

**ANNALES 2023**

**1<sup>er</sup> CONCOURS EXTERNE**

***CORPS DES TECHNICIENS 2<sup>e</sup> GRADE-TSM  
(Filière instruments et installations)***

**DU STATUT PARTICULIER DES  
PERSONNELS TECHNIQUES DE LA  
NOUVELLE-CALÉDONIE**



## Partie I : QUESTIONS (10 points)

### Questions sur les documents 1 et 2

1. Présentez rapidement les documents 1 et 2 en prenant soin d'indiquer le genre des documents, leur(s) thème(s) et la démarche adoptée par chaque auteur pour aborder le thème principal. (2 points)
2. Document 1 : Expliquez le passage « L'humanité tirera-t-elle les leçons du passé [...] ? » : Que signifie l'expression « tirer les leçons du passé » ? Quel sens particulier lui donner dans le contexte de ce texte ? (2 points)
3. Document 2 : Que critique l'autrice Alice Ferney dans le passage « J'ai vu la violence de l'homme industriel se jeter sur la richesse des mers » ? Aidez-vous notamment de l'ensemble du texte pour bien l'expliquer. (2 points)

### Question sur le document 3

3. Que montre la photographie prise au Ghana et quelles réflexions cela vous inspire-t-il ? (4 points)

## Partie II : COMMENTAIRE (10 points)

L'océan doit-il être pour l'humanité un lieu à rêver, un espace à explorer ou un monde à préserver ?

**Vous répondrez à cette question de manière organisée en vous appuyant sur les trois documents proposés ainsi que sur vos propres réflexions et expériences. Argumentez et illustrez votre réponse.**

## DOCUMENT 1 : « La mer, avenir de l'Homme »

Touché de plein fouet par le changement climatique et les activités humaines, l'océan change à grande vitesse. Or il permet la subsistance de milliards d'individus et recèle peut-être les sources d'énergie de demain. [...]

L'océan est le thermostat de notre planète. Foyer d'une incroyable biodiversité, bordant la majorité des villes, il constitue pour l'humanité une source importante de son alimentation et, demain peut-être, de son énergie. C'est peu dire que l'océan est appelé à jouer les premiers rôles dans les décennies à venir. Et pourtant, il demeure encore et surtout un grand inconnu. Difficile en effet de cerner un tel colosse, vaste de plus de 360 millions de kilomètres carrés et profond de 4 kilomètres en moyenne, régi par des phénomènes complexes eux-mêmes perturbés par l'action des hommes. « Nous sommes tellement loin de bien connaître l'océan que, à chaque expédition, nous découvrons toujours quelque chose de nouveau », raconte Sabrina Speich, professeure d'océanographie physique et sciences du climat au Laboratoire de météorologie dynamique<sup>1</sup> (LMD) de l'Institut Pierre-Simon Laplace (IPSL). [...]

Les explorations océanographiques [...] ont souvent été l'occasion de constater l'ampleur des dégâts provoqués par le réchauffement climatique. Lorsque la température augmente, l'océan se dilate et provoque une montée des eaux côtières, accentuée par la fonte des glaces polaires. Cette élévation du niveau de la mer ne cesse d'être réévaluée à la hausse. Alors que le dernier rapport du Giec prévoyait une montée de 60 centimètres pour 2100, elle est désormais estimée à 1 mètre. [...] Cette hausse n'est pas sans conséquence sur nos sociétés humaines, puisque la majorité de la population vit le long des côtes. Aujourd'hui, certaines îles du Pacifique sont même menacées de disparition pure et simple.

Si l'océan est très sensible aux effets du réchauffement climatique, il en est également le principal régulateur, comme le précise Sabrina Speich : « Il absorbe 93 % de l'excès de chaleur dû aux émissions de gaz à effet de serre que l'homme injecte dans l'atmosphère. » Actuellement, les courants océaniques distribuent lentement cette chaleur en excès sur tout le volume des mers, ce qui rend minimales les modifications de température en profondeur. [...]

L'océan est un réservoir incroyable de biodiversité. Des grands mammifères aux organismes extrémophiles<sup>1</sup> qui vivent dans les profondeurs, près de trois cent mille espèces ont déjà été identifiées, avec une moyenne récente de deux mille découvertes chaque année ! Mais c'est encore bien peu par rapport au nombre réel d'espèces marines estimé, qui atteindrait, lui, les deux millions. [...] Reste que les changements en cours, rapides et de grande ampleur, causent déjà bien des dégâts parmi la faune marine. Ainsi, les coraux sont clairement en danger. [...]

Autre menace majeure : la surpêche. Un fléau mondial amorcé dans les années 1980, au moment « où la pêche mondiale a arrêté d'être simplement locale pour devenir internationale », nous raconte Philippe Cury, directeur de recherche à l'Institut de recherche pour le développement (IRD). En plus d'amoinrir les stocks d'animaux marins, la surpêche provoque des disparitions locales d'espèces. « Aujourd'hui, on estime que 30 à 40 % des espèces sont surexploitées », déplore le biologiste, qui précise que, « au niveau mondial, les populations actuelles de grandes espèces de poissons représentent moins de la moitié de ce qu'on avait il y a cinquante ans ». [...]

---

<sup>1</sup> Organismes extrémophiles : organismes qui vivent dans les milieux extrêmes

Au début des années 2000, cent trente millions de tonnes de poissons étaient pêchées chaque année. Un chiffre en diminution aujourd'hui, car il y a de moins en moins d'animaux à capturer. Le poisson est la denrée alimentaire la plus échangée au niveau mondial, largement devant le blé ou le riz. « La pression sur la mer est énorme. Un poisson sur deux s'échange sur les marchés internationaux », s'inquiète le chercheur, qui pointe du doigt notre consommation croissante de produits de la mer. Alors que dans les années 1960, la consommation annuelle de poisson s'élevait à 9 kilos par personne, elle dépasse désormais les 20 kilos en moyenne mondiale et atteint 35 kilos en France, dont une partie conséquente de poissons sauvages. Une aberration pour Philippe Cury, qui explique que « désormais on consomme du poisson sauvage à l'échelle industrielle. C'est un peu comme si on mangeait de la viande sauvage, du bison ou du lion, mais avec une consommation de masse ». Pour relâcher la pression alimentaire sur la mer, des solutions existent, comme l'aquaculture. [...]

L'enjeu économique et politique de la pêche est plus global, car il reflète également les relations qu'entretiennent les pays du Nord avec ceux du Sud. Le Nord importe 70 % des poissons des pays en développement. Et, alors qu'en Europe la pêche tend à diminuer, elle explose en Asie. Pour retrouver une abondance de poisson correcte, « il faut laisser la nature respirer », indique Philippe Cury, mais il ajoute que « la mondialisation de la pêche a entraîné la pauvreté des pêcheurs. Il faut utiliser les subventions pour qu'ils pêchent moins, de façon plus ciblée et laissent les stocks se renouveler ». Cette pêche plus sélective permettrait d'enrayer la disparition des espèces marines et réclamerait l'abandon des grands chaluts<sup>2</sup> qui ramassent tout, sans distinction. Cette politique d'accompagnement et de quotas a déjà porté ses fruits pour la protection du thon rouge, dont la population a commencé à se reconstituer en Méditerranée quelques années après la mise en place de ces quotas en 2007. En 2014, ils ont même été relevés pour trois ans, à la demande des pêcheurs. [...]

L'humanité tirera-t-elle les leçons du passé afin de respecter cet océan qui lui rend tant de services ? D'autant que celui-ci lui offre encore de nouvelles perspectives, notamment dans le domaine de l'énergie. Alors que les ressources fossiles sont massivement utilisées, entraînant une pollution environnementale et un changement climatique sans aucune mesure, la transition énergétique doit s'accélérer. Or des sources d'énergie propres, comme le vent ou la force des vagues, pourraient être utilisées. Depuis la fin du XVIIIe siècle, de nombreux procédés inventifs ont été imaginés pour chercher à capter la puissance de la houle et créer ainsi de l'énergie propre. [...]

Si l'océan permet d'envisager des alternatives aux énergies fossiles, certains pensent aussi à lui pour faire face à la pénurie de métaux qui s'annonce. Alors que les ressources terrestres s'épuisent, pourquoi ne pas explorer le fond des océans à la recherche de cuivre, platine ou cobalt ? C'est l'idée de l'exploitation des ressources minérales profondes, dont on connaît l'existence depuis les années 1980. [...] Trois ressources attirent particulièrement l'attention des industriels et des chercheurs : les encroûtements cobaltifères<sup>3</sup>, les nodules<sup>4</sup> polymétalliques et les sulfures hydrothermaux. Si pour l'instant aucune expérimentation réelle d'exploitation n'a été réalisée, ces ressources posent question. [...] D'autant que brasser le fond des océans à la recherche de nodules, par exemple, ne semble pas sans conséquence sur les écosystèmes marins. Pour les exploiter, il faut récolter sur le plancher océanique nodules et sédiments, sur des profondeurs de plusieurs dizaines de centimètres. Résultat : toute la faune est détruite, sans distinction. Les questionnements sont les mêmes pour les

---

<sup>2</sup> Chaluts : bateaux de pêche

<sup>3</sup> Encroûtement cobaltifère : concrétion rocheuse à la surface du sol marin, particulièrement riche en cobalt.

