

# Capteurs électroniques enregistreurs

## 3/ Aide au cahier des charges

CLIMAT

I

FICHE ACTION



Par le passé, les établissements culturels avaient recours à **des hygromètres ou des hygrographes à cheveu** pour enregistrer les variations de température et d'humidité relative (HR). Peu réactifs aux fluctuations rapides et contraignants à utiliser, ces appareils mécaniques sont aujourd'hui délaissés **au profit de thermohygromètres électroniques enregistreurs** qui permettent des **mesures justes** et qui sont plus **facilement exploitables** pour une étude climatique.

### I/ Contextualisation du besoin

Critères	Recommandations
<b>Objectifs institutionnels</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Rôle du système à mettre en place : utilisation <u>in situ</u> ou <u>transport</u> également, mesures <u>ponctuelles</u> ou <u>enregistrées</u>, <u>nombre</u> d'appareils souhaités</li> <li><input type="checkbox"/> Service(s) désiré(s) : <u>installation</u>, <u>formation</u> du personnel au système, service <u>après-vente</u>, contrat de <u>maintenance</u> Pour un contrat de maintenance, il est nécessaire de spécifier : la durée du contrat, les prestations et équipements couverts par le contrat et tarifs pour celles qui en sont exclues (recalibration, consommables, mises à jour du logiciel, prêt de matériel en cas de panne ou de recalibration) ou encore les conditions de réactivité du prestataire en cas de problème technique (délai de réponse, moyens de contact).</li> </ul>
<b>Caractéristiques de l'institution</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Institution <u>multisites</u> ou non</li> <li><input type="checkbox"/> Environnement aux <u>abords</u> : milieu urbain, végétation périphérique (forêt), sources potentielles d'interférences de type antennes militaires ou tours de télécommunications)</li> <li><input type="checkbox"/> <u>Ancienneté</u> des bâtiments (matériaux de construction)</li> <li><input type="checkbox"/> Nombre d'<u>étages</u> et d'<u>espaces</u> à couvrir (préciser si des sous-sols sont concernés)</li> <li><input type="checkbox"/> Nombre d'<u>effectifs</u> devant gérer le système</li> </ul>
<b>Caractéristiques du réseau informatique en place</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Parc informatique : <u>PC</u> ou <u>Mac</u>, postes <u>fixes</u> ou <u>portables</u>, capacité de mémoire, <u>système d'exploitation</u> et sa version (Windows, Linux...), nombre de <u>sessions</u> à connecter au système de gestion climatique</li> <li><input type="checkbox"/> Environnement informatique : mise en <u>réseau</u> (type de serveur, vitesse de transfert des données), <u>connexion à Internet</u> ou non (raccordement par Ethernet et / ou Wi-Fi possible), protection de l'<u>alimentation électrique</u> (onduleur, générateur de secours)</li> </ul>
<b>Documentation annexe</b>	<p>La documentation annexe peut contenir des informations à <u>caractère confidentiel</u> ne devant pas être publiées dans le cadre d'un marché public : elle sera <u>transmise directement aux candidats</u> lors de la visite imposée du site ou par envoi électronique.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> <u>Plans</u> orientés et annotés de la position des ouvertures, des appareils de traitement d'air, des prises informatiques</li> <li><input type="checkbox"/> <u>Photographies</u> des espaces</li> </ul>

## II/ Critères relatifs aux capacités intrinsèques du capteur

Critères	Recommandations
<b>Conception</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> <u>Sonde à l'extérieur du boîtier</u> afin de favoriser le contact avec l'air à étudier et de compenser l'inertie thermique du boîtier (gain de réactivité aux fluctuations climatiques)</li> <li><input type="checkbox"/> Capteur <u>compact</u> afin de limiter l'inertie thermique du boîtier et de gagner en discrétion</li> <li><input type="checkbox"/> Possibilité d'acquérir des <u>dispositifs de fixation</u> (pattes à visser ou fixation magnétique) ou des <u>caches à peindre</u> (adaptables en fonction de la scénographie)</li> <li><input type="checkbox"/> Facultativement, possibilité de fixer une <u>sonde déportée</u>, notamment pour les capteurs en salle d'exposition ou en vitrine (le boîtier étant peu esthétique, il peut être dissimulé dans le compartiment technique tandis que la fine sonde déportée est placée à proximité des objets à surveiller – sans avoir à ouvrir la cloche de la vitrine, les données peuvent être extraites en récupérant le capteur)</li> </ul>
<b>Justesse</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Gamme d'utilisation la plus étendue possible :  <p><u>Pour T°, de -10°C à +50°C max</u> (les sondes capacitives et les sondes résistives peuvent être réactives sur une gamme plus large allant de -20°C à +80°C)</p> <p><u>Pour HR, de 5% à 95% max</u> (une sonde capacitive est plus juste puisque sa gamme d'utilisation est généralement comprise entre 5% à 99%, alors que la gamme d'une sonde résistive va de 5% à 95%)</p> </li> <li><input type="checkbox"/> Précision la plus réduite possible : <u>T° ± 1°C max et HR ± 5% max (très précis ± 2%)</u></li> </ul> <p>Une sonde capacitive est plus juste qu'une sonde résistive si l'on compare leur précision : l'EMG de la première avoisine ± 3%, tandis que celle de la seconde varie de ± 2% à ± 5%.</p>
<b>Fiabilité</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Dérive des valeurs – ou « stabilité » – <u>inférieure à 2% par an</u> (pour ne pas recalibrer plus fréquemment que tous les 2 ou 3 ans)</li> <li><input type="checkbox"/> Capteur avec <u>coque étanche s'il est placé à l'extérieur</u> (protection contre les rayonnements, les chocs et une humidité excessive)</li> </ul>
<b>Longévité</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Durée de vie <u>supérieure à 10 ans</u></li> <li><input type="checkbox"/> Mémoire d'environ <u>10.000 valeurs de mesure / canal</u> (même pour les capteurs connectés afin de ne pas perdre de données en cas d'interruption du signal ou de panne électrique)</li> <li><input type="checkbox"/> Autonomie supérieure à <u>12 mois pour une cadence de mesure toutes les 15 minutes</u>, à 25°C</li> <li><input type="checkbox"/> Durée de vie des piles <u>d'environ 5 ans</u></li> </ul>

