

# **CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIÈRES (CCTP)**

**ACCORD CADRE N° 2536F0234**

**FOURNITURE DE PLUVIOMÈTRES RÉCHAUFFÉS  
ET DE PIÈCES DETACHÉES POUR LE RÉSEAU  
D'OBSERVATION DE MÉTÉO-FRANCE**

# Table des matières

|  |          |
|--|----------|
| <b>1. CONTEXTE.....</b>  | <b>3</b> |
| <b>2. DÉFINITION DES FOURNITURES ATTENDUES.....</b>                  | <b>3</b> |
| 2.1. PLUVIOMÈTRE COMPLET.....  | 3        |
| 2.2. PIÈCES DÉTACHÉES.....   | 3        |
| <b>3. SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES.....</b>                             | <b>4</b> |
| 3.1. EXIGENCES TECHNIQUES GÉNÉRALES (GEN).....                       | 4        |
| 3.2. CARACTÉRISTIQUES DE PERFORMANCE.....                            | 6        |
| 3.2.1. <i>Performances métrologiques (Met)</i> .....                 | 6        |
| 3.2.2. <i>Performances du système de réchauffage (Rech)</i> .....    | 7        |
| 3.2.3. <i>Caractéristiques Opérationnelles (Op)</i> .....            | 7        |
| 3.2.4. <i>Facteur de Forme (Form)</i> .....                          | 8        |
| 3.2.5. <i>Finition, Robustesse (Rob)</i> .....                       | 8        |
| <b>4. RÉALISATION.....</b>   | <b>8</b> |
| 4.1. PRÉ-CONFIGURATION AVANT LIVRAISON.....                          | 8        |
| 4.2. RÉTROCOMPATIBILITÉ ET MODIFICATIONS DE MATÉRIEL / LOGICIEL..... | 8        |
| 4.3. SUPPORT ET PIÈCES DÉTACHÉES.....                                | 9        |
| <b>5. CONSTITUTION DE LA FOURNITURE.....</b>                         | <b>9</b> |

## 1. Contexte

Météo-France gère un réseau d'environ deux mille soixante (2060) pluviomètres automatiques en métropole et outre-mer, permettant tous de mesurer les précipitations liquides. Parmi eux, cinq cent quatre-vingts (580) environ disposent d'un système de réchauffage, permettant également de mesurer l'équivalent en eau de précipitations solides. Ils sont principalement installés en zones montagneuses ou « froides ».

Un projet de jouvence a démarré en 2024 et doit s'étendre sur quatre (4) ans environ. L'objectif est de remplacer progressivement les modèles les plus anciens, par un modèle plus fiable en termes de réchauffage et plus performant métrologiquement. Il est aussi avantageux d'acquérir des pluviomètres à sortie numérique, qui permettent d'améliorer les diagnostics de panne et les opérations de maintenance.

## 2. Définition des fournitures attendues

La prestation concerne la fourniture de pluviomètres réchauffés ainsi que la fourniture des pièces détachées nécessaires à la maintenance.

### 2.1. Pluviomètre complet

Sont inclus dans le périmètre défini comme « pluviomètre » :

- L'instrument de mesure en lui-même : cône, transducteur, système anti-bouchage, système de réchauffage, niveau à bulles, système anti-oiseaux, etc.
- Tous les câbles nécessaires à la configuration, à l'interfaçage électrique et au bon fonctionnement du pluviomètre, terminés par des connecteurs adaptés.
- Toute la documentation nécessaire à la bonne compréhension du fonctionnement du pluviomètre (*datasheet*, manuel utilisateur, procédure d'étalonnage et/ou de maintenance, étiquetage produit, etc.), en français et/ou anglais.
- Tous les logiciels nécessaires à la bonne configuration du pluviomètre (étalonnage, diagnostic, etc.).
- Tous les systèmes de fixations permettant la bonne installation du pluviomètre sur le pied support (visserie, brides, colliers, etc.).

Sont exclus du périmètre :

- Le pied support du pluviomètre.

### 2.2. Pièces détachées

Afin d'assurer la maintenance préventive et corrective des pluviomètres, une liste idéale de pièces détachées, a été définie comme suit :

- Cône seul ;
- Transducteur (i.e. auget et cellule de pesée) ;
- Selon la construction, carte(s) électronique(s) d'alimentation / mesure / réchauffage ;
- Câble(s) ;
- Crépine(s) ;
- Niveau à bulle ;

- Kit d'étalonnage.

