associés au regard de la capacité du volume d'eau embarqué ;
- vitesses minimale et maximale du véhicule embarquant le dispositif.

Le titulaire précisera la décomposition du système en diffuseurs (type, marque, documentation technique), intensité de pluie utilisable (plage possible), plage de pression utilisable, vitesse du véhicule en mouvement, câbles de liaison, alimentations nécessaires en électricité (tension, intensité, nombre et type de prises).

Les équipements pourront supporter les variations d'une source d'énergie de tension nominale 230 volts (+/-10%) et de fréquence nominale 50 Hz \pm 2%. Il sera précisé si un transformateur est utilisé pour l'alimentation depuis la batterie du véhicule porteur. Le cas échéant, les caractéristiques du transformateur seront fournies. Si le système utilise une batterie, l'autonomie ainsi que le temps de recharge seront précisés.

Le dispositif doit fonctionner sur un véhicule pouvant atteindre la vitesse de 120 km/h.

1.1.4 Étalonnage, calibrage et maintenance

Le titulaire indiquera les procédures de contrôle en service permettant d'assurer l'entretien, la maintenance et le calibrage du matériel.

En prestation supplémentaire, s'il existe, le titulaire délivrera avec le matériel un kit de contrôle en service. Dans le cas où ce type de kit ne serait pas disponible, le titulaire proposera une procédure permettant de vérifier le calibrage du matériel. Il précisera la périodicité à laquelle devra être effectué ce contrôle ainsi que le cas échéant l'organisme chargé de ces vérifications ainsi que l'estimation du coût engendré.

1.2 Livraison, installation, formation et documentation.

Le titulaire assurera la livraison, l'installation et la formation pour l'utilisation du système sur le site du Cerema Centre-Est, 8 rue Bernard Palissy à Clermont-Ferrand. Les délais de livraison et la durée d'installation sont à préciser dans la réponse écrite du titulaire, dans la limite du délai de 5 mois maximum décrit au CCAP.

Le titulaire devra dispenser une formation complète pour 4 utilisateurs au minimum, et produire un manuel utilisateur, décrivant :

- les principes de fonctionnement ;
- l'utilisation de l'appareil, y compris l'installation et le démontage avec le switch entre 2 véhicules ;
- l'utilisation du logiciel de pilotage ;
- l'interprétation des données stockées ;
- la maintenance ;
- le calibrage ;

Le manuel utilisateur sera fourni dans tous les cas.

1.3 Garantie

La garantie couvrira l'ensemble pièces et main d'œuvre pour au moins la première année à partir de la date de mise en service. Pendant cette période, le titulaire s'engage à effectuer, sans les facturer, toutes les opérations qui s'avèreraient nécessaires pour le fonctionnement optimal du système. Les délais d'intervention ne devront pas excéder 72 heures et dans le cas où l'indisponibilité de l'appareillage serait supérieure à 10 jours, le titulaire mettra à disposition un appareillage de remplacement strictement équivalent.

Cette garantie ne s'applique pas en cas de dérangements dus à une cause extérieure : accident, incendie, inondation, foudre, intervention non autorisée par une personne étrangère au Cerema.

2 LOT 2 – ACQUISITION D'UN DISPOSITIF MOBILE COMPOSÉ DE PLUSIEURS PERCHES

Le présent lot porte sur la fourniture d'un système de production d'hydrométéores transportable décrit ci-après. Le Cerema devra donner son visa sur les plans d'exécution avant le démarrage du montage du système transportable.

Ce système, présenté sur la Figure 1, est composé d'un ensemble de perches, qui sont connectées à un collecteur. Les perches sont réglables en hauteur, par tronçons de 1m, et comportent à leur extrémité un adaptateur pour des diffuseurs. Le collecteur est mis en charge par une pompe asservie par un ordinateur portable de contrôle (fourni avec le système), via des modules de conversion numérique-analogique Modbus. Un ensemble de citernes souples pliables est aussi fourni pour l'alimentation en eau. Le système peut être utilisé sur un site sans alimentation électrique grâce à un groupe électrogène compatible en puissance et fourni avec le système. L'ensemble du système peut être rangé dans une remorque de transport fournie. Tous ces éléments sont détaillés dans les parties suivantes.