### III/ Critères relatifs au système d'exploitation capteur / ordinateur

Critères	Recommandations
<p><b>Possibilités techniques</b></p> <p>[Voir tableau de l'Annexe B]</p>	<p><b>Système de collecte des données</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❑ <i>A minima</i> transmission des données via téléchargement filaire (câble USB) ; <u>idéalement transmission des données par ondes – radio, LoRa ou Wi-Fi</u> (notamment pour une gestion en temps réel et en cas d'un parc important de capteurs – supérieur à 5 capteurs)</li> <li>❑ Portée des ondes : une <u>portée importante</u> est intéressante pour des capteurs très dispersés géographiquement, pour un bâtiment aux murs épais et/ou un site avec des sources d'interférences (éléments métalliques, nombreux systèmes de radiofréquence)</li> <li>❑ Bande passante : bande passante importante ou haut débit n'est pas forcément utile pour la transmission de données climatiques (données alphanumériques simples et légères à transférer) ; un <u>bas débit peut s'avérer suffisant</u> (bas débit ne transportant que de faibles quantités d'informations, comparativement aux réseaux mobiles 4G ou 5G)</li> <li>❑ Visite du site par le fournisseur pour tester la <u>puissance du signal</u> et déterminer les <u>besoins d'installer des relais répéteurs ou des concentrateurs supplémentaires</u> (pour un système de transmission par ondes longue portée)</li> </ul> <p><b>Système de stockage et accessibilité des données</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❑ Échange avec le <u>service informatique</u> pour déterminer : si le système doit être indépendant ou s'il peut se raccorder au Wi-Fi, si un <u>serveur local</u> peut être dédié aux données climatiques ou si un <u>serveur hébergé</u> est nécessaire (dans le cas d'une institution multisites sans réseau informatique commun entre les sites)</li> <li>❑ Échange avec le <u>prestataire</u> pour déterminer les caractéristiques de l'hébergement des données via un Cloud privé qu'il propose en prestation (prix, mode d'abonnement, sécurisation des données, temps de stockage des données en ligne...)</li> </ul>
<p><b>Programmation des capteurs enregistreurs</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❑ Programmation aisée du pas de mesure (de 1 minute à 24 heures), même si on retient <u>1 heure idéalement</u></li> <li>❑ Possibilité de <u>paramétrer par lots de capteurs</u> (sans devoir répéter la programmation capteur par capteur)</li> <li>❑ Possibilité de différer le <u>lancement / arrêt des enregistrements</u></li> <li>❑ Facultativement : <u>paramétrage d'alarmes</u> (visuel, courriel ou SMS) en cas de franchissement de seuils thermohygrométrique, de panne technique ou de rupture de transfert des données</li> </ul>
<p><b>Consultation des mesures</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❑ <u>Écran d'affichage</u> systématique (en l'absence d'écran, le climat d'un lieu ne peut être connu qu'<i>a posteriori</i>)</li> <li>❑ Visualisation sur l'écran des <u>valeurs</u> (alternée ou simultanée de la température et de l'HR) et du <u>niveau de batterie</u></li> </ul>
<p><b>Traitement des données collectées</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❑ Paramètres du logiciel : langue <u>française</u>, <u>synchronisation de l'heure</u> entre le capteur et l'ordinateur</li> <li>❑ Obtention <i>a minima</i> des mesures de température et d'humidité relative ; <u>facultativement l'humidité absolue et le point de rosée</u></li> <li>❑ Possibilité d'établir automatiquement les <u>graphiques</u> (à l'échelle et aux couleurs modifiables, zoom pour l'observation des détails d'une période, clic sur un point des courbes pour visualiser précisément les données à un instant) et de <u>statistiques</u> (moyenne, minimale, maximale, écarts types)</li> <li>❑ Possibilité d'<u>exporter les données en fichier.xls, .csv ou .txt</u> (le format .pdf étant moins pratique et plus long à traiter, impliquant une copie des données vers un tableur)</li> </ul>