Selon le modèle et sa construction, d'autres pièces détachées peuvent être proposées.

### 3. Spécifications techniques

#### 3.1. Exigences techniques générales (Gen)

Le pluviomètre proposé doit pouvoir s'intégrer dans le réseau existant de Météo-France, et donc être compatible avec les interfaces mécaniques et électriques des stations. De plus, Météo-France opérant un large réseau de pluviomètres depuis plusieurs décennies, de nombreux retours d'expériences ont permis d'identifier des caractéristiques générales essentielles. Le pluviomètre doit donc obligatoirement satisfaire les exigences suivantes :

- Gen1. Le pluviomètre doit être un instrument de mesure des précipitations basé sur une cellule de pesée (balance).
- Gen2. Le pluviomètre doit être auto-vidangeable, c'est-à-dire qu'il réalise sa vidange en continu afin d'éviter tout débordement ou opération manuelle de vidange.
- Gen3. Le pluviomètre doit pouvoir fonctionner dans une plage de température de -35°C à +65°C.
- Gen4. Le pluviomètre doit disposer d'un système de réchauffage électrique, permettant de mesurer l'équivalent en eau des précipitations solides.
- Gen5. Le pluviomètre ne doit pas nécessiter de produit anti-gel pour garantir son fonctionnement.
- Gen6. Le pluviomètre doit disposer d'un système pour éviter les bouchages par les salissures naturelles, par exemple au moyen de crépine(s).
- Gen7. Le pluviomètre doit pouvoir fonctionner grâce à une alimentation 24V AC/DC.
- Gen8. Le pluviomètre doit pouvoir communiquer ses mesures par sortie numérique RS485-ASCII.
- Gen9. Le pluviomètre doit pouvoir simuler des basculements d'augets par sortie impulsionnelle, de durée configurable.
- Gen10. Le pluviomètre doit pouvoir se fixer mécaniquement sur l'un des deux (2) pieds supports existants. Si le pluviomètre n'est pas directement compatible avec les pieds supports, une interface mécanique d'adaptation compatible doit être proposée et faire l'objet d'un poste dédié.

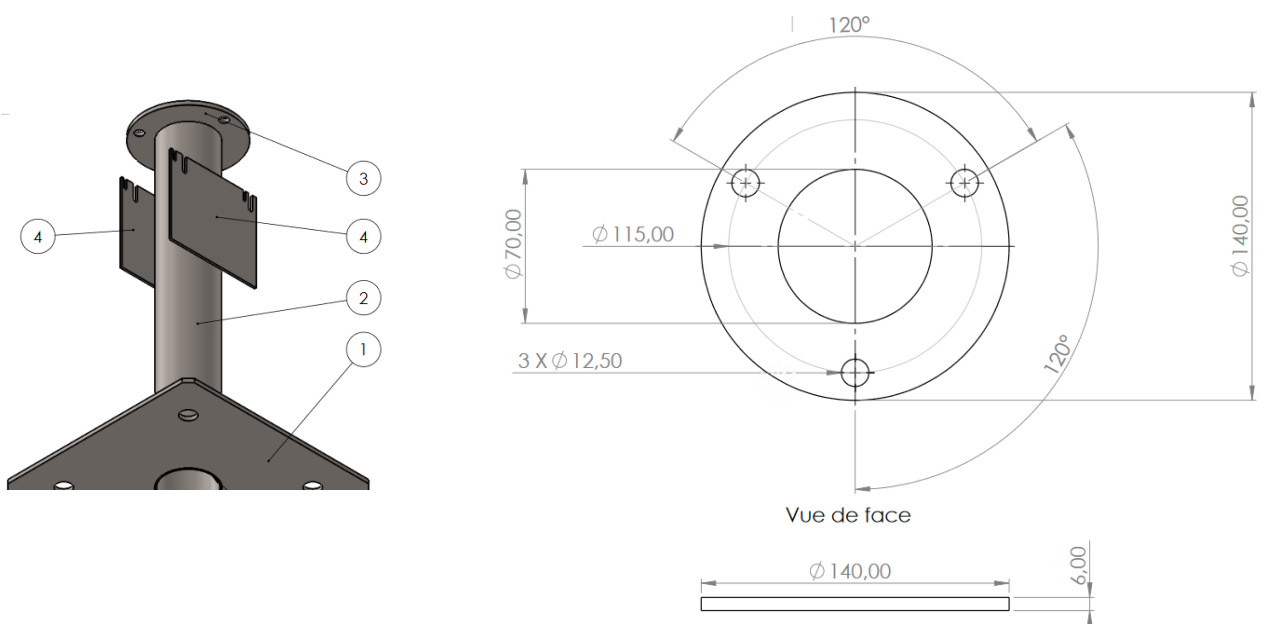


Figure 1. Vue du pied support n°1 et plan de son interface (Disque « 3 »)