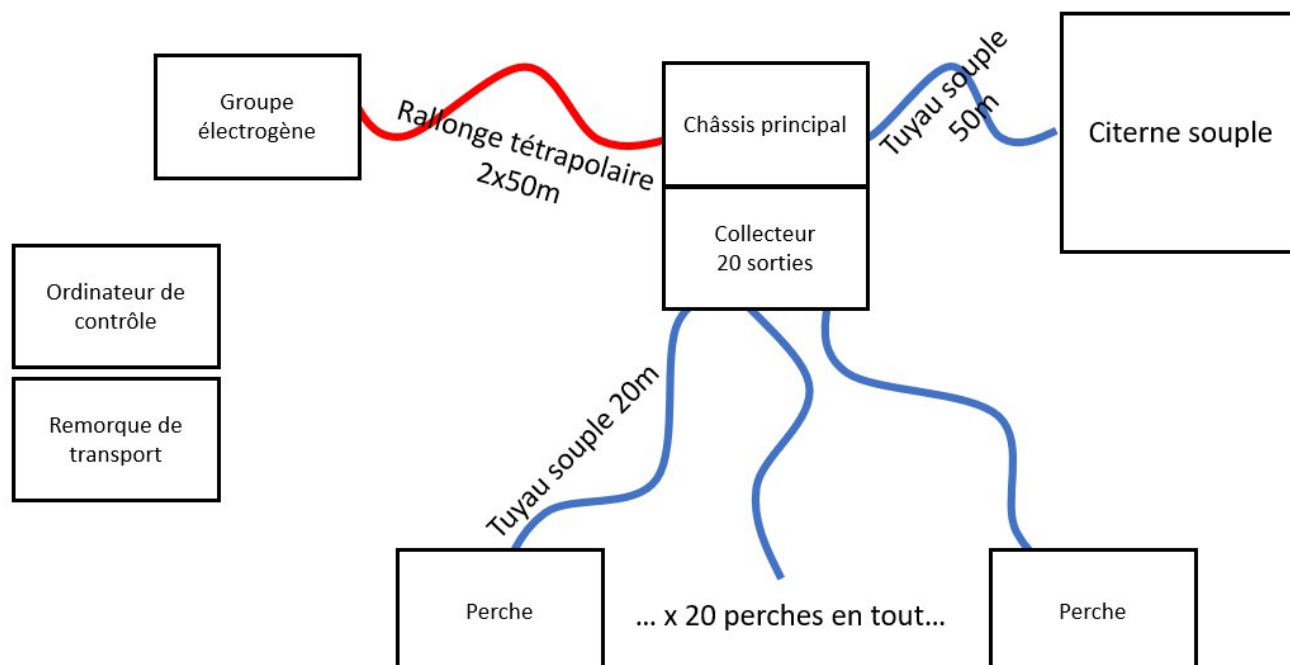


Figure 1: Schéma de principe général du système transportable

2.1 Caractéristiques mécaniques

2.1.1 Généralités

Les éléments hydrauliques principaux (pompe, électrovannes, débitmètre...) et le boîtier électrique de contrôle (contenant sécurité électrique et contrôle Modbus) sont assemblés sur un châssis muni de roulettes de transport adaptées aux poids supporté et aux surfaces de type enrobés granuleux, voire tout venant compacté. Le collecteur hydraulique peut être sur ce même châssis ou indépendant. S'il est indépendant, il est aussi muni de roulettes (idem que précédemment) si son poids dépasse 25 kg. Dans ce dernier cas, la liaison hydraulique entre le châssis de la pompe et le collecteur doit être sous forme de raccords rapides. Les différents éléments cités dans cette partie sont définis en détail dans les parties suivantes. Les dimensions du châssis doivent permettre de charger ce dernier dans la remorque fournie. Le châssis doit être en matériau inoxydable.

2.1.2 Remorque de transport

Il sera fourni une remorque permettant de transporter tout ou partie du système de production. Cette remorque sera de type Moiroud type TR6000 bâchée ou techniquement équivalent (voir Figure 2). La remorque doit être fournie avec des réhausses permettant d'atteindre une hauteur de retenue de 100 cm minima. Une bâche compatible avec la remorque et des rampes de chargement alu doivent aussi être fournies. Les rampes serviront pour faire monter le châssis principal dans la remorque. La remorque doit avoir une largeur intérieure de 125 cm minima. Les roues doivent être extérieures à la caisse. Elle doit comporter un timon articulé avec anneau, une roue de secours avec équipements de dépannage (cric hydraulique...), et une roue jockey avant.

Les dimensions et charge utiles sont à définir en fonction du poids et volume des équipements proposés, la remorque doit cependant être compatible avec un permis B voire EB. A noter que le poids total des équipements peut dépasser le poids autorisé de la remorque. Dans ce cas Il sera alors prévu par le Cerema un second véhicule de transport (type break/fourgon) lors des déplacements. Le véhicule qui tractera la remorque sera de type fourgon utilitaire master ou 4*4 Ford Ranger d'un PTRA de 6t.



Figure 2: Aperçu du type de remorque souhaitée

2.2 Système hydraulique

2.2.1 Généralités

Le système hydraulique fonctionne à une pression de service allant de 0,5 à 6 bars. Il suit le schéma de principe présenté sur la Figure 3. L'ensemble des tuyaux pvc détaillés par la suite est de type Gardena Confort HighFlex ou techniquement équivalent. La prestation comprend toutes les sujétions de mise en œuvre et de raccordements hydraulique, électrique et de commande.