## IV/ Critères relatifs au coût

Critères	Appareil / Système / Service	Prix approximatifs
<b>Coût d'investissement</b>	Capteur thermohygromètre enregistreur avec transmission par contact USB	≈ 150 - 250€ HT
	Capteur thermohygromètre enregistreur avec transmission par ondes	≈ 450 - 550€ HT
	Système LoRa (hors coût du logiciel)	≈ 10.000€ HT pour un pack (8 capteurs et 1 passerelle), avec 350€ HT par capteur supplémentaire et 2.500€ HT par passerelle supplémentaire
	Logiciel d'exploitation	≈ 800 - 1.000€ HT
	Pré-visite du site pour étude et test	≈ 1.500€ HT
	Installation et prise en main	≈ 1.500 - 2.000€ HT
<b>Coût d'exploitation</b>	Abonnement (intégrant l'interface et l'hébergement des données)	Indexé selon le nombre de capteurs (chez un prestataire, ≈ 100€ HT / mois pour 8 capteurs + 5€ par capteur supplémentaire + 100€ par concentrateur supplémentaire)
<b>Coût d'entretien</b>	Étalonnage d'un capteur (+ remplacement des piles)	≈ 50 - 100 HT / capteur

Une rencontre avec les **sociétés commerciales** [voir Annexe] est recommandée pour obtenir une offre adaptée qui tiendra compte des **besoins de l'institution** (utilisation sur place ou en transport, nombres d'espaces à couvrir) et de ses **contraintes** (humaines, techniques et financières).

L'acquisition de capteurs et de leur système d'exploitation doit être **réfléchi**. Selon leurs performances et leurs fonctionnalités, le suivi des conditions climatiques sera facilité pour l'équipe chargée de la conservation, aguerrie à l'étude des données climatiques.

Le système choisi doit permettre de connaître le climat, d'**accompagner sa surveillance** pour une meilleure réactivité en cas d'incident, de **contrôler l'efficacité des solutions correctives** mises en place (appareils de régulation pouvant être gérés par des sociétés externes) ou d'**affiner les conditions imposées** en cas de prêt.

Rédacteur, schémas et crédit photographique : Jocelyn Périllat-Mercerot  
Relecteurs : Marie Courselaud, Juliette Rémy  
 C2RMF, 2023

## Annexe - Fournisseurs de capteurs électroniques

La liste suivante n'est pas exhaustive : sans considérer les distributeurs, elle recense par ordre alphabétique les fabricants que l'on retrouve le plus couramment dans les institutions patrimoniales au moment de la rédaction du présent document.

Fabricant	Contact	Site internet	Solutions envisageables (systèmes / capteurs)
EdiTag	contact@editag.com	<a href="#">Lien</a>	mOOnTAG, IoT...
Hanwell	info@codine.be	<a href="#">Lien 1</a> ; <a href="#">Lien 2</a>	Hanwell EMS, HanLog Software / ML4106, ML4109
Jules Richard Instruments (JRI)	sales@jri.fr	<a href="#">Lien</a>	MySirius / LoRa Spy, Nano Spy [Sirius Stockage et la gamme Spy RF pour un serveur local ne sont plus distribués]
Kimo Instruments / Sauermann	services@sauermanngroup.com	<a href="#">Lien</a>	KT-TrackLog, KCC-TrackLog / KT320, KH220, KH120, KH50...
Madgetech	info@madgetech.com	<a href="#">Lien</a>	_ / RfRhTemp2000A, Element HT...
MaFabrique	contact@mafabrique.fr	<a href="#">Lien</a>	Preservarium / MFB-AWD
Newsteo	contact@newsteo.com	<a href="#">Lien</a>	RF Monitor, Webmonitor / Log12, Log87, ...
Plug&Track	info@plugandtrack.com	<a href="#">Lien</a>	Foxnet, Sensor Net Connect / Hygrobouton, Thermotrack mobile...
Protomotech	contact@protomotech.com	<a href="#">Lien</a>	Protomotech
Rotronic France	fr.info@processsensing.com	<a href="#">Lien</a>	RMS-System / HygroLog HL-1D (contact USB), RMS-LOG-868 et RMS-MLOG-B-868 (compatible serveur local ou délocalisé Cloud)
Sopac	infotc@sopac.com	<a href="#">Lien</a>	SopaLog RF / EBI 300 TH
Testo	info@testo.fr	<a href="#">Lien</a>	Saveris, Saveris 2 / Saveris H3 D, Saveris 2-H2...
Tiny Tag	sales@tinytag.info	<a href="#">Lien</a>	_ / Plus Radio, Plus Lan, Ultra radio, View 2
TLG Pro	contact@tlgpro.fr	<a href="#">Lien</a>	Neotool, Moobius-Museum / M-S1, M-ERS, M-EMS
Vaisala	ventes@vaisala.com	<a href="#">Lien</a>	_ / CA10, CWL100, HMW90, HUMICAP® HMT120 et HMT130...