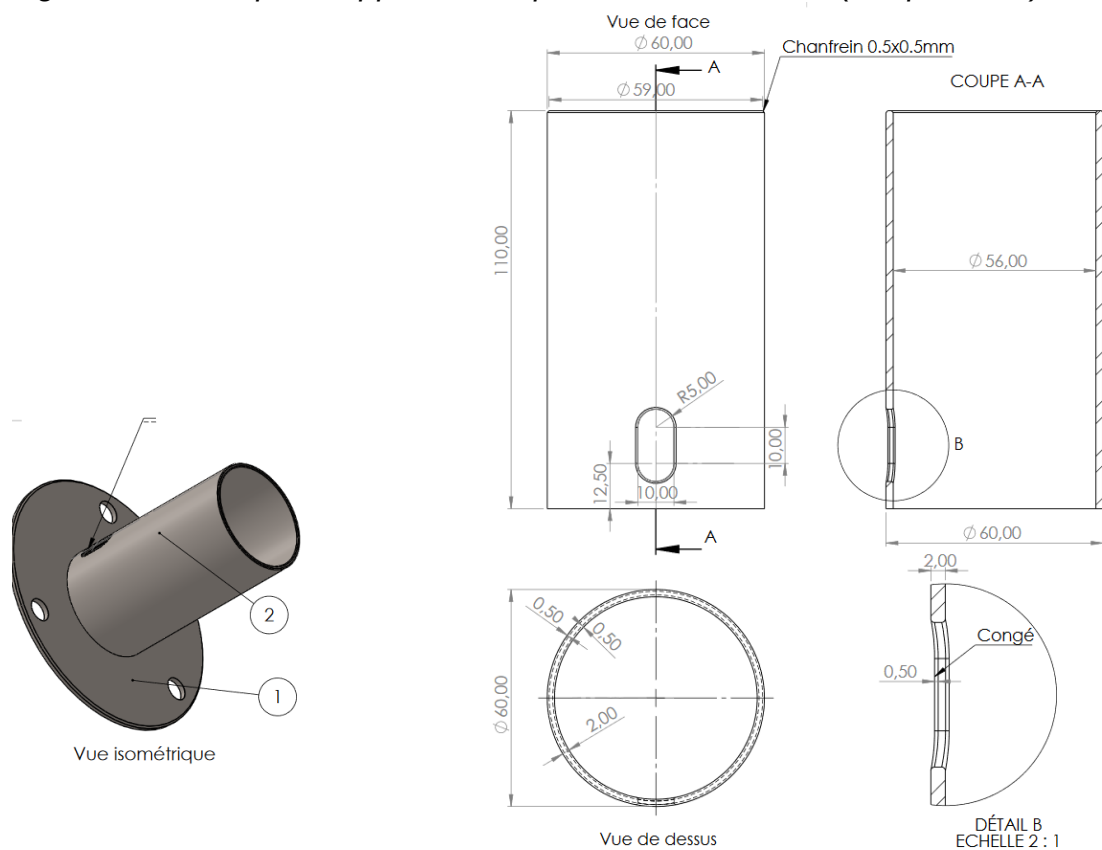


Figure 2. Vue du pied support n°2 et plan de son interface (Tube « 2 »)

## 3.2. Caractéristiques de Performance

En complément des exigences techniques générales, le pluviomètre doit satisfaire, sinon se rapprocher au mieux, des critères de performances listés dans les paragraphes suivants.

### 3.2.1. Performances métrologiques (Met)

Les performances métrologiques du pluviomètre sont définies par les recommandations de l'Organisation Mondiale de la Météorologie, dans le document « *Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation* ». Il doit également se rapprocher des exigences du réseau GSRN (« *Global Surface Référence Network* »). Pour les besoins spécifiques du réseau Météo-France, par retour d'expériences, des compléments ont été définis.