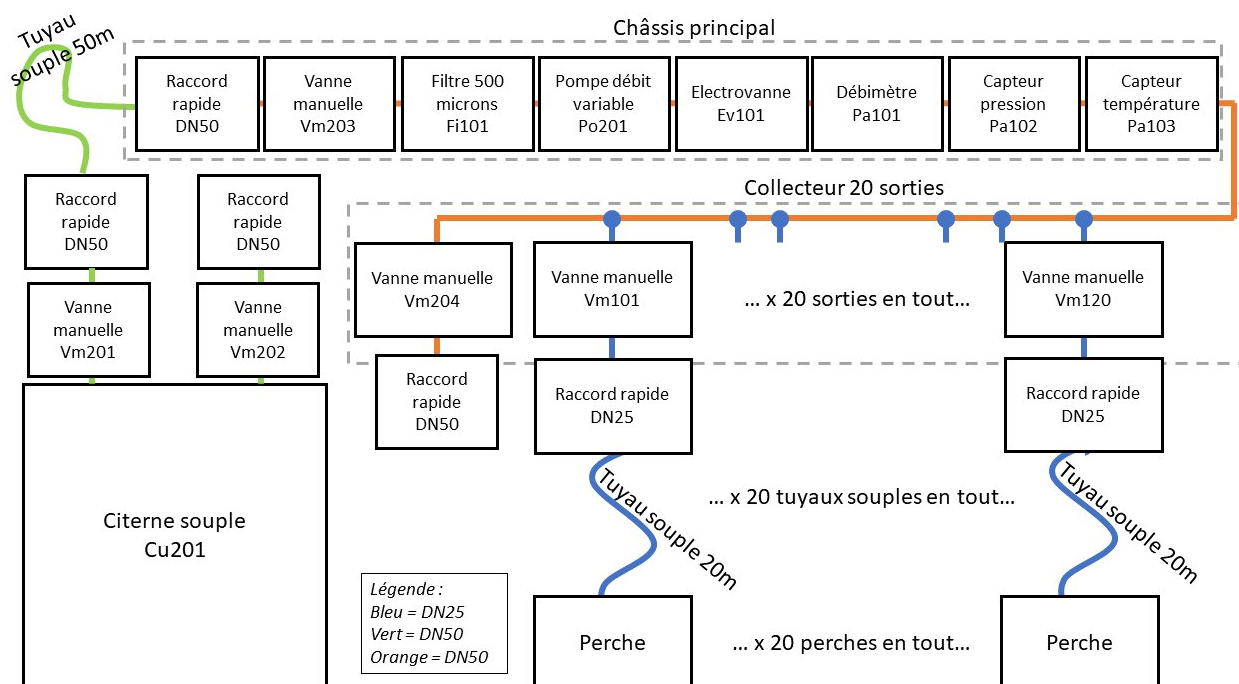


Figure 3: Schéma hydraulique du système de production d'hydrométéores transportable.

2.2.2 Citerne souple

Le présent lot devra permettre la fourniture de deux citernes souples de 2000 L chacune (Cu201 en double). Elles présenteront une entrée et une sortie chacune, munies de vannes manuelles (Vm201 et Vm202) et de raccords rapides en DN50. Avec les citernes sera fourni un seul tuyau souple/enroulable DN50 (citerne-pompe), d'une longueur de 50 m.

Pour le remplissage, le système doit permettre deux méthodes alternatives :

- par une alimentation réseau de ville. Un adaptateur pour le raccord rapide du tuyau d'alimentation DN50 vers du 3/4 pouce fileté femelle doit être fourni pour cela.
- en utilisant la pompe depuis une réserve vers la citerne, via la vanne Vm204 du collecteur (pas de production de pluie à ce moment-là). Pour répondre à ce dernier cas, un tuyau compatible avec l'aspiration de DN50 de 20m est fourni par le présent lot.

Finalement, un tuyau souple/enroulable DN50 de longueur 5 m avec raccords rapides doit aussi être fourni pour raccorder « en série » les deux citernes ensemble et permettre ainsi une réserve d'eau totale de 4000 L.

2.2.3 Pompe et périphériques

La pompe à fournir avec le système doit être de type LOWARA 10SV06F022T ou techniquement équivalente. Elle est munie d'un variateur de fréquence. Elle est fixée sur le châssis principal et elle est raccordée électriquement au boîtier de contrôle via le variateur de fréquence. Le variateur de fréquence peut être commandé en 4-20 mA. Le débit total maximal estimé est de 12 m³/h. La pression pourra varier de 0,5 à 6 bars (selon le type de diffuseur pluie ou brouillard installés sur les perches).

En amont de la pompe, un filtre 500 microns (Fi101), de marque SOFISE ou techniquement équivalent, sera fourni et installé sur le châssis. Il doit permettre d'avoir une perte de charge maximale de 0,2 bar au débit maximum de 12 m³/h. De même une vanne manuelle Vm203 sera fournie et posée.

En aval de la pompe, seront fournis et posés : une électrovanne Ev101, un débitmètre Pa101, un capteur de pression Pa102, et un capteur de température Pa103.

L'élément Ev101 est une électrovanne variable (type papillon ou boule) pour affiner la régulation débit / pression (en complément du variateur de la pompe). Cette électrovanne est pilotée en 4-20 mA ou 0-10 V.

L'élément Pa101 est un débitmètre ayant une sortie en 4-20 mA. Sa plage de mesure de 0 – 12 m³/h. Pour exemple, les modèles in-line de chez Burkert peuvent convenir ou techniquement équivalents.

L'élément Pa102 est un manomètre à sortie 4-20 mA. Sa plage de mesure doit être de 0 à 6 bars. Pour exemple, un modèle de type VEGABAR de la marque VEGA peut convenir, ou technique équivalente.

L'élément Pa103 est un capteur de température, composé d'un raccord doigt de gant dans lequel sera insérée une sonde Pt100. La sonde Pt100 comportera au minimum 3 fils, et elle sera reliée au coffret électrique par un câble blindé indépendant, sur bornier.

