



**RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*



**CONCOURS INTERNE POUR LE RECRUTEMENT
D'ÉLÈVES INGÉNIEURS DES TRAVAUX DE LA MÉTÉOROLOGIE
SESSION 2023**

**ÉPREUVE ÉCRITE FACULTATIVE
OBSERVATION ET MESURES MÉTÉOROLOGIQUES**

Durée : 2 heures

Coefficient : 3 (pour les points au-dessus de 10)

La rigueur, le soin et la clarté apportés à la rédaction des réponses seront pris en compte dans la notation.

L'utilisation de toute documentation (dictionnaire, support papier, traducteur, téléphone portable, assistant électronique, etc) est strictement interdite.

Les matériels autorisés sont les suivants :

- les calculatrices non programmables sans mémoire alphanumérique,
- les calculatrices avec mémoire alphanumérique et/ou avec écran graphique qui disposent d'une fonctionnalité « mode examen ».

Cette épreuve comporte trois parties indépendantes. Les parties peuvent être abordées dans l'ordre du choix des candidats.

Barème indicatif :

- ⌚ Partie A : 5 points
- ⌚ Partie B : 10 points
- ⌚ Partie C : 5 points

Cette épreuve comporte 5 pages (celle-ci incluse).

Partie A : Réseaux météorologiques

1. La carte ci-dessous indique la localisation des 600 stations du réseau RADOME-RESOME en métropole. Quelle direction et quel(s) département(s) à Météo-France sont responsables du bon fonctionnement des stations de mesure au sol et de ces réseaux ? N'existe-t-il que ces 600 stations dans le réseau RADOME-RESOME ?