<sup>4</sup> Nodules : masse globuleuse, de nature différente généralement de la roche dans laquelle elle est incluse.

encroûtements cobaltifères, qui se trouvent sur des monts sous-marins. Là encore, pour être exploitée, la roche doit être décapée : « On extermine tout le biotope présent dessus, c'est une perturbation importante », insiste Sylvain Lamare. [...]

« Il faut que l'océan devienne un vrai défi, comme l'a été l'espace à une autre époque », poursuit Françoise Gaill. Doucement, les lignes commencent à bouger depuis l'organisation de la COP21<sup>5</sup>, même si l'océan ne semble toujours pas faire partie des priorités. Désormais, les politiques ne peuvent plus se contenter d'être simplement locales, que ce soit sur les coraux, la surpêche ou le réchauffement climatique. Elles doivent être globales.

Dans les mois et les années à venir, des engagements prometteurs vont se mettre en place. L'ONU a notamment intégré les océans dans l'un de ses objectifs de développement durable de l'agenda 2030 : l'ODD14<sup>6</sup>. Et la COP23, organisée par les îles Fidji, devrait envoyer un signal encourageant pour la préservation des océans. Si le concept même d'océan peut paraître trop vaste ou trop abstrait pour les gouvernances, le constat est là et bien concret : « Notre planète n'a pas de ressources infinies, rappelle Sabrina Speich. En altérant de manière rapide des équilibres naturels qui ont mis des millions d'années à se former, par des activités comme celles de l'homme en un siècle, la mer n'est pas capable de revenir, par ses propres processus, à un équilibre aussi rapidement. Le tout dans un monde où la croissance démographique est vertigineuse. »

Dans quelques années, les deux tiers de la planète vivront au bord de la mer. Une raison de plus pour prendre soin d'elle.

Léa Galanopoulo, « La mer, avenir de l'homme », publié dans la revue « Carnets de science »,  
2017.

---

<sup>5</sup> COP21 : Conférence des Parties (COP) à la Convention cadre des Nations Unies sur les changements climatiques.

<sup>6</sup> ODD14 : Objectif de développement durable consacré à la vie aquatique (défini par l'ONU)

## DOCUMENT 2 : Alice Ferney, *Le Règne du vivant*, 2014

*Dans ce récit, Gérald Asmussen, un caméraman norvégien, s'embarque à bord de l'Arrowhead, un bateau de militants qui s'opposent à pêche illégale en zone protégée. Le texte qui suit constitue le préambule du récit, dans lequel le cameraman fait le bilan de son expérience sur le navire.*

J'ai cherché les grands poissons, les mérus<sup>7</sup> géants, les espadons, les requins monstrueux. Ils avaient disparu. J'ai regardé la mer intouchée et la mer épuisée. Au cœur du Pacifique, dans le nœud de ses courants vers le nord, j'ai filmé la grande décharge du monde : sur trente mètres de profondeur un continent de plastique, sacs, bidons, bouteilles, de toutes les marques, dans toutes les langues et de toutes les couleurs. Jusque dans ses espaces inatteignables, le globe terrestre devenait l'égout des hommes. J'ai recherché le vide et le silence, je fuyais ce monde en croissance. J'ai pisté ses destructeurs. J'ai traversé les sanctuaires et poursuivi les braconniers. J'ai vu la violence de l'homme industriel se jeter sur la richesse des mers, ses mains de fer mettre à mort les plus gros, les plus rapides, les plus formidables prédateurs. J'ai vu les grands chaluts<sup>8</sup> ramasser en aveugle une faune inconnue. J'ai su de quoi les humains sont capables. J'ai redouté ce qu'ils font quand ils se savent invisibles, en haute mer, sur la banquise, dans le face-à-face sans mot avec les bêtes à leur merci. J'ai combattu l'horreur : les tueries, les mutilations, les dépeçages, l'entassement des cadavres. J'ai vu mourir noyées dans leur sang des baleines qui criaient comme des femmes. On nous disait qu'elles n'avaient ni âme ni langage. Leur conscience d'elles-mêmes traversait l'onde et vrillait mes oreilles. Ces proies inoffensives et tendres, je ne doutais pas qu'elles eussent une intériorité. Je connus leur valeur et leur fragilité. Nous leur devons une protection. Loin sur l'eau, dans les immensités sans côtes ni havres<sup>9</sup>, à écouter la voix du vent, à regarder le lent gonflement des vagues, ou bien la mer couchée que la tempête met debout, je me suis senti à la fois insignifiant et responsable. Quel usage faisons-nous du monde ? La question s'est levée comme une vague qui m'a submergé.

---

<sup>7</sup> Mérus et espadons sont de grands poissons marins

<sup>8</sup> Chaluts : bateau de pêche

<sup>9</sup> Les havres : les ports

## DOCUMENT 3



*Plage de Korle Gono, Ghana. Photographie de Christian Thompson (EPA).*

**1<sup>ER</sup> CONCOURS EXTERNE OUVERT AU TITRE DE L'ANNEE 2023  
POUR LE RECRUTEMENT DANS LE CORPS DES TECHNICIENS 2<sup>O</sup> GRADE EN TANT QUE  
TECHNICIEN SUPERIEUR DE LA METEOROLOGIE DU STATUT PARTICULIER DES  
PERSONNELS TECHNIQUES DE LA NOUVELLE-CALEDONIE**

-----□□-----

**ÉPREUVE ÉCRITE OBLIGATOIRE N° 2 : MATHEMATIQUES ET TECHNOLOGIE**

Durée : 3 heures

Coefficient : 5

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

L'usage de la calculatrice est autorisé.

**L'utilisation de toute documentation est strictement interdite.**

Cette épreuve se compose de deux parties :

- Partie A : Mathématiques (10 points) – sujet, pages 2 à 5  
*réponses à indiquer sur la feuille fournie avec la copie (pages 13 à 14)*
  
- Partie B : Technologie (10 points) – sujet, pages 6 à 12  
*réponses à indiquer sur une copie*

Pour les questions 1 à 10, sous forme de QCU (questionnaire à choix unique).

Une bonne réponse = 1 point,

une mauvaise réponse entraîne = - 0,25 point,

une absence de réponse = 0 point.

Pour les autres questions, aucune pénalité ne sera appliquée en cas de mauvaise réponse.

*Ce sujet comporte 14 pages (page de garde incluse).*

## **PARTIE A : MATHEMATIQUES**

Les questions 1 à 10 sont sous forme de QCU (questionnaire à choix unique).

Pour chacune de ces questions, une seule réponse est exacte.

Aucune justification n'est attendue.

Une bonne réponse rapporte 1 point, une mauvaise réponse entraîne une pénalité de 0,25 point, une absence de réponse entraîne 0 point à la question.

Les questions 11, 12 et 13 nécessitent une réponse rédigée.

Une feuille réponse est fournie en annexe sur laquelle toutes les réponses aux 13 questions doivent être reportées.

### **EXERCICE 1 :**

**Question 1 :** Le prix d'un ordinateur soldé à 23 % est de 658 €. Son prix initial était de :

- a) 506,66 €
- b) 681 €
- c) 854,55 €
- d) 809,34 €

**Question 2 :** Les ventes d'un nouveau roman ont régulièrement progressé de 2% par semaine depuis sa parution. Au cours de la première semaine il s'en était vendu 10000 exemplaires. Le nombre total d'exemplaires vendus au cours des 45 semaines écoulées depuis sa parution est :

- a) 743326
- b) 537750
- c) 718927
- d) 23900

**Question 3 :**  $(-7x + 5)^2 - (8x - 3)^2$  est égal à :

- a)  $-15x^2 + 34$
- b)  $-113x^2 + 118x + 16$
- c)  $-15x^2 - 22x + 16$
- d)  $-113x^2 + 34$

**Question 4 :** On considère une fonction  $f$  définie, continue et dérivable sur  $[-5 ; 10]$  telle que  $f(-5) = 6$  ;  $f(-1) = -2,5$  ;  $f(3,5) = 12$  et  $f(10) = 5$ . Voici le tableau de signe de sa fonction dérivée  $f'$  :

$x$	-5	-1	3,5	10
$f'(x)$	-		+	-

L'équation  $f(x) = 5,5$  admet :

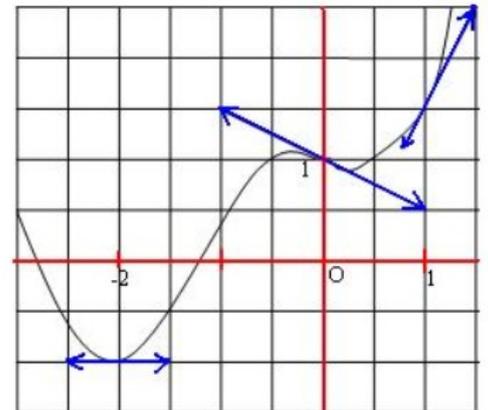
- a) 0 solution
- b) 1 solution
- c) 2 solutions
- d) 3 solutions