- Met1. Résolution de mesure (cumul) : 0.1mm ;
- Met2. Résolution de mesure (intensité) : 0.1mm/h ;
- Met3. Incertitude de mesure (cumul) : la valeur la plus élevée entre 1mm ou 2 % ;
- Met4. Incertitude de mesure (intensité) : la valeur la plus élevée entre 0.2mm/h ou 5 % ;
- Met5. Incertitude d'étalonnage max : 0.1mm/h ;
- Met6. Dérive temporelle max : 1 % / an ;
- Met7. Fréquence d'échantillonnage min : 1 mesure/s ;
- Met8. Seuil de déclenchement de mesure : 0.1mm/h pour des précipitations liquides ;
- Met9. Gamme de mesure min : 0.1 – 400mm/h. Dans cette gamme d'intensité, l'eau de pluie doit s'écouler naturellement, sans que la hauteur d'eau n'augmente dans le cône au cours du temps. Une intensité de 400mm/h peut être maintenue en permanence si nécessaire. Le transducteur doit pouvoir mesurer cette intensité avec les performances métrologiques citées plus haut.
- Met10. Correction des mesures pour les intensités élevées : Lors d'évènements météorologiques intenses, le basculement fréquent de l'auget de collecte peut générer des sous-estimations. Le pluviomètre doit disposer d'un système de correction de ce phénomène.
- Met11. Horizontalité : L'horizontalité ayant un impact sur la performance du pluviomètre, il doit inclure un système de contrôle (e.g. niveau à bulle) ou de compensation automatique (e.g. accéléromètres) de l'horizontalité.
- Met12. Défaut de collecte dû à l'instrument : La mécanique du système de collecte (cônes, filtres, crépines, ajustage, etc.) ne doit pas conduire à une rétention d'eau (précipitations non comptabilisées par la cellule de pesée) supérieure à 0.1mm.
- Met13. Défaut de mesures dues à l'environnement : Les mesures du pluviomètre ne doivent pas être impactées par le vent, le changement soudain de température, ou le rayonnement solaire.

### **3.2.2. Performances du système de réchauffage (Rech)**

Le pluviomètre ayant vocation à mesurer l'équivalent en eau des précipitations solides (neige, grêle, etc.), il doit comporter un système de réchauffage se rapprochant au mieux des caractéristiques suivantes :

- Rech1. Le système de réchauffage doit être distribué sur plusieurs zones, afin de garantir la fonte et donc la collecte des précipitations solides dans le cône, ainsi que leur bonne évacuation après mesure.
- Rech2. Le système de réchauffage doit être suffisamment puissant pour faire fondre les précipitations solides.
- Rech3. Le système de réchauffage ne doit pas faire évaporer des précipitations liquides.
- Rech4. Afin de satisfaire les deux caractéristiques précédentes, le système de réchauffage doit idéalement être asservi en température. Il doit donc comporter à minima une ou plusieurs sondes de températures, ainsi qu'un système de régulation de puissance, permettant de viser une température cible.
- Rech5. La température cible citée précédemment doit être de 2 à 4°C, et est idéalement configurable. Le réchauffage ne doit en aucun cas se déclencher pour des températures de l'air supérieures à 8°C.
- Rech6. La performance du système de réchauffage est appréciée en fonction des caractéristiques techniques précédentes, mais également de rapport d'essais en laboratoire et/ou sur le terrain.

### **3.2.3. Caractéristiques Opérationnelles (Op)**

Afin de faciliter son installation et sa maintenance par les équipes techniques de Météo-France, le pluviomètre doit se rapprocher au mieux des caractéristiques opérationnelles suivantes :

- Op1. Intervalle de maintenance : De part sa construction, le pluviomètre ne doit pas nécessiter de maintenance préventive trop fréquente. L'intervalle préconisé par le constructeur ne doit pas être inférieur à 6 mois.
- Op2. Facilité de maintenance préventive : De part sa construction, le pluviomètre doit faciliter sa maintenance préventive. En particulier, les opérations de retrait et réinsertion du cône, des capots, des crépines, des augets, des câbles et autres composants, doivent pouvoir se réaliser à l'aide d'outils standards. Le nettoyage des mêmes composants doit être simple et rapide.
- Op3. Modularité : De part sa construction, le pluviomètre doit permettre le remplacement aisé de ses principaux composants : cône, transducteur, carte(s) électronique(s), câbles, crépines, niveau à bulle, etc.
- Op4. Mode d'étalonnage : La cellule de pesée doit pouvoir être étalonnée au moyen d'une masse de référence. Ce mode d'étalonnage est préféré à un étalonnage par contrôle de volume d'eau.
- Op5. Identification individuelle : Chaque pluviomètre et transducteur est identifié par un numéro de série inscrit sur le matériel.