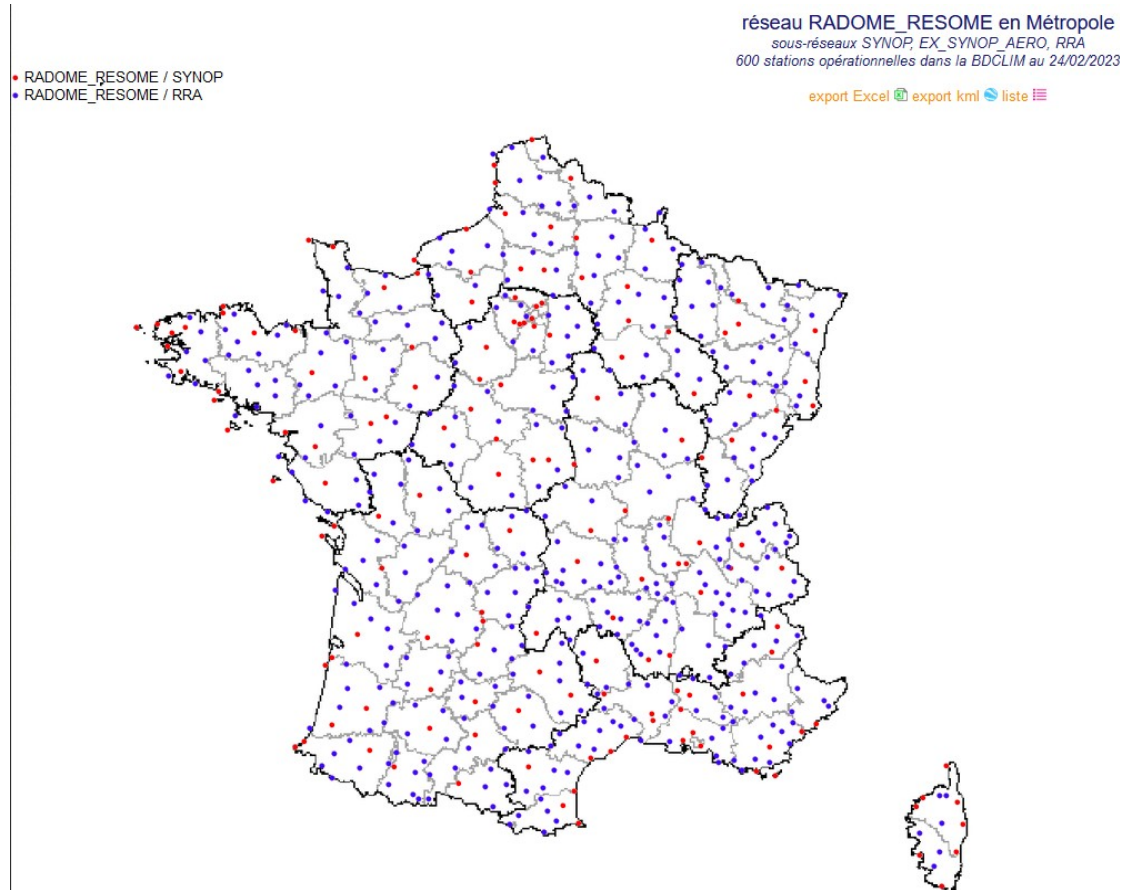


Figure 1: Répartition géographique des stations du réseau RADOME-RESOME. Source Météo-France

2. Outre le réseau RADOME-RESOME, existent aussi d'autres réseaux dont les données sont utilisées par Météo-France. Pouvez-vous en citer au moins deux ?

3. Citer le nom d'un État qui confie la gestion de son réseau de mesure au sol à Météo-France.

4. Les stations météorologiques situées dans ce réseau transmettent leurs données régulièrement à Toulouse. Sur un schéma représenter le mécanisme de concentration de ces données, en indiquant notamment BDCLim, PFC, PFT (sigles à détailler) station automatique (SA), routeurs. Par quel(s) mode(s) de communication sont transmises les données à la sortie de la station automatique ?

5. Une partie de ces données sont partagées avec les autres organismes nationaux de météorologie. Quel organisme mondial est l'instance de dialogue entre les organismes nationaux ? Que désigne l'acronyme WIGOS ?

Partie B : Étude du capteur de température

Le capteur de température actuellement utilisé sur les stations automatiques de Météo-France est une sonde Pt100, dont la caractéristique statique est la loi entre température T (en °C) et résistance R (en Ω) suivante : $R = 100,00 + 0,39 T$

Pour mesurer la température, on imagine dans un premier temps mesurer la résistance grâce à un multimètre, tel que le multimètre Fluke 175, dont est reproduit un extrait de la notice ci-dessous

175, 177, 179
Mode d'emploi

Caractéristiques électriques

Fonction	Gamme ^[1]	Résolution	Précision, ± ([% de lecture] + [comptes])		
			175	177	179
Tension c. a. ^{[2][3]}	600,0mV	0,1mV	1,0 % + 3	1,0 % + 3	1,0 % + 3
	6,000 V	0,001 V	45 Hz à 500 Hz	45 Hz à 500 Hz	45 Hz à 500 Hz
	60,00 V	0,01 V			
	600,0 V	0,1 V			
	1000 V	1 V	2,0 % + 3 (500 Hz à 1 kHz)	2,0 % + 3 (500 Hz à 1 kHz)	2,0 % + 3 (500 Hz à 1 kHz)
DC mV	600,0 mV	0,1 mV	0,15 % + 2	0,09 % + 2	0,09 % + 2
Volts c.c.	6,000 V	0,001 V			
	60,00 V	0,01 V	0,15 % + 2	0,09 % + 2	0,09 % + 2
	600,0 V	0,1 V			
	1000 V	1 V	0,15 % + 2	0,15 % + 2	0,15 % + 2
Continuité	600 Ω	1 Ω	Le produit retentit à <25 Ω, il s'éteint à >250 Ω ; il détecte les circuits ouverts ou les courts-circuits de 250 μs ou plus.		
Ohms	600,0 Ω	0,1 Ω	0,9 % + 2	0,9 % + 2	0,9 % + 2
	6,000 kΩ	0,001 kΩ	0,9 % + 1	0,9 % + 1	0,9 % + 1
	60,00 kΩ	0,01 kΩ	0,9 % + 1	0,9 % + 1	0,9 % + 1
	600,0 kΩ	0,1 kΩ	0,9 % + 1	0,9 % + 1	0,9 % + 1
	6,000 MΩ	0,001 MΩ	0,9 % + 1	0,9 % + 1	0,9 % + 1
	60,00 MΩ	0,01 MΩ	1,5 % + 3	1,5 % + 3	1,5 % + 3