**Question 5 :** On donne dans un repère orthonormé les points :  $A(0 ; 2)$ ,  $B(1 ; 3)$ ,  $C(-2 ; 1)$  et  $D(-1 ; 0)$ . Alors :

- a)  $\vec{AB}$  et  $\vec{CD}$  sont orthogonaux
- b)  $\vec{AB}$  et  $\vec{CD}$  sont colinéaires
- c)  $\vec{AB} \cdot \vec{CD} = \vec{0}$
- d)  $\vec{AB} \cdot \vec{CD} = \vec{AD}$

**Question 6 :** Soit la fonction  $f$  représentée ci-contre. Alors :

- a)  $f'(-2) = -1$
- b)  $f'(0) = -0,5$
- c)  $f'(0,5) \times f'(-2,5) > 0$
- d)  $f'(-1,5) < 0$



**Question 7 :** Soit la fonction  $f$  définie et dérivable sur  $\mathbb{R}$  telle que  $f(x) = (3x - 4)e^{5x+2}$ . Alors sa fonction dérivée  $f'$  est définie par :

- a)  $f'(x) = (15x - 17)e^{5x+2}$
- b)  $f'(x) = 3e^{5x+2}$
- c)  $f'(x) = (15x + 6)e^{5x+2}$
- d)  $f'(x) = (15x^2 - 14x - 8)e^{5x+2}$

**Question 8 :** Un laboratoire de recherche met au point un test de dépistage d'une maladie chez une espèce animale et fournit les renseignements suivants : « la population testée comporte 21% d'animaux malades. Si un animal est malade, le test est positif dans 99% des cas ; si un animal n'est pas malade, le test est négatif dans 91% des cas ». On prend un animal au hasard et on note M l'événement « l'animal est malade », et T l'événement « le test est positif ».

Alors la probabilité (arrondie à  $10^{-4}$ ) que l'animal soit malade sachant que le test soit positif est :

- a) 0,2079
- b) 1,2000
- c) 0,2790
- d) 0,7452

**Question 9 :** L'équation  $e^{x+1} - 2 = 0$  a pour solution :

- a)  $\ln 2 - 1$
- b)  $\ln 3$
- c)  $e^3$
- d)  $e^2 - 1$

**Question 10 :** Soit  $f$  la fonction définie sur  $R$  par  $f(x) = 5x + 7$ . L'aire du domaine compris entre l'axe des abscisses, la courbe représentative de  $f$ , les droites d'équations  $x = 1$  et  $x = 5$  est :

- a)  $\int_5^1 \square 5x + 7 dx$
- b)  $[5x^2 + 7x]_1^5$
- c)  $(\frac{120}{2} + 28)$  u.a.
- d) 102 u.a.

## **EXERCICE 2 :**

*LES REPONSES DOIVENT ETRE REDIGEES ET ARGUMENTEES*

Le bassin d'une piscine municipale a une capacité de 600 000 litres d'eau. Afin de respecter les normes d'hygiène et de sécurité, 30 000 litres d'eau de la piscine sont renouvelés chaque heure et le taux de chlore maximum autorisé est de 0,25 mg/L.

Un soir après la fermeture de la piscine, alors que le taux de chlore est indétectable, 1 kg de chlore est déversé par erreur dans le bassin à 20 h.

Le directeur de la piscine souhaiterait savoir quand il pourra ouvrir à nouveau la piscine au public. On modélise la concentration massique du chlore présent dans la piscine par une fonction  $f$ . Lorsque  $t$  désigne le temps écoulé depuis l'accident, exprimé en heures,  $f(t)$  représente la concentration massique du chlore présent dans la piscine en milligrammes par litre. On admet que la fonction  $f$  est solution de l'équation différentielle :

$$(E) : y' + 0,05y = 0 \text{ où } y \text{ désigne une fonction de la variable } t.$$

**Question 11** : Résoudre l'équation différentielle (E).

**Question 12** : Expliquer pourquoi  $f(0) = \frac{5}{3}$ .

**Question 13** : Sachant que  $f(t) = \frac{5}{3} \times e^{-0,05t}$ , déterminer au bout de combien de temps la piscine pourra ouvrir de nouveau au public.

## **PARTIE B : TECHNOLOGIE**

Le sujet comporte **12 questions** de type Question à Choix Unique (QCU) ou bien d'analyse avec rédaction d'une réponse sur une copie séparée de la partie mathématiques.

Chaque question est indépendante.

**Vous répondrez pour les questions à choix unique sur votre copie en indiquant clairement le numéro de question et votre réponse.**

### **Mise en situation :**

L'étude porte sur les différentes structures constituant une station météo connectée installée sur un site isolé.

Cette station mesure en toute autonomie différentes grandeurs physiques (température, humidité, rayonnement solaire, vitesse du vent). Ces mesures sont effectuées toutes les 2h et sauvegardées localement sur une carte SD.

Entre deux mesures la station est mise en veille, la gestion temporelle est effectuée par une horloge temps réel. L'autonomie de la batterie est de 6 mois.



**Question 14 :**

Dans le cahier des charges, la plage de mesure du capteur de température est :

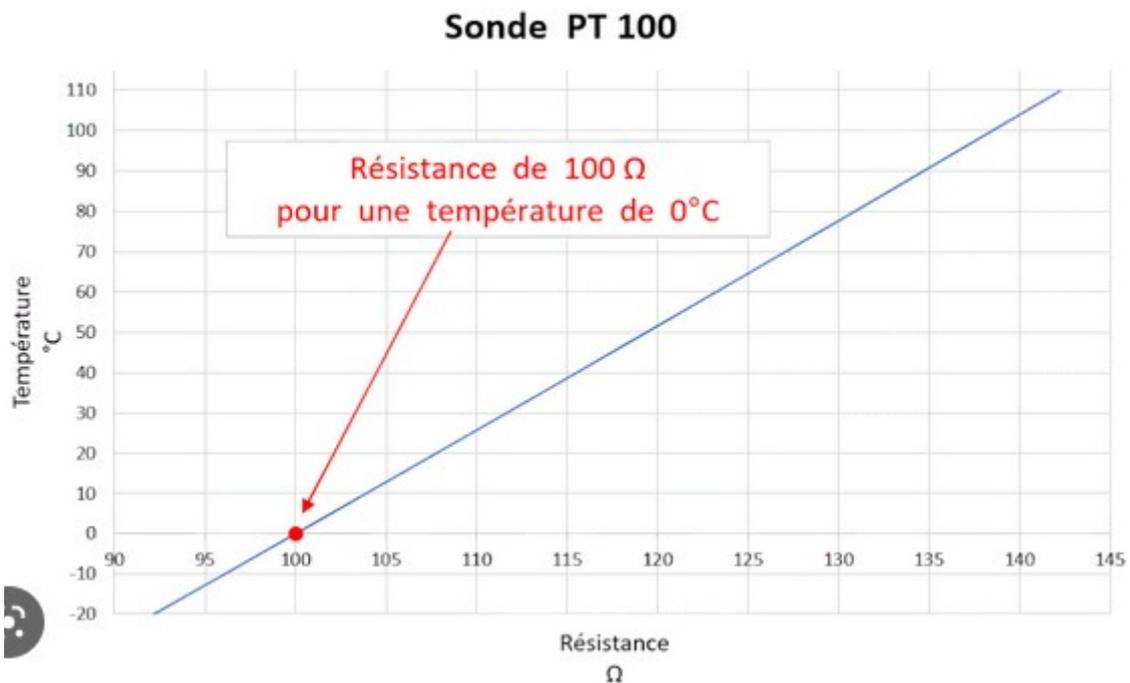
- -35°C à +50°C
- précision :  $\pm 0,5^\circ\text{C}$
- tension alimentation :  $V_{\text{alim}} = + 5\text{V}$

A l'aide des extraits de documentation technique dans l'annexe 1, choisir le modèle de capteur en justifiant votre réponse.

**Question 15 :**

La sonde de température utilisée est de type PT100. C'est une résistance variable dont la valeur varie en fonction de la température mesurée avec une loi de variation du type :

$$R_{\text{capteur}} = R_0 \cdot (1 + a \cdot \theta) \quad \text{avec } R_0 = 100 \, \Omega \quad \text{pour } \theta = 0^\circ\text{C}$$



Sachant que le capteur est traversé par un courant continu de 10 mA, déterminer la tension obtenue aux bornes du capteur pour une température extérieure mesurée  $\theta = 34^\circ\text{C}$ .

**Question 16 :**

Pour  $\theta = 90^\circ\text{C}$ , on considère que  $R_{\text{capteur}} = 135 \, \Omega$ .