L'ensemble des éléments seront raccordés hydrauliquement et supportés sur le châssis, avec des matériaux inoxydables, le diamètre du réseau est DN50.

2.2.4 Collecteur

Le présent lot devra la fourniture et pose d'un collecteur prévu pour 20 sorties. Chaque sortie consiste en un raccord rapide + une vanne manuelle indépendante (Vm101 à Vm120), de diamètre DN25. Le collecteur est estimé en DN50. Le collecteur a aussi en sortie finale une vanne (Vm204) en DN50. Ce

collecteur peut être sur le même châssis que la pompe ou sur un châssis indépendant. S'il est indépendant, il est aussi muni de roulettes si son poids dépasse 25kg. Dans ce dernier cas, la liaison hydraulique entre le châssis de la pompe et le collecteur doit être sous forme de raccords rapides. Tous les éléments du collecteur, et de son supportage doivent être en matériaux inoxydables.

2.2.5 Tuyaux d'alimentation des perches

Fourniture de 20 tuyaux en PVC de diamètre 19 mm intérieur et 25 mm extérieur et d'une longueur unitaire de 20 m minimum avec raccord rapide coté perche et coté collecteur. Il faut fournir également 20 raccords union rapide pour cumuler les tuyaux bout à bout. Les raccords rapides et raccords unions doivent être métalliques (plastique refusé).

2.2.6 Perches

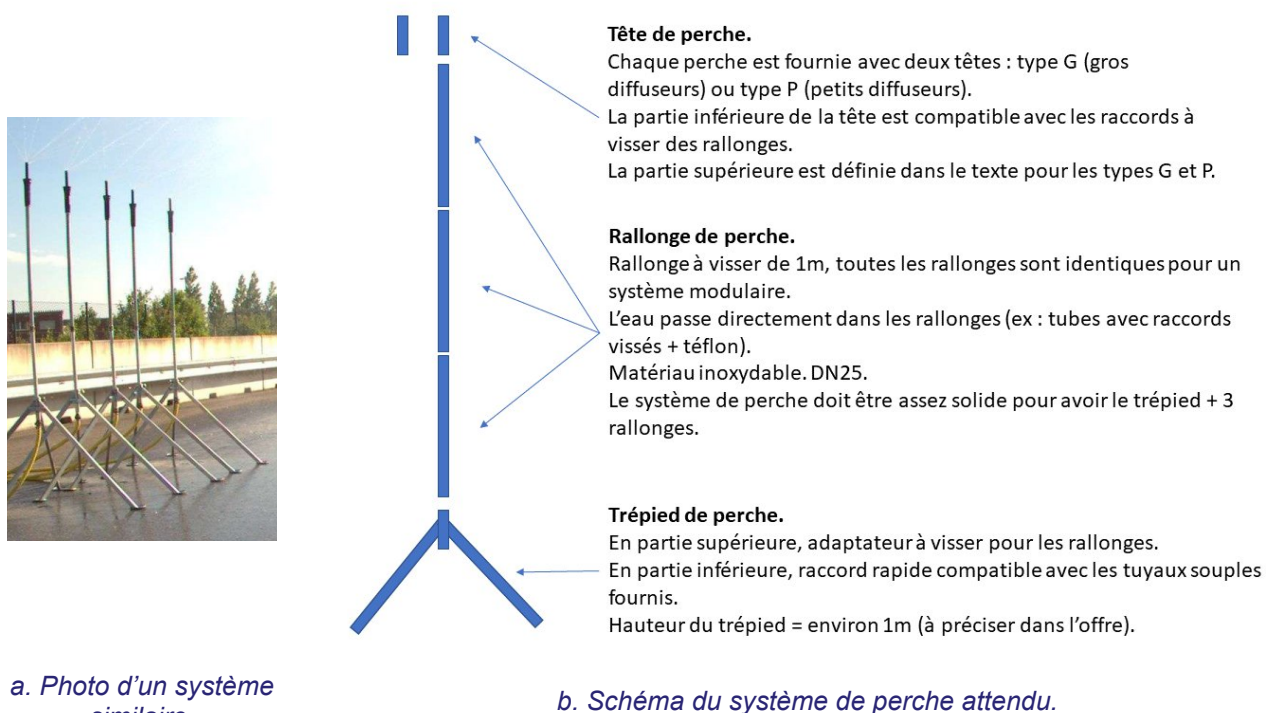


Figure 4 : Principe constructif d'une perche

Les perches sont de type tripod, comme le montrent la Figure 4.a. et la Figure 4.b. Le montant vertical de la perche fait office de tube d'alimentation en eau. Au bas de ce tube est présent un raccord rapide pour tuyau PVC. En haut de ce tube, est présent une tête permettant le raccord de différents types de diffuseurs de type G (gros) et P (petits). Sur la tête, doivent être présents des raccords femelles dont les diamètres sont définis dans la partie suivante.

Le présent marché concerne la fourniture de 20 perches, soit 20 tripods et 60 rallonges de 1 m (les rallonges sont interchangeable entre elles). Il faudra aussi 20 têtes adaptatrices type G et 20 têtes adaptatrices type P, munies chacune de diffuseurs décrits ci-après.