Figure 2: Extrait de la notice du multimètre Fluke 179. On rappelle que ce qui est appelé comptes correspond à la résolution. Source : www.fluke.com

- Représenter la courbe R en fonction de T pour les températures usuelles de mesure de la température [-40 °C ; +60 °C].
- Quel calibre vous paraît le mieux adapté pour mesurer la résistance de la Pt100 ?
- Le multimètre indique une valeur 108,8 Ω. À quelle valeur de température cela correspond-il ?
- D'après la figure 2, quelle est l'incertitude sur la mesure de la résistance ?
- En déduire l'incertitude sur la mesure de la température. Commenter.

Le *WMO Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation, 2014, updated 2017*, indique que la mesure de température devrait se conformer à ceci :

ANNEX 1.E. OPERATIONAL MEASUREMENT UNCERTAINTY REQUIREMENTS AND INSTRUMENT PERFORMANCE

(See explanatory notes at the end of the table; numbers in the top row indicate column numbers.)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Variable	Range	Reported resolution	Mode of measurement/ observation	Required measurement uncertainty	Sensor time-constant	Output averaging time	Achievable measurement uncertainty	Remarks
1. Temperature								
1.1 Air temperature	-80 – +60 °C	0.1 K	I	0.3 K for ≤ -40 °C 0.1 K for > -40 °C and $\leq +40$ °C 0.3 K for $> +40$ °C	20 s	1 min	0.2 K	Achievable uncertainty and effective time-constant may be affected by the design of the thermometer solar radiation screen Time constant depends on the airflow over the sensor

Figure 3: Extrait WMO CIMO Guide

11. Combien de fois plus précise que celle du multimètre Fluke 179 devrait être la chaîne d'acquisition de la mesure de la température pour se conformer aux exigences de ce guide ?

12. On estime que la résistance du câblage d'accès à la partie sensible de la Pt100 est de l'ordre de l'ohm. Pour s'affranchir de cette résistance d'accès, et de ses variations suivant des paramètres extérieurs, on utilise un montage quatre fils. La résistance Pt100 est représentée par la résistance R. On impose un courant qui circule *via* deux fils. La tension aux bornes de celle-ci est mesurée par la tension U. Montrer qu'un tel dispositif permet effectivement de s'affranchir des résistances des fils (qu'on pourra noter r).

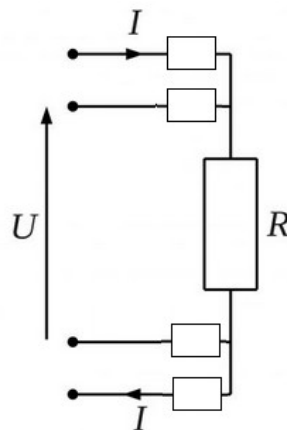


Figure 4: Montage 4 fils

13. Quel biais sur la valeur de la température mesurée apparaît si le courant I est d'intensité élevée ?

14. Pourquoi mesure-t-on la température dans un abri tel que représenté figure 5 ?



Figure 5: Abri Socrima. source Météo-France

15. Quelles sont les préconisations quant au positionnement d'un tel abri ?

Partie C : Autres mesures

16. Pour mesurer la hauteur de base des nuages, quel instrument utilise-t-on ? Décrivez en quelques lignes et un schéma son fonctionnement.

17. Quelles sont les deux principales causes d'erreur de mesure pour le pluviomètre ? Comment les limite-t-on ?

18. Les radars de France métropolitaine sont dits « double polarisation », car ils émettent une onde polarisée verticalement et une onde polarisée horizontalement et analysent les réponses associées à ces deux ondes. Quelles informations apporte cette technologie, par rapport à celle d'un radar simple polarisation ?

19. Qu'appelle-t-on température de brillance d'un nuage, mesurée par satellite ? Sur quoi peut-elle renseigner ? En quoi est-elle potentiellement biaisée ?

FIN DE L'ÉNONCÉ