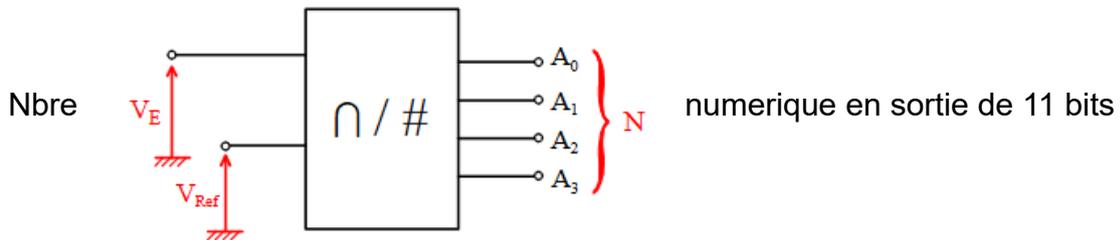
Le capteur est alimenté par une source de courant continue  $I = 10 \, \text{mA}$ .

Calculer la puissance dissipée par le capteur.

**Question 17 :**

La mesure de température analogique est convertie en un nombre binaire pour être exploitée par un microcontrôleur à l'aide d'un convertisseur Analogique/Numerique (CAN) dont les caractéristiques sont :

- tension pleine échelle : 5V
- nombre de bits du convertisseur : 11



Déterminer la valeur du code obtenu en sortie du CAN pour une tension  $V_E$  en entrée du CAN égale à 1,15V.

**Question 18 :**

La carte électronique possède un afficheur LCD permettant de vérifier le fonctionnement en local de la station. Cet afficheur utilise une table de décodage ASCII.

A l'aide du tableau ci-dessous, indiquer le code ASCII en hexadécimal du message :

**Test:34**

Table ASCII :

MSB \ LSB		0	1	2	3	4	5	6	7
		000	001	010	011	100	101	110	111
0	0000	NUL	DLE	SP	0	@	P	`	p
1	0001	SOH	DC1	!	1	A	Q	a	q
2	0010	STX	DC2	"	2	B	R	b	r
3	0011	ETX	DC3	#	3	C	S	c	s
4	0100	EOT	DC4	\$	4	D	T	d	t
5	0101	ENQ	NAK	%	5	E	U	e	u
6	0110	ACK	SYN	&	6	F	V	f	v
7	0111	BEL	ETB	'	7	G	W	g	w
8	1000	BS	CAN	(	8	H	X	h	x
9	1001	HT	EM	)	9	I	Y	i	y
A	1010	LF	SUB	*	:	J	Z	j	z
B	1011	VT	ESC	+	;	K	[	k	}
C	1100	FF	FS	,	<	L	\	l	
D	1101	CR	GS	-	=	M	]	m	{
E	1110	SO	RS	.	>	N	^	n	~
F	1111	SI	US	/	?	O	_	o	DEL

### **Question 19 :**

On considère que la station fonctionne 1h par jour pendant 180 jours (6 mois).

La consommation des divers équipements (capteurs, carte électronique, horloge, afficheur...) est estimée à 150 mA.

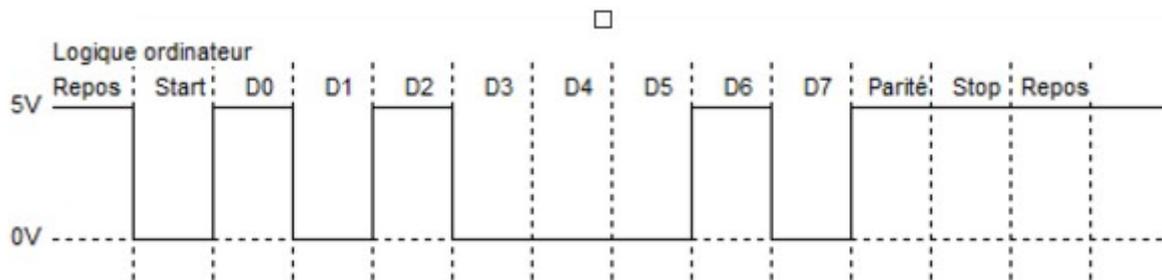
En considérant que la batterie ne peut être déchargée complètement, (profondeur de décharge limitée à 70%, cela signifie qu'il doit y avoir au moins 30 % d'énergie disponible au bout de 6 mois d'utilisation), déterminer la capacité minimale de la batterie en A.h permettant de satisfaire le cahier des charges.

### **Question 20 :**

La mesure de l'humidité, codée sur 8 bits en binaire naturel, est stockée sur la carte SD avec un horodatage des informations.

L'échange des données entre le microcontrôleur et la carte SD s'effectue à l'aide d'une liaison série RS232. (1 bit de start, 8 bits de données, parité paire, 1 bit de stop)

On capture la trame ci dessous :



Donner la valeur de l'humidité mesurée.

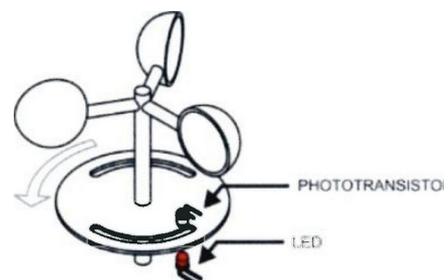
### **Question 21 :**

#### **Principe de fonctionnement de l'anémomètre :**

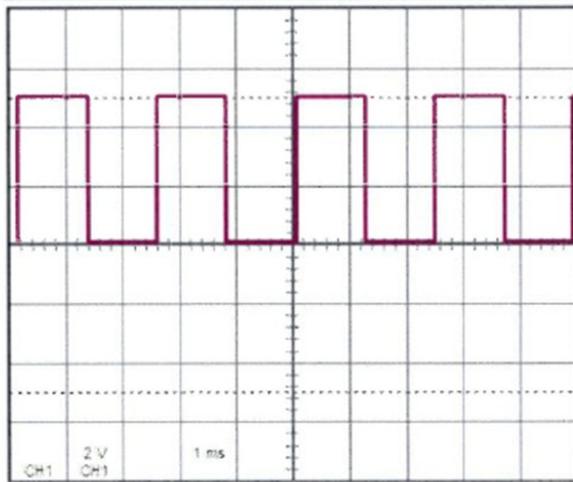
Un moulinet à 3 coupelles est entraîné par la force du vent.

Un signal logique est généré à l'aide de capteurs photoélectriques à chaque tour de moulinet.

Après mise en forme du signal, l'image de la vitesse du vent en m/s est alors égale à la fréquence du signal logique en hertz.



Rélevé de la vitesse du vent sur l'anémomètre :



*Calibres : horizontal : 10 mS / DIV  
vertical : 2V/DIV*

Sur l'oscillogramme, déterminer la période du signal logique, image de la vitesse du vent mesuré.

**Question 22 :**

On mesure que la période T du signal issu de l'anémomètre est égale à T = 30 mS.

A l'aide de la description du fonctionnement de l'anémomètre à la question 21, calculer la vitesse du vent en m/s.

**Question 23 :**

Cette station météo peut aussi fonctionner en réseau pour transmettre les informations vers un serveur de stockage si elle n'est pas située en site isolé.

On désire la connecter au réseau Ethernet avec une adresse IPV4 de classe C.

Classe	Adresses	
A	0.0.0.0 à 127.255.255.255	Réseaux de grande envergure (ministères, entreprises) ; 126 réseaux et 16777214 machines
B	128.0.0.0 à 191.255.255.255	Réseaux moyens (universités) ; 16384 réseaux et 65534 machines
C	192.0.0.0 à 223.255.255.255	Petits réseaux (PME, salles) ; 2097153 réseaux et 254 machines
D	224.0.0.0 à 239.255.255.255	Adressage multidestinatoires
E	240.0.0.0 à 247.255.255.255	Réservé

Répartition des adresses IP en IPV4 en binaire:

Bits	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31					
Classe A	0	N° réseau (126)							N° hôte (16 777 214)																												
Classe B	1	0	N° réseau (16382)										N° hôte (65 534)																								
Classe C	1	1	0	N° réseau (20 971 150)																	N° hôte (254)																
Classe D	1	1	1	0	Multicast																																
Classe E	1	1	1	1	0	Réservées																															

Quelle combinaison adresse / masque de sous réseau peut on choisir ?

- 10.5.120.12 / 255.0.0.0
- 192.110.120.48 / 255.255.255.0
- 192.110.5.255 / 255.255.255.0
- 192.110.5.1 / 255.0.0.0

**Question 24 :**

Pour vérifier le paramétrage logiciel d'une adresse IP sur un poste informatique, quelle instruction doit on utiliser ?

- ARP
- PING
- IPCONFIG
- TELNET

**Question 25 :**

On souhaite réaliser l'algorithme en pseudolangage (description des actions à réaliser en français) de la gestion des mesures, toutes les 2 heures.

Principe de fonctionnement :

Toutes les 2 heures, l'horloge temps réel met au niveau logique 1, la variable HTR, pour indiquer qu'il faut effectuer la série de mesures et les mémoriser dans la carte SD.

L'algorithme effectue une série de 3 mesures à la suite pour fiabiliser les relevés.

A la fin du traitement, la variable HTR est forcée au niveau logique 0 et le programme se termine.