Têtes adaptatrices type P : tête permettant la fixation de 4 diffuseurs de type IKEUCHI "1/4M KB 80 22N S303" ou techniquement équivalent. En particulier, la pression minimale admissible, le débit, la taille des gouttes ainsi que le diamètre d'orifice doivent parfaitement correspondre. Les diffuseurs doivent être orientés à 45° de la verticale, tous dans le même plan horizontal (comme le montre la Figure 5). La fourniture des 80 diffuseurs de type IKEUCHI "1/4M KB 80 22N S303" ou techniquement équivalent est à la charge du présent lot.

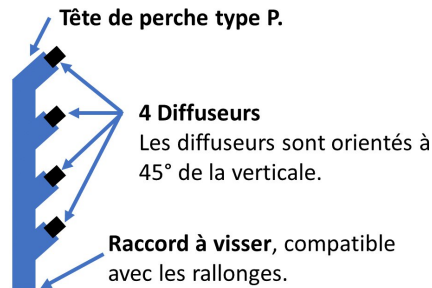


Figure 5 : Tête de perche de type P.

Têtes adaptatrices type G : tête permettant la fixation des adaptateurs RAINBIRD « Tuyère pour diffuseur pluie 1804 SAM ». Avec les têtes, les adaptateurs RAINBIRD « Tuyère pour diffuseur pluie 1804 SAM » ou techniquement équivalent sont à fournir et deux jeux de diffuseurs également :

- diffuseurs à zone de production rectangulaire, RAINBIRD MPR Série 15 9SST ou techniquement équivalent.
- diffuseurs à zone de production circulaire, RAINBIRD 18 VAN ou techniquement équivalent.

L'ensemble des matériaux utilisés pour les perches doivent être inoxydables.

2.3 Système électrique et contrôle/commande

2.3.1 Alimentation

Le système est alimenté en triphasé 400 Vac (intensité à valider, en particulier en fonction de la pompe retenue dans l'offre). Un groupe électrogène compatible avec le système (tension et puissance) est fourni pour permettre une utilisation en cas d'absence d'alimentation électrique sur le site d'essai (piste d'essai ou route). Le groupe électrogène devra a minima avoir une puissance de sortie de 4500 VA, et des sorties en triphasé 400 VAC et en monophasé 230 VAC. Le système se branche via un câble d'alimentation fourni, de longueur 3m. Le système est aussi fourni avec deux rallonges de 50 m.

2.3.2 Boîtier de contrôle

Le boîtier de contrôle rassemble l'ensemble des éléments électriques de contrôle et de sécurité. Il est fixé au châssis principal et possède un indice de protection IP55 au minimum. Compris fourniture, pose et raccordement électrique depuis et dans boîtier de contrôle aux différents éléments identifiés. La Figure 6 présente un schéma du coffret de contrôle, avec les principaux éléments. Dans le boîtier sont présents et à la charge du présent lot, la fourniture et le câblage des éléments de sécurité électrique : disjoncteurs, interrupteurs différentiels, bouton d'arrêt d'urgence en façade du coffret, protection électrique de la pompe et des organes du système, protection des personnes. Le boîtier présente aussi toutes les alimentations nécessaires des différents organes, ainsi qu'une prise de courant 230 VAC/16 A en façade du tableau. Cette prise servira pour brancher l'ordinateur de contrôle. L'ensemble des capteurs seront alimentés électriquement sur un circuit protégé par un disjoncteur dédié.