- Op6. Diagnostics : Le pluviomètre doit permettre de fournir des diagnostics détaillés via la sortie numérique, par exemple : numéro de série, résultats d'auto-test des composants (cellule de pesée, système de réchauffage), température interne, etc.

### **3.2.4. Facteur de Forme (Form)**

Le pluviomètre devant être installé dans des parcs à instruments exigus, sa construction doit représenter un compromis entre compacité et accessibilité pour les opérations d'installation et de maintenance.

- Form1. Surface de collecte : Idéalement 200cm<sup>2</sup>, maximum 400cm<sup>2</sup>.
- Form2. Masse maximum : 6 kg.
- Form3. Longueur des câbles : idéalement 10m.

### **3.2.5. Finition, Robustesse (Rob)**

Le pluviomètre devant être installé en extérieur dans des milieux froids et montagneux, il doit pouvoir résister aux conditions environnementales difficiles et donc se rapprocher au mieux des caractéristiques suivantes :

- Rob1. Le pluviomètre étant exposé aux intempéries, sa protection contre les solides et les liquides doit être de classe la plus élevée possible, à minima IP66.
- Rob2. Les éléments exposés du pluviomètre (cônes, capot(s) extérieur(s), etc.) doivent être protégés de la corrosion de par leurs matériaux (acier inoxydable) ou leur revêtement (peintures, vernis, etc).
- Rob3. La visserie doit être protégée de la corrosion (acier inoxydable).
- Rob4. Le montage et démontage des divers composants doit se faire sans effort ni jeu excessif.

## **4. Réalisation**

### **4.1. Pré-configuration avant livraison**

Le titulaire de l'accord-cadre, s'engage à effectuer toutes les opérations de pré-configuration demandées par Météo-France. Le modèle exact n'étant pas déterminé à ce stade, ces opérations ne peuvent être définies précisément. Cependant, elles concernent la configuration du pluviomètre (choix et configuration de la sortie numérique et/ou impulsioneille, résolution, intervalle de transmission, etc), et peuvent inclure à titre d'exemple :

- Modification de câblage interne ;
- Mise à jour logicielle pour une version approuvée par Météo-France ;
- Configuration logicielle.

### **4.2. Rétrocompatibilité et modifications de matériel / logiciel**

Le pluviomètre ne doit pas subir de modification (ni matérielle, ni logicielle) qui entraînerait :

- Une non-compatibilité avec les exigences techniques initiales ;



- Une non-rétrocompatibilité avec les interfaces mécaniques / électriques de Météo-France ;
- Une non-rétrocompatibilité avec les pluviomètres et/ou pièces détachées existant(e)s.

De manière générale, toute modification du matériel doit être communiquée et validée par Météo-France, préalablement à toute industrialisation et livraison.

### 4.3. Support et pièces détachées

Le titulaire s'engage à garantir un support technique (configuration, dépannage, mise à jour) des équipements et la disponibilité des pièces détachées sur une durée minimum de 10 ans.

## 5. Constitution de la fourniture

| Poste | Identification du matériel      | Composition de la fourniture  | Unité de fourniture |
|-------|---------------------------------|---|---------------------|
| 1     | Pluviomètre                     | Comme défini au §2.1 : instrument complet, câbles, documentation, logiciel, fixations, etc. | 1                   |
| 2     | Cône                            | Cône + éventuelle visserie  | 1                   |
| 3     | Transducteur                    | Auget + cellule de pesée  | 1                   |
| 4     | Carte(s) électronique(s)        | Carte(s) électronique(s) alimentation/ données/ réchauffage                                 | 1                   |
| 5     | Crépine(s)                      |   | 1                   |
| 6     | Niveau à bulle                  |   | 1                   |
| 7     | Kit d'étalonnage                |   | 1                   |
| 8     | Interface mécanique (optionnel) | Si le pluviomètre n'est pas directement compatible avec les pieds supports,                 | 1                   |

Selon le modèle et sa construction, d'autres pièces détachées peuvent être proposées.