Réaliser l'algorithme de fonctionnement **en utilisant uniquement tout ou partiellement** les instructions suivantes :

Nom Variable : HTR

DEBUT

FIN

ECRIRE (HTR :=0)

MESURER Grandeurs physiques ( vent, température, humidité...)

MEMORISER Mesures dans carte SD

LIRE HTR (variable positionnée par l'horloge Temps réel (variable HTR))

SI ..... ALORS.....

SINON.....

TANT QUE..... FAIRE

REPETER ..... JUSQU'A.....

POUR I=1 à N (pas de 1) FAIRE ....

## Annexe 1 – Documentation technique : capteurs de température

### Capteur : LM135

Capteur de température de précision, à base d'une diode zener, avec sortie analogique 10mV/°K.

- calibré en °K
- précision  $\pm 1^\circ\text{C}$
- fonctionnement de 450 $\mu\text{A}$  à 5mA
- impédance de sortie dynamique inférieure à 1  $\Omega$

#### ORDER CODES

Part number	Temperature Range	Package	
		Z	D
LM135	-55°C, +150°C	•	•
LM235	-40°C, +125°C	•	•
LM335,A	-40°C, +100°C	•	•

### Sonde PT100 :

Les sondes PT100 sont des sondes de températures de précisions stables à base de sonde de platine (RTD).

Sonde : Pt 100 céramique DIN IEC 60751 classe A, simple ou double enroulement en montage 3 fils (2 ou 4 fils sur demande)

Câble de raccordement : PFA/tresse/PFA

Température d'utilisation : -50 à +200 °C

Nominal resistance	100 $\Omega$ at 0 °C
Temperature coefficient	3,85 x 10 <sup>-3</sup> /K (see table)
Class B, DIN EN 60751	$\Delta\theta = \pm (0,3 + 0,005 \theta) [^\circ\text{C}]$
Test voltage	2,5 kV AC (not 019061 and T223047)
Extension leads	PTFE; silver-plated stranded copper wire 0,14 mm <sup>2</sup> or PVC isolated copper wire
Shrink sleeve	Kynar
max. temperature at sensors with max. 170°C	200 °C (max. 170 h)

### Capteur température DHT 11 :

Le capteur de température et d'humidité DHT11 communique avec un microcontrôleur via un port série. Livré avec résistance de "pull-up" pour la sortie data.

Alimentation: 3 à 5 Vcc    Consommation maxi: 2,5 mA

Plage de mesure:

- température: 0 à +50 °C
- humidité: 20 à 100 % HR

Précision :

- température:  $\pm 2^\circ\text{C}$
- humidité:  $\pm 5\%$  HR

**Annexe : FEUILLE RÉPONSE PARTIE A – MATHÉMATIQUES**

CONCOURS : TSI 2023 NC

Numéro de candidat :

Cocher clairement la case correspondante à la réponse sélectionnée.

	a	b	c	d
Question 1				
Question 2				
Question 3				
Question 4				
Question 5				
Question 6				
Question 7				
Question 8				
Question 9				
Question 10				

Question 11 :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



.....  
.....  
.....

**CONCOURS EXTERNES OUVERTS AU TITRE DE L'ANNEE 2023  
POUR LE RECRUTEMENT DANS LE CORPS DES TECHNICIENS 2° GRADE EN TANT  
QUE TECHNICIEN SUPERIEUR DE LA METEOROLOGIE DU STATUT PARTICULIER DES  
PERSONNELS TECHNIQUES DE LA NOUVELLE-CALEDONIE**

-----□□-----

**EPREUVE ORALE D'ADMISSION :** ENTRETIEN AVEC LE JURY A PARTIR D'UN TEXTE  
OU D'UNE CITATION DE PORTEE GENERALE TIRE  
AU SORT PAR LE CANDIDAT, PERMETTANT  
D'APPRECIER SES QUALITES DE REFLEXION,  
SES CONNAISSANCES ET SES MOTIVATIONS.

**Préparation :** 15 min

**Entretien :** 20 min

**Coefficient :** 7

**SUJET 1**

**Vous devez préparer un commentaire de texte que vous exposerez durant 5 minutes aux membres du jury.**

Le sujet comporte 3 pages y compris la page de garde.

Source : <https://www.futura-sciences.com>

Auteur : Céline Deluzarche

Publié le 24 juillet 2022

## **Prévision météo : combien de temps à l'avance peut-on prévoir le temps ?**

Aujourd'hui, on sait prévoir le temps de façon fiable à environ 10 jours. Mais grâce à l'amélioration des modèles et des observations satellitaires, ce délai augmente petit à petit. Pourra-t-on un jour faire une prévision météo plusieurs mois à l'avance ?

La plupart des sites météo présentent aujourd'hui des prévisions jusqu'à deux semaines. Le site de Météo France, par exemple, établit des prévisions météo à sept jours puis une « tendance » pour les sept jours suivants. Sur la Chaîne météo, on a même accès à des prévisions illimitées ville par ville avec trois scénarios classés par ordre de probabilité. Alors qu'en est-il vraiment ? Peut-on se fier à des prévisions au-delà d'une semaine ?

En réalité, tout dépend de l'échelle à laquelle on se situe et du type d'événement météo. « Pour une tornade par exemple, la prévision de la trajectoire est limitée à une dizaine de minutes, explique François Lalaurette, directeur des opérations pour la prévision à Météo France. Pour une tempête traversant la France, c'est environ 3 jours à l'avance, une période de canicule environ une semaine, et on peut dire plusieurs mois à l'avance si une saison sera plutôt chaude ou froide ». La précision varie aussi des endroits : « Dans les zones tropicales, les perturbations sont plus difficiles à anticiper car elles sont de nature plus orageuses et moins organisées que les perturbations des latitudes tempérées. Il n'y a pas de systèmes dépression/anticyclone par exemple. »

### **Prévisions météo : nous gagnons un jour tous les 10 ans**

Au niveau des prévisions météo ville par ville, « nous gagnons en moyenne un jour de prévision tous les 10 ans depuis les 30 dernières années », assure François Lalaurette. Cela signifie que la fiabilité des prévisions à quatre jours aujourd'hui est équivalente à celle de trois jours il y a 10 ans et à deux jours il y a 20 ans. Cette fantastique amélioration est le résultat de données de plus en plus détaillées sur les paramètres de vent, de température, de rayonnement, etc. en provenance notamment des satellites, combinées à l'augmentation faramineuse de la puissance de calcul. Car les interactions au sein de l'atmosphère sont particulièrement difficiles à modéliser et à anticiper ; c'est ce qu'on appelle l'effet papillon, théorisé en 1969 par le mathématicien et météorologue Edward Lorenz. Il montrait comment deux états d'origine presque identiques peuvent diverger considérablement au bout de deux semaines en raison d'une minuscule perturbation initiale comme un battement d'ailes de papillon.

### **Plus de 15 jours de prévision météo fiable ?**

Mais avec des données et des modèles de plus en plus précis, on parvient aujourd'hui à réduire ces imprécisions initiales. Alors peut-on imaginer avoir un jour des prévisions fiables un ou deux mois à l'avance ? Une étude publiée dans le Journal of the Atmospheric Sciences en 2019 fixe une

limite de prévision à 15 jours. « Actuellement, sous les latitudes moyennes, le délai de 10 jours constitue la limite de prévisibilité pratique. La réduction de l'incertitude des conditions initiales prolonge les délais de prévision déterministe du temps quotidien jusqu'à 5 jours », prédisent les auteurs. Mais la possibilité d'amélioration concernant les phénomènes à petite échelle comme les orages reste, elle, beaucoup plus réduite, modèrent-ils. Une autre étude de 2018, qui a analysé divers modèles météorologiques, montre que ces derniers commencent à diverger au bout de 2 à 13 jours et indique une limite de prédictibilité de la troposphère de deux à trois semaines. Pour François Lalaurette, ces études sont à prendre avec des pincettes. « Dans les années 1950, on situait la limite à un jour ou deux, explique le spécialiste. A priori, il n'existe aucun plafond infranchissable ».

### **Prévisions saisonnières : l'été sera-t-il chaud ?**

À plus long terme, on dispose de prévisions saisonnières, accessibles par exemple sur le site de Météo France. Ce dernier donne une tendance du climat moyen sur les trois mois à venir, à l'échelle d'une grande région comme l'Europe de l'Ouest. Contrairement aux prévisions à échéance de quelques jours, l'information n'est ni détaillée ni chiffrée, mais elle nous dit par exemple si le temps sera plutôt chaud et humide ou plutôt froid et sec. Elle est élaborée en intégrant la modélisation des océans, qui disposent d'une inertie thermique bien plus grande que l'atmosphère. Les prévisions saisonnières sont en outre meilleures pour la température que pour les précipitations, et concernant la température, meilleures en hiver qu'en été. Enfin, la prévision météo de moyen terme est plus fiable dans les zones tropicales, fortement soumises à l'influence océanique, que sous les latitudes tempérées comme en Europe.