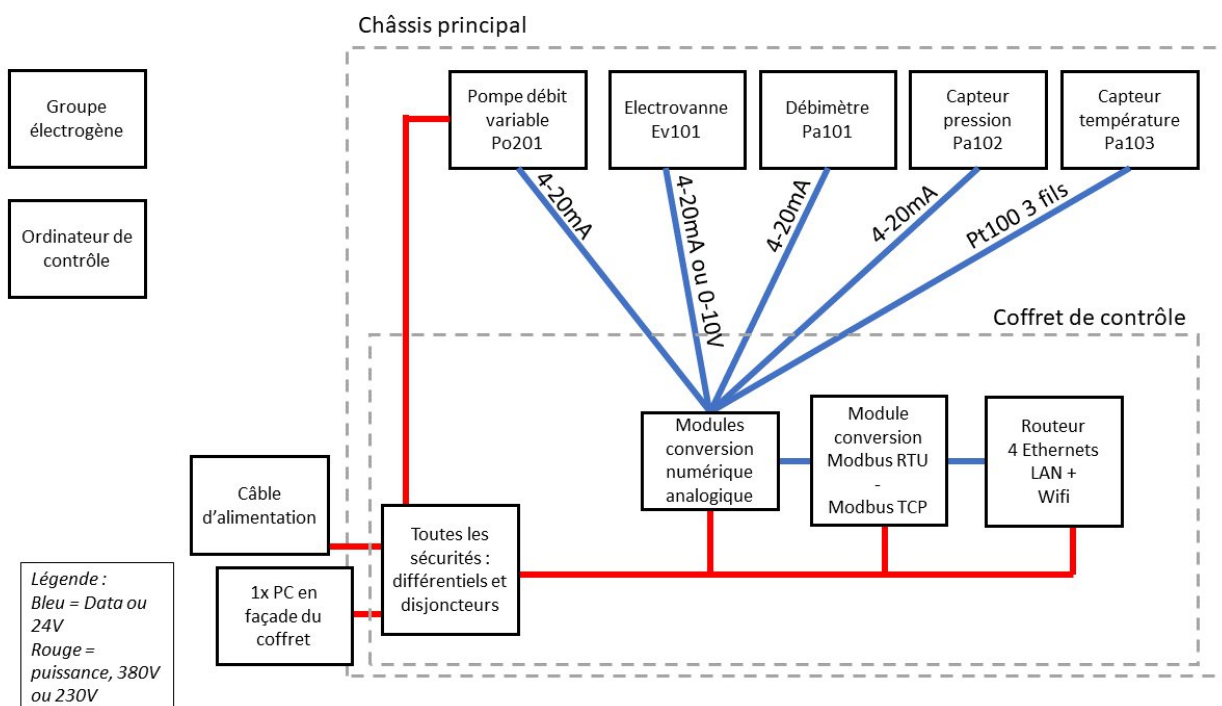


Figure 6 : Schéma de principe électrique du système.

Pour la partie contrôle/commande, le boîtier de contrôle intègre un ensemble de modules MODBUS RS485, ainsi que leur alimentation électrique. Les modules MODBUS RS485 doivent être de type PROMUX (marque Procon Electronics) ou techniquement équivalent. Pour la communication, les modules MODBUS RS485 sont raccordés sur la même ligne de bus à une passerelle RTU/TCP, elle-même connectée à un routeur avec wifi et 4 ports Ethernet (dont l'alimentation est aussi assurée par le boîtier de contrôle).

Les modules MODBUS RS485 doivent comporter a minima :

- 1 entrée Pt100 (1x Module PROMUX 6RTD ou techniquement équivalent)
- 4 entrées 4-20 mA (1x Module PROMUX 8AI ou techniquement équivalent)
- 1 sortie 0-10 V (1x Module PROMUX 8VO ou techniquement équivalent)
- 1 sortie 4-20 mA (1x Module PROMUX 8AO ou techniquement équivalent)

La passerelle RTU-TCP est de type MOXA MGate MB3180 ou techniquement équivalent.

Le routeur Wifi/Ethernet est de type ASUS RT-AX57 ou techniquement équivalent.

Les plans électriques du boîtier de contrôle, ainsi que toutes les documentations techniques des appareils, seront fournis avec le système.

2.3.3 Ordinateur de contrôle

Afin de piloter le système, un ordinateur de contrôle sera fourni avec ce dernier.

L'ordinateur sera équipé de Windows 11 Pro.

Il présentera a minima les caractéristiques suivantes :

- Intel Core i7 ou i9, 12ème génération ou supérieur
- 16 Go de RAM
- Disque dur SSD 512 Go
- Carte graphique NVIDIA GeForce RTX 3050 ou supérieur
- Wifi

Il sera livré avec son chargeur secteur, un adaptateur Ethernet s'il n'a pas de connectique Ethernet native, et un câble Ethernet de 50m dont la catégorie sera précisée.

2.4 Livraison, installation et documentation

Le titulaire assurera la livraison et l'installation pour l'utilisation du système sur le site du Cerema Centre-Est, 8 rue Bernard Palissy à Clermont-Ferrand. Les délais de livraison et la durée d'installation sont à préciser dans la réponse écrite du titulaire dans la limite du délai de 5 mois maximum décrit au CCAP.

Le titulaire devra fournir l'ensemble de la documentation technique des différents organes du système ainsi que des plans détaillés des systèmes hydraulique et électrique.

2.5 Garantie

La garantie couvrira l'ensemble pièces et main d'œuvre pour au moins la première année à partir de la date de mise en service. Pendant cette période, le titulaire s'engage à effectuer, sans les facturer, toutes les opérations qui s'avèreraient nécessaires pour le fonctionnement optimal de chacun des organes du système. Les délais d'intervention ne devront pas excéder 72 heures et dans le cas où l'indisponibilité de l'appareillage serait supérieure à 10 jours, le titulaire mettra à disposition un appareillage de remplacement strictement équivalent.

Cette garantie ne s'applique pas en cas de dérangements dus à une cause extérieure : accident, incendie, inondation, foudre, intervention non autorisée par une personne étrangère au Cerema.

3 LOT 3 – ACQUISITION DE MANNEQUINS EURO NCAP

3.1 Éléments techniques

3.1.1 Fonctionnalités attendues du système

Le présent cahier des charges décrit les fonctionnalités et caractéristiques de « cibles piétons » capables de réaliser des tests de visibilité, de freinage d'urgence et de crash test.

Le matériel devra en effet permettre de réaliser des tests de visibilité et d'assistance au freinage selon les spécifications et les protocoles d'EURO NCAP (New Car Assessment Program) et les directives techniques de l'ACEA (European Automobile Manufacturer's Association).

De la même manière, il devra impérativement répondre aux exigences de la norme ISO 19206 (Véhicules routiers - Dispositifs d'essai pour véhicules cibles, usagers de la route vulnérables et autres objets, pour l'évaluation de fonctions de sécurité active) et notamment sa partie 2 sur les exigences pour cibles de piétons.