**CONCOURS EXTERNES OUVERTS AU TITRE DE L'ANNEE 2023  
POUR LE RECRUTEMENT DANS LE CORPS DES TECHNICIENS 2° GRADE EN TANT  
QUE TECHNICIEN SUPERIEUR DE LA METEOROLOGIE DU STATUT PARTICULIER DES  
PERSONNELS TECHNIQUES DE LA NOUVELLE-CALEDONIE**

-----□□-----

**EPREUVE ORALE D'ADMISSION :** ENTRETIEN AVEC LE JURY A PARTIR D'UN TEXTE  
OU D'UNE CITATION DE PORTEE GENERALE TIRE  
AU SORT PAR LE CANDIDAT, PERMETTANT  
D'APPRECIER SES QUALITES DE REFLEXION,  
SES CONNAISSANCES ET SES MOTIVATIONS.

**Préparation :** 15 min

**Entretien :** 20 min

**Coefficient :** 7

**SUJET 2**

**Vous devez préparer un commentaire de texte que vous exposerez durant 5 minutes aux membres du jury.**

Le sujet comporte 4 pages y compris la page de garde.

Source :<https://www.le-monde.fr>

Auteurs : Gary Dagorn et Léa Sanchez

Publié le 23 juin 2023

## **L'organisme météorologique tarde à libérer ses précieuses données, malgré les bénéfices attendus, dans un contexte où le climat se réchauffe. Mais cela devrait changer en 2024 (extraits).**

Il y a du nouveau du côté de Météo-France. Depuis le 1er juin, l'organisme publie chaque jour une « météo des forêts » : une carte colorée du vert au rouge qui expose les niveaux de risques de feux de forêt, comme d'autres bulletins de vigilance déjà édités par l'organisme public. Une innovation bien accueillie, mais qui n'est disponible que sous la forme d'une image fixe. « Il n'y aura pas de publication de fichiers sous forme de données », explique Météo-France. Difficile, dès lors, de réutiliser ce nouvel indicateur et de l'analyser de façon statistique, alors que les sécheresses, qui se multiplient ces dernières années, accentuent pourtant le risque d'incendie.

L'exemple illustre la difficulté d'accès à la majorité des données produites par l'établissement. Malgré quelques exceptions notables - les informations des cartes de vigilance météo sont librement téléchargeables -, la plupart sont payantes, voire complètement indisponibles pour le grand public.

« Ces données sont pourtant primordiales dans bien des usages de suivi du changement climatique, des sécheresses, de la durée de retour des périodes d'inondations, etc. », déplorent Frédéric Ameye, vice-président de l'association Infoclimat, Nicolas Baldeck, fondateur de Météo-Parapente, ainsi que Christian Quest, porte-parole d'OpenStreetMap France, dans un rapport soumis fin mars à Guillaume Rozier, conseiller du président de la République sur la stratégie numérique et les données publiques. Le document, publié le 4 mai, détaille les lacunes de Météo-France, mondialement renommé pour la qualité de ses modèles de prévision et l'excellence de ses chercheurs, mais qui demeure une « exception européenne et même mondiale dans la diffusion des données météorologiques ».

### **Un trésor d'intérêt public**

Si la politique de Météo-France en matière d'open data est aussi critiquée, c'est avant tout parce que l'organisme public dispose d'une riche bibliothèque de données météorologiques et climatiques. « La France est réputée pour la qualité de son observation météo et le fait qu'elle remonte assez loin. (...) C'est un trésor qu'a Météo-France », assure au Monde M. Ameye. En incluant les outre-mer, elle dispose de 2 100 stations météorologiques (dont certaines remontent à la fin du XIXe siècle) qui enregistrent toutes les six minutes la température, les précipitations, l'humidité de l'air, la force et la direction du vent, l'ensoleillement, la pression atmosphérique, etc.

De ces données d'observation terrestres sont issus des indicateurs composites, comme l'indicateur thermique national, une moyenne de la température quotidienne de l'air dans trente stations météorologiques utilisée pour définir les vagues de chaleur. Mais celui-ci n'est pas librement disponible, ni au public ni aux journalistes, à moins d'en faire la demande formelle.

D'autres indicateurs sont, eux, produits à partir d'observations satellitaires couplées à des modèles de surface, comme le volume des manteaux neigeux, dont la fonte au printemps alimente les cours d'eau, ou l'indice d'humidité des sols, qui mesure la teneur en eau jusqu'à deux mètres de profondeur, très utile pour les agriculteurs, les hydrologues et les pouvoirs publics. S'ils étaient disponibles librement, tous ces indicateurs produits par Météo-France trouveraient de nombreuses utilités, par exemple pour alimenter le débat public autour de la gestion de l'eau.

Malheureusement, ces nombreuses données ne sont accessibles qu'en payant des redevances prohibitives : il faut ainsi déboursier 200 000 euros par an pour accéder aux données quotidiennes de toutes les stations françaises depuis leur ouverture, pour tous les paramètres disponibles (vent, précipitations, etc.). Le rapport adressé à Guillaume Rozier cite le cas de collectivités «qui produisent leurs propres données en installant des stations météorologiques, réutilisent celles des communautés "open data", en achètent au secteur privé, mais... ne disposent pas des données de Météo-France, les factures étant considérées comme trop élevées ».

La diffusion d'information météo a pourtant un impact significatif : un rapport de France Stratégie a évalué en 2018 les bénéfices socio-économiques de l'activité de Météo-France comme étant de 3,4 à 8 fois supérieurs aux dépenses de l'opérateur.

Les entreprises spécialisées, par exemple dans le diagnostic de la vulnérabilité climatique auprès des collectivités, voient un intérêt à la libération de ces données : «Si l'information est disponible, on va pouvoir la traiter, l'analyser et l'utiliser dans le cadre de nos missions de conseil», explique Léo Génin, directeur associé du cabinet de conseil I Care by BearingPoint, qui utilise déjà des données disponibles gratuitement. Une base plus complète permettrait d'aller « un cran plus loin, notamment dans des analyses à des échelles régionales ». Actuellement, cela impose de trouver «suffisamment de demandes » de clients (collectivités, entreprises) pour rentabiliser l'investissement.

### **Des obligations inscrites dans la loi**

La situation à Météo-France est d'autant plus singulière que la loi contraint déjà les administrations et entreprises de service public à ouvrir leurs données et algorithmes.

Par ailleurs, le contrat conclu entre l'État et Météo-France pour 2022-2026 fixe à l'organisme public l'objectif de déployer en 2023 une nouvelle interface de programmation (API) permettant d'accéder aux données historiques du climat français et lui demande de supprimer les redevances tout en augmentant «très fortement» le volume de données mis en ligne sur son portail.

La situation des données de Météo-France n'avait pas échappé à la Cour des comptes, qui avait critiqué l'organisme public en mars 2019 pour continuer à faire payer ses données malgré la loi Lemaire, tout en soulignant les incohérences de l'État, qui demande à ses établissements de développer des ressources propres mais exige aussi d'eux de supprimer leurs redevances.

Les mêmes critiques visaient l'Institut national de l'information géographique et forestière (IGN), qui commercialisait à l'époque « une part notable» de ses données. L'IGN a, en 2021, opéré un changement de modèle radical en ouvrant l'intégralité de ses données sur une plate-forme spécifique (dont une partie des coûts a été prise en charge par l'Etat).

## Frilosité et contraintes budgétaires

Quid de Météo-France ? Pourquoi les lignes ne semblent-elles pas vraiment bouger, dix ans après le rapport Trojette, qui recommandait déjà de supprimer les redevances perçues sur les données publiques ? Pourquoi la gratuité de réutilisation des données, préconisée par le premier ministre Edouard Philippe «au plus tard en 2022», en réponse à la Cour des comptes, et réaffirmée en septembre 2021 dans la feuille de route du ministère de la transition écologique, n'est-elle pas effective ?

Une partie de la réponse s'explique par les pertes liées à la fin des redevances. «En 2022, c'était 1,6 million d'euros. Donc effectivement, il y a un impact financier sur le budget de l'établissement», confirme au Monde Christophe Morel, directeur de la stratégie de Météo-France. Cette somme ne représente que 0,42 % du budget 2021 (381,5 millions d'euros). Mais dans un contexte budgétaire très tendu (baisse d'un quart des équivalents temps plein et de 15 % des subventions de l'État en dix ans, selon un rapport sénatorial), la libération des données de l'opérateur est « une évolution importante qu'il convient de bien mener, sans déséquilibrer l'établissement », commente au Monde le ministère de la transition écologique.

« On doit faire des choix avec un budget et des ressources contraintes », corrobore Christophe Morel, qui défend une «démarche progressive» : «Nous ne sommes pas sourds, nous voyons bien qu'il y a un débat actuellement. Il y a une communauté d'utilisateurs qui est impatiente et qui attend l'ouverture des données depuis plusieurs mois, voire plusieurs années. Et puis, de l'autre côté, il y a la direction de l'établissement qui, effectivement, doit faire des choix. »

D'autres freins sont plus psychologiques : l'ouverture des données et leur réutilisation publique peuvent susciter des réticences des administrations, qui sont contraintes de repenser leurs rôles dans l'espace public, ce qui peut être difficile en interne. «Il peut y avoir l'argument selon lequel les utilisateurs ne seraient pas forcément compétents pour utiliser les données et que les seuls compétents seraient les chercheurs », déplore Frédéric Ameye, d'infoclimat.

Enfin, un dernier écueil tient à la difficulté de diffuser de grands volumes de données. « Ce n'est pas le métier de base de Météo-France », commente M. Ameye. L'architecture informatique actuelle, qui ne repose que sur des serveurs internes, est jugée coûteuse et n'est pas nécessairement adaptée à la diffusion vers l'extérieur. « On cherche l'optimum et donc on se penche sur des architectures différentes, hybrides, où il resterait une partie des données à Météo-France et une autre partie qui serait dans le cloud, explique Christophe Morel, le directeur de la stratégie de l'organisme public. On en est au début de l'analyse sur ces questions-là. Il faudrait qu'on ait en interne un renfort de compétences sur ces nouvelles technologies. » Il regrette « qu'on ne travaille pas assez aujourd'hui » avec Etalab, qui pilote l'ouverture des données de l'État, et la Direction Interministérielle du Numérique (DINUM).

**CONCOURS EXTERNES OUVERTS AU TITRE DE L'ANNEE 2023  
POUR LE RECRUTEMENT DANS LE CORPS DES TECHNICIENS 2° GRADE EN TANT  
QUE TECHNICIEN SUPERIEUR DE LA METEOROLOGIE DU STATUT PARTICULIER DES  
PERSONNELS TECHNIQUES DE LA NOUVELLE-CALEDONIE**

-----□□-----

**EPREUVE ORALE D'ADMISSION :** ENTRETIEN AVEC LE JURY A PARTIR D'UN TEXTE  
OU D'UNE CITATION DE PORTEE GENERALE TIRE  
AU SORT PAR LE CANDIDAT, PERMETTANT  
D'APPRECIER SES QUALITES DE REFLEXION,  
SES CONNAISSANCES ET SES MOTIVATIONS.

**Préparation :** 15 min

**Entretien :** 20 min

**Coefficient :** 7

**SUJET 3**

**Vous devez préparer un commentaire de texte que vous exposerez durant 5 minutes aux membres du jury.**

Le sujet comporte 3 pages y compris la page de garde.

Source :<https://www.le-monde.fr>

Auteur : Audrey Garric

Publié le 3 mai 2023

## **Climat : le retour d'El Nino, « l'enfant terrible du Pacifique », jugé très probable cette année**

L'Organisation météorologique mondiale alerte sur le risque élevé de survenue de ce phénomène, qui se traduit le plus souvent par une élévation des températures globales et de la fréquence d'événements climatiques extrêmes dans de nombreuses régions.

En 2022. des vagues de chaleur extrême, des sécheresses historiques, des inondations dévastatrices et des incendies ravageurs se sont abattus sans relâche sur la planète. La situation pourrait être encore pire cette année et en 2024. Il est en effet « très probable » qu'un épisode El Niño commence au début du deuxième semestre 2023 et qu'il se poursuive tout au long des six mois, avertit le bulletin de l'Organisation météorologique mondiale (OMM) publié mercredi 3 mai. Ce phénomène, qui consiste en un réchauffement d'une partie de l'océan Pacifique équatorial, se traduit le plus souvent par une élévation des températures mondiales et augmente le risque d'événements climatiques extrêmes dans de nombreuses régions.

Le rapport, établi avec les contributions de nombreux experts et centres météorologiques mondiaux, calcule à 80 % la probabilité qu'un Fort El Niño se manifeste entre juillet et septembre. Le risque est de 60 % pour la période de mai à juillet, et de 70 % entre juin et août - des valeurs bien plus élevées que lors du précédent bulletin il y a deux mois. D'autres instituts, comme l'Agence météorologique et océanographique américaine, l'estiment même à 90 % pour la fin de l'année.

El Niño. qui dure d'ordinaire entre neuf mois et un an, est un phénomène naturel qui survient en moyenne tous les deux à sept ans et fonctionne en alternance avec son opposé, La Nina, un refroidissement des eaux de surface du Pacifique équatorial qui diminue la température mondiale.

Les deux se succèdent dans un cycle que l'on nomme ENSO (El Niño/Southern Oscillation), qui provoque les variations naturelles les plus importantes du système climatique à l'échelle saisonnière et annuelle. Le dernier épisode La Niña vient de prendre fin, après s'être maintenu pendant trois années consécutives (2020-2021-2022), ce qui est très rare. Le Pacifique tropical connaît actuellement des valeurs ENSO neutres.

S'il se développait, l'épisode El Niño se renforcerait tout au long de l'automne avant d'atteindre son intensité maximale entre décembre et janvier, d'où son nom, qui désigne aussi l'Enfant Jésus, en espagnol.

Des records de chaleur

«L'apparition d'un phénomène El Niño entraînera très probablement une nouvelle flambée des températures mondiales et augmentera le risque de battre des records de chaleur», prévient dans un communiqué Petteri Taalas, le secrétaire général de l'OMM, qui estime que « le monde devrait se préparer ».

Les huit dernières années sont déjà les plus chaudes jamais enregistrées, et la température moyenne du globe en 2022 a été supérieure de 1,2 °C aux niveaux préindustriels (1850-1900), malgré La Niña qui a freiné temporairement le réchauffement climatique, Le record est détenu par l'année 2016. en raison d'un phénomène El Niño très puissant couplé au réchauffement d'origine humaine.

Pour les scientifiques, il est donc très probable, en cas de survenue d'un nouvel El Niño, que 2023 ou 2024 détrône 2016 comme l'année la plus chaude. L'effet sur les températures mondiales d'El Niño se manifeste généralement l'année qui suit le développement du phénomène et, dans le cas présent, c'est en 2024 qu'il sera donc probablement le plus évident », précise l'OMM.

« Un épisode El Niño entraîne un réchauffement mondial compris entre 0,1 et 0,3 °C », ajoute Eric Guilyardi, océanographe et climatologue à l'Institut Pierre-Simon Laplace, à Paris. Cet impact vient du fait que le Pacifique tropical représente un quart de la surface de la planète.

### **Effet boule de neige**

Les observations montrent d'ores et déjà d'importantes anomalies de chaleur dans les eaux de surface de l'est du Pacifique, le long des côtes sud-américaines, jusqu'à + 2,7 °C par rapport aux normales. « On a également observé une bulle d'eau chaude située à une profondeur de 50 à 200 mètres tout au long de l'équateur dans le Pacifique », indique Jérôme Vialard, océanographe à l'Institut Pierre Simon Laplace. Enfin, deux coups de vent d'ouest ont été enregistrés ces dernières semaines, des anomalies qui durent une quinzaine de jours et favorisent l'émergence du phénomène.

« Tout cela pourrait déboucher sur un effet boule de neige dans le fonctionnement de l'océan et de l'atmosphère », indique Jérôme Vialard. Lors d'un El Niño, les eaux chaudes provenant de l'ouest du Pacifique tropical migrent vers l'est et le centre du bassin océanique, tandis que les alizés (des vents d'est) s'affaiblissent, ce qui renforce le réchauffement, dans un emballement temporaire.

### **Les impacts diffèrent d'un épisode à l'autre**

S'il est autant surveillé, c'est que « l'enfant terrible du Pacifique », comme il est surnommé, entraîne des conséquences dramatiques. Au-delà du réchauffement planétaire, El Niño est généralement associé à une augmentation des précipitations dans certaines régions du sud de l'Amérique du Sud, dans le sud des Etats-Unis et en Californie, la Corne de l'Afrique et l'Asie centrale, pouvant déboucher sur des pluies diluviennes, des inondations et des glissements de terrain. A l'inverse, El Niño peut provoquer de graves sécheresses en Australie (entraînant aussi des incendies), en Indonésie, en Inde et dans certaines zones du sud de l'Asie. « La récolte de riz peut être réduite jusqu'à moitié dans ces régions », prévient Eric Guilyardi.

Le long des côtes du Pérou et du Chili. El Niño empêche la remontée d'eau froide et donc de nutriments, ce qui provoque une chute des populations de poissons et de certains oiseaux et parfois l'absence totale de pêche. Pendant l'été boréal, le réchauffement des eaux causé par El Niño peut contribuer à la formation d'ouragans dans le centre et l'est du Pacifique (touchant notamment la Polynésie française ou Hawaï). et faire au contraire obstacle à cette dernière dans l'Atlantique, épargnant cette fois les Caraïbes. Le phénomène peut également accélérer le blanchissement de certains coraux et il a favorisé des épidémies, comme la dengue ou le choléra, dans plusieurs régions du monde.