3.1.2 Conditions d'utilisation

Le matériel sera notamment utilisé en conditions météorologiques dégradées (brouillard / pluie) et dans de grandes amplitudes de température. La gamme de température donnée pour le matériel sera d'ailleurs précisée dans le mémoire technique remis par le candidat.

3.1.3 Spécifications

Le titulaire devra fournir :

- une cible piéton adulte et ses accessoires :
 - une cible piéton adulte articulée au niveau des jambes, des bras et de la tête de type « 4activePA-adult » ou techniquement équivalent ;
 - un système de contrôle des mouvements de type « remote control/triggerbox 4activePA » ou techniquement équivalent, incluant câbles et batterie ;
 - un socle de type « Platform I for 4activeSB without electronics » ou techniquement équivalent capable d'accueillir la cible piéton adulte ;
 - une interface entre le socle et la cible piéton adulte de type « interface for articulated dummy 4activePA » ou techniquement équivalent ;
- une cible piéton enfant statique (non articulée) de type « 4activePS-child » ou techniquement équivalent pouvant être utilisée avec le socle et l'interface cités précédemment.

3.1.4 Étalonnage, calibrage et maintenance

Le titulaire indiquera les procédures de contrôle en service permettant d'assurer l'entretien, la maintenance, voir le calibrage du matériel.

3.2 Livraison, installation, formation et documentation

Le titulaire assurera la livraison, l'installation et la formation pour l'utilisation du système sur le site du Cerema Centre-Est, 8 rue Bernard Palissy à Clermont-Ferrand. Les délais de livraison et la durée d'installation sont à préciser dans la réponse écrite du titulaire, dans la limite du délai de 5 mois maximum décrit au CCAP.

Le titulaire devra dispenser une formation complète pour 4 utilisateurs au minimum.

Cette formation concernera :

- les principes de fonctionnement ;
- l'utilisation de l'appareil ;
- l'utilisation et la maintenance du système d'avancement de la cible piéton adulte ;
- la maintenance ;
- le calibrage et/ou l'étalonnage le cas échéant.

Un manuel utilisateur sera aussi fourni lors de cette session de formation.

Toutes les documentations nécessaires à l'utilisation, au fonctionnement, à la maintenance et à l'utilisation de l'appareillage, seront fournies impérativement en langue française ou anglaise lors de la formation à l'utilisation de l'équipement. La documentation devra contenir une description du mode opératoire pour le fonctionnement de l'appareil pour les parties mécaniques et éventuellement logicielles. Elle précisera tous les conseils d'utilisation et de maintenance pour la bonne conservation du matériel.

3.3 Garantie

La garantie couvrira l'ensemble pièces et main d'œuvre pour au moins la première année à partir de la date de mise en service. Pendant cette période, le titulaire s'engage à effectuer, sans les facturer, toutes les opérations qui s'avèreraient nécessaires pour le fonctionnement optimal du système. Les délais d'intervention ne devront pas excéder 72 heures et dans le cas où l'indisponibilité de l'appareillage serait supérieure à 10 jours, le titulaire mettra à disposition un appareillage de remplacement strictement équivalent.

Cette garantie ne s'applique pas en cas de dérangements dus à une cause extérieure : accident, incendie, inondation, foudre, intervention non autorisée par une personne étrangère au Cerema.

4 LOT 4 – ACQUISITION D'UNE CAMÉRA HYPERSPÉCTRALE

L'objectif de ce cahier des charges est de définir les spécifications techniques et les conditions requises pour l'acquisition d'une caméra hyperspectrale calibrée radiométriquement en luminance spectrale, accompagnée en prestation supplémentaire éventuelle d'une cible calibrée en réflectance. Cette caméra sera utilisée pour des applications nécessitant une capture précise et détaillée des informations spectrales dans une gamme étendue. Les exigences sont décrites en détail ci-dessous.

4.1 Éléments techniques

4.1.1 Technologie d'acquisition de la caméra

La caméra devra être de type snapshot. Aussi les caméras de type pushbroom ne seront pas acceptées. Le mémoire technique devra préciser le type de technologie utilisée (détecteur, séparation spectrale, etc.).

4.1.2 Gamme spectrale de la caméra

La gamme spectrale couvrira a minima la plage de 980 nm à 1650 nm et son étendue devra être précisée dans le mémoire technique.

4.1.3 Résolution spectrale et résolution spatiale de la caméra

La résolution spectrale de la caméra doit contenir un minimum de 35 bandes spectrales, contiguës et réparties uniformément sur le spectre total. La caméra devra avoir une résolution spatiale d'au moins 200 x 200 pixels.

Les détails sur le cube hyperspectral seront mentionnés dans le mémoire technique, en termes de dimension spatiale, spectrale, taille et format de fichier.

4.1.4 Champ de vision de la caméra

La caméra doit être livrée avec deux optiques de champ de vision (FOV) aux alentours de 8° et 16°. La caméra doit pouvoir être utilisée pour des mesures à distance comprise entre 1,5 m et 50 m.

4.1.5 Temps d'intégration et fréquence d'acquisition

Le temps d'intégration de la caméra doit pouvoir être fixé ou choisi en mode automatique par l'utilisateur. L'offre précisera le temps minimal nécessaire à la caméra et à son système d'acquisition pour acquérir un cube hyperspectral, notamment en fonction des niveaux de luminances reçus. Ce temps minimal doit pouvoir ne pas dépasser 1 seconde dans des situations qui seront explicitées dans l'offre.