**CONCOURS EXTERNES OUVERTS AU TITRE DE L'ANNEE 2023  
POUR LE RECRUTEMENT DANS LE CORPS DES TECHNICIENS 2° GRADE EN TANT  
QUE TECHNICIEN SUPERIEUR DE LA METEOROLOGIE DU STATUT PARTICULIER DES  
PERSONNELS TECHNIQUES DE LA NOUVELLE-CALEDONIE**

-----□□-----

**EPREUVE ORALE D'ADMISSION :** ENTRETIEN AVEC LE JURY A PARTIR D'UN TEXTE  
OU D'UNE CITATION DE PORTEE GENERALE TIRE  
AU SORT PAR LE CANDIDAT, PERMETTANT  
D'APPRECIER SES QUALITES DE REFLEXION,  
SES CONNAISSANCES ET SES MOTIVATIONS.

**Préparation :** 15 min

**Entretien :** 20 min

**Coefficient :** 7

**SUJET 4**

**Vous devez préparer un commentaire de texte que vous exposerez durant 5 minutes aux membres du jury.**

Le sujet comporte 4 pages y compris la page de garde.

\*

Source : [www.futura-sciences.com](http://www.futura-sciences.com)

Auteur : Nathalier Mayer

Publié le 27 février 2021

## Comment le machine learning va révolutionner les prévisions météo

Prévoir le temps qu'il fera le lendemain, ce n'est pas une chose aisée. Encore moins lorsque l'on s'attaque au temps qu'il fera dans une semaine ou dans un mois. Mais les météorologistes pourraient bientôt recevoir l'aide d'un nouvel allié : l'intelligence artificielle. Florence Rabier, la directrice générale du Centre européen pour les prévisions météorologiques à moyen terme (CEPMMT), nous explique comment le machine learning pourrait révolutionner les prévisions.

Vous retrouvez sous une averse alors qu'un grand beau temps avait été annoncé. Vous en avez sûrement déjà fait l'amère expérience. Pourtant, la météorologie est bien une science. Celle qui se consacre à l'étude des phénomènes qui se produisent dans notre atmosphère et plus précisément encore, dans sa couche la plus basse, la troposphère. Alors, comment expliquer ces erreurs ?

D'abord par le fait que la science peut se tromper. C'est même de cette manière qu'elle progresse. « Lorsque le Centre européen pour les prévisions météorologiques à moyen terme (CEPMMT) a été créé, nos prévisions reposaient sur un modèle atmosphérique. Puis, nous nous sommes aperçus que pour faire de bonnes prévisions, nous ne pouvions pas nous contenter de données atmosphériques. Nous devons nous intéresser au système Terre dans sa globalité. Intégrer à notre modèle d'autres composantes comme les océans, les terres émergées ou la cryosphère », nous raconte Florence Rabier, météorologiste et directrice générale du CEPMMT. Ce qui complexifie encore un peu plus le sujet d'étude. D'autant que « même si nos utilisateurs sont essentiellement européens, nous devons nous intéresser au système à l'échelle globale, car en matière de prévisions météo, tout est lié. » Ainsi les modèles qu'utilise le CEPMMT se rapprochent aujourd'hui de plus en plus des modèles climatiques. Avec toute la complexité que cela suppose. Et les risques d'erreurs inhérents.

Se pose donc assez naturellement la question des limites du système de prévision. « Tout est une question d'échelle. Aussi bien dans le temps que dans l'espace », nous explique alors Florence Rabier. « Prévoir qu'une averse tombera sur Paris dans un mois avec une échéance d'une heure, c'est impossible. En revanche, nous sommes capables de le faire pour la journée à venir. Au-delà, nous pouvons prévoir s'il pleuvra plutôt dans la matinée ou dans l'après-midi. Passé deux semaines, nous pouvons prévoir des types de temps. Dire s'il fera plus chaud ou moins pluvieux que la normale. À l'échelle d'une année, nous sommes aujourd'hui seulement en mesure d'annoncer des signaux globaux comme la survenue d'un phénomène El Niño ou d'une sécheresse globalisée. »

Le travail du CEPMMT, c'est de proposer des prévisions de plus en plus précises sur le moyen terme. « Pour les météorologues, cela correspond à une période comprise entre 3 et 10 jours », nous précise Florence Rabier. Depuis les années 1960, les experts estiment avoir amélioré leurs prévisions d'un jour par décennie. « À l'échelle globale, nous en sommes désormais à des prévisions fiables à sept jours. » Et le CEPMMT espère gagner encore un jour dans la décennie à venir. Grâce aux progrès des supercalculateurs et surtout, au machine learning.

## La puissance de l'intelligence artificielle au service de la météo

*« Nous faisons tourner notre modèle plusieurs fois par jour jusqu'à 15 jours d'échéance, plusieurs fois par semaine jusqu'à un mois et demi d'échéance et même plusieurs fois par mois à l'échéance saisonnière. Pour cela, nous comptons sur les performances d'un supercalculateur, le HPC. À l'avenir, nous allons travailler dur pour adapter nos codes à des architectures hybrides et gagner ainsi encore en efficacité. »*

### Chaque jour, des centaines de millions d'observations

Concernant le machine learning, l'ambition est de l'intégrer sur toute la chaîne de traitement de l'information. En commençant par la phase de prétraitement des observations. *« Chaque jour, nous devons traiter des centaines de millions d'observations et sélectionner les plus pertinentes, celles qui viendront nourrir notre modèle, soit environ 60 à 80 millions. Avec le machine learning, nous espérons améliorer le tri et la cohérence de ces observations. »* D'autant qu'elles seront bientôt enrichies par des données issues d'une foule d'objets connectés. *« Des pluviomètres installés dans les jardins aux essuie-glaces des voitures de demain qui nous diront à quel moment ils se sont mis en marche. Des données non calibrées, issues de sources non conventionnelles que le machine learning devrait pouvoir nous aider à gérer. »*

Vient ensuite la phase que les météorologues appellent d'assimilation des données. Une phase au cours de laquelle, comme nous l'évoquions plus haut, la science intègre ses erreurs pour progresser. *« Notre modèle donne des prévisions excellentes à quelques heures. En recombinaison presque en continu ces prévisions avec les nouvelles observations qui nous arrivent, nous pouvons recadrer la trajectoire du modèle alors qu'il avance dans le temps. Traditionnellement, nous parlons d'approche bayésienne d'estimation. Mais c'est un peu aussi ce que fait le machine learning. Cela nous permet de corriger les erreurs aléatoires du système, mais aussi les biais de notre modèle. »*

Autre secteur dans lequel les météorologues espèrent profiter de la puissance du machine learning : la paramétrisation des équations, l'ajout de paramètres, au-delà des seuls réglages. *« Notre modèle repose sur de nombreuses équations qui disent comment le vent se propage, comment le rayonnement solaire pénètre l'atmosphère, comment les particules s'élèvent dans les airs. Derrière se cachent des lois de la physique complexes. Tout cela coûte très cher en temps de calcul, car cela demande de manipuler beaucoup d'informations physiques. Paramétriser nos équations à l'aide d'un module de machine learning pourrait accélérer le processus jusqu'à dix fois. »* Une manière d'augmenter la résolution du modèle et donc sa qualité. *« Car nous pourrions alors, sans prendre plus de temps qu'aujourd'hui, prendre en compte plus de processus, plus d'observations et viser une résolution plus fine »,* nous explique Florence Rabier.

### Interpréter les prévisions des modèles

Et la directrice générale du CEPMMT termine en nous présentant les apports attendus du machine learning en matière de post-traitement. *« Pour tenir compte de l'effet papillon, du caractère chaotique de l'atmosphère, nous fournissons à nos utilisateurs des données qui correspondent en réalité à cinquante versions différentes de notre modèle avec de légères variations dans les conditions, une sorte de faisceau de prévisions qui donne une information sur les différents scénarios susceptibles de se produire. Cette source inépuisable d'informations est difficile à intégrer pour un utilisateur humain. Certes, cette information peut être condensée en regroupant*

les types de temps pour établir qu'il y a 50 % de chance pour que se forme un anticyclone, 20 % de chance pour qu'apparaisse une dépression et 30 % pour que l'on s'oriente vers un blocage. Mais chaque utilisateur est intéressé par un paramètre ou une région en particulier. » Le machine learning peut aussi aider à faire des corrélations qui ne reposent plus sur le modèle. Elles pourraient apporter un complément précieux, permettant de savoir, par exemple, quand traiter des champs pour un maximum d'efficacité.

Dans le même ordre d'idée, l'une des idées clés de l'initiative européenne Destination Earth est de fournir aux utilisateurs, grâce au cloud, une plateforme qui permet d'accéder à toutes les données d'observation et de prévision. Et même de faire tourner toutes sortes de scénarios spécifiques, « en fonction du reboisement d'une parcelle par exemple ».

C'est donc un nouveau monde de possibilité qui semble s'ouvrir à la météorologie. Il faudra toutefois rester prudent. Car le réchauffement climatique en cours pourrait venir rebattre les cartes. « Il a changé le monde et les dynamiques météo que nous avons observées par le passé pourraient ne plus être valables à l'avenir », prévient Florence Rabier. De quoi lancer un nouveau défi à cette science ingrate que l'on appelle la météorologie.