4.1.6 Calibration de la caméra

La caméra doit être impérativement calibrée radiométriquement en luminance sur toutes les longueurs d'ondes et pour l'ensemble des distances de travail, temps d'intégration et objectifs. La donnée hyperspectrale pour chaque pixel sera donc exprimée dans une unité absolue de luminance spectrale. La méthode de calibration sera décrite dans le mémoire et un certificat de calibration sera fourni. Ce dernier décrira la portée de la calibration eu égard aux différentes optiques et distances de travail. Il est fortement recommandé que des références sur l'emploi du même type de caméra que celui proposé, dans un cadre de mesure radiométrique en luminance spectrale, soient fournies (publication scientifique, coordonnées d'utilisateurs, etc.).

D'éventuelles procédures de maintenance et de calibration régulière conseillées seront clairement exposées avec la fréquence associée.

4.1.7 Connectique et système d'acquisition de données de la caméra

Le type de connexion de la caméra à un ordinateur d'acquisition et de pilotage devra être précisé (GigE ou USB3). Un ordinateur portable d'acquisition sera fourni. Cet ordinateur doit comporter au moins 16 Go de RAM, un disque dur SSD d'une taille minimale de 1 To, un processeur Intel Core i9 ou équivalent et une taille d'écran minimale de 17". En prestation supplémentaire éventuelle, une carte graphique de type Nvidia GeForce RTX 4070 ou mieux (avec au moins 8 Go de mémoire graphique) sera proposée. Le système d'exploitation Windows 11 Pro doit être installé sur cet ordinateur et une souris doit être fournie.

4.1.8 Logiciel de pilotage/acquisition sur système Windows de la caméra

Le logiciel fourni sur l'ordinateur doit pouvoir :

- Piloter la caméra et ses réglages
- Proposer l'acquisition sur plusieurs jours et pouvoir régler l'essentiel des paramètres d'acquisition qui devront être décrits
- Générer le cube de données hyperspectrales calibrées en luminance spectrale
- Prévisualiser les données
- Exporter en masse les données acquises sur fichier ouvert (ou par lot de fichiers).

Un SDK open-source compatible avec Python et/ou C++ sera fourni et sera décrit dans le mémoire technique.

Le titulaire doit fournir tous les logiciels nécessaires pour l'opération de la caméra, incluant le SDK open-source, ainsi que des pilotes compatibles avec les systèmes d'exploitation courants (Windows, Linux). Les mises à jour associées seront prévues pour une durée de 5 ans à compter de la date de livraison.

4.1.9 Environnement d'utilisation de la caméra

La protection IP40 de la caméra sera précisée. Il pourra être proposé en prestation supplémentaire éventuelle, si pas disponible en standard, l'étanchéité vis-à-vis de l'humidité et de la poussière en indiquant la protection IP66 associée.

4.1.10 Spécifications techniques de la cible calibrée en réflectance

La cible calibrée en réflectance spectrale dans la gamme 350 nm – 2500 nm est une prestation supplémentaire éventuelle proposée par le candidat. Elle doit être du type panneau Spectralon 100 X 100 cm avec 10% de réflectance ou techniquement équivalent.

4.2 Livraison, installation, formation et documentation

Le titulaire assurera la livraison, l'installation et la formation pour l'utilisation du système sur le site du Cerema Centre-Est, 8 rue Bernard Palissy à Clermont-Ferrand. Les délais de livraison et la durée d'installation sont à préciser dans la réponse écrite du titulaire, dans la limite du délai maximum de 5 mois décrit au CCAP.

Le titulaire devra dispenser une formation complète pour 4 utilisateurs au minimum.

Cette formation concernera :

- les principes de fonctionnement ;
- l'utilisation de l'appareil et de son logiciel de pilotage ;
- la maintenance ;
- la calibration

Un manuel utilisateur sera aussi fourni lors de cette session de formation.

Toutes les documentations nécessaires à l'utilisation, au fonctionnement, à la maintenance et à l'utilisation de l'appareillage, seront fournies impérativement en langue française ou anglaise lors de la formation à l'utilisation de l'équipement. La documentation devra contenir une description du mode

opérateur pour le fonctionnement de l'appareil dont logiciel (pilotage du matériel, calibration, acquisition, SDK, etc.). Elle précisera tous les conseils d'utilisation et de maintenance pour la bonne conservation du matériel.

4.3 Garantie

Le titulaire doit offrir un support technique accessible et une garantie pièces et main d'œuvre d'au moins deux ans à partir de la date de mise en service.

Pendant cette période de garantie, le titulaire s'engage à effectuer, sans les facturer, toutes les opérations qui s'avèreraient nécessaires pour le fonctionnement optimal du système. Les délais d'intervention ne devront pas excéder 72 heures et dans le cas où l'indisponibilité de l'appareillage serait supérieure à 10 jours, le titulaire mettra à disposition un appareillage de remplacement strictement équivalent.

Cette garantie ne s'applique pas en cas de dérangements dus à une cause extérieure : accident, incendie, inondation, foudre, intervention non autorisée par une personne étrangère au Cerema.

