

ANNALES 2023

2nd CONCOURS EXTERNE

CORPS DES TECHNICIENS 2^e GRADE-TSM
(Filière instruments et installations)

DU STATUT PARTICULIER DES
PERSONNELS TECHNIQUES DE LA
NOUVELLE-CALÉDONIE

**CONCOURS POUR LE RECRUTEMENT DE
TECHNICIENS SUPÉRIEURS DE LA MÉTÉOROLOGIE
DE PREMIÈRE CLASSE, SPÉCIALITÉS
« INSTRUMENTS ET INSTALLATIONS » ET « EXPLOITATIONS »
(CONCOURS INTERNE ET EXTERNE)
SESSION 2023**

**ÉPREUVE ÉCRITE OBLIGATOIRE N° 1 :
QUESTIONS ET COMMENTAIRE**

Durée : 3 heures

Coefficient : 3

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 ou assistant électronique, etc.) est strictement interdite.

Cette épreuve se compose de 3 documents :

PARTIE I : Questions documents 1 et 2 - 6 points
Question document 3 - 4 points

PARTIE II : Commentaire - 10 points

Il sera tenu compte lors de la correction de l'expression et de l'orthographe.

Ce sujet comporte 6 pages (page de garde incluse).

Partie I : QUESTIONS (10 points)

Questions sur les documents 1 et 2

1. Présentez rapidement mais de manière organisée le point commun et les différences des documents 1 et 2. (1 point) – environ 10 lignes
2. Expliquez l'expression soulignée dans chacun des textes. (5 points) – environ 15 lignes par expression

Question sur le document 3

3. Que montre la photographie prise à Dhaka et quelles réflexions cela vous inspire-t-il ? (4 points) – environ 15 lignes

Partie II : COMMENTAIRE (10 points)

La ville doit-elle se réinventer pour permettre aux êtres humains d'y vivre heureux ?

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 : « Sous le béton, la biodiversité »

La ville constitue par nature un espace artificiel. Aucune autre œuvre humaine ne permet d'observer de manière plus nette les impacts de notre manière d'habiter la planète, l'urbanisation galopante étant une des causes de l'érosion accélérée de la biodiversité. [...] Sans se transformer en déserts biologiques (la biodiversité est parfois plus abondante dans les parcs urbains que dans certaines zones d'agriculture intensive !), les grandes agglomérations se sont progressivement débarrassées de leurs éléments de nature dite « sauvage » (eaux stagnantes et cours d'eau à l'air libre, espaces humides, écosystèmes non gérés...) et les ont remplacés par une faune et une flore maîtrisées, propres, aseptisées, « sous cloche », bref, plus ornementales que fonctionnelles. [...]

« Loin d'être de simples éléments de décor destinés à faire joli, parer et embaumer, les végétaux permettent de lutter contre les polluants atmosphériques (oxydes d'azote, dioxyde de soufre, particules en suspension, métaux lourds, hydrocarbures aromatiques polycycliques, dioxines, composés organiques volatils...), indique Christiane Weber, du laboratoire Territoires, environnement, télédétection et information spatiale (Tetis). « En plus de participer à la capture du CO₂, les arbres servent à se protéger des nuisances sonores, du soleil et du vent, poursuit la chercheuse. Et, contrairement au macadam et au bâti qui absorbent le rayonnement solaire (l'énergie thermique qu'ils emmagasinent le jour étant restituée au cours de la nuit), l'eau et la végétation, par évaporation ou évapo-transpiration, augmentent le taux d'humidité de l'air, chose appréciable en été. » [...] Moins bétonnées, bruyantes, polluées, éclairées en permanence..., les villes sous nos latitudes pourraient aussi assurer un cadre de vie plus favorable à de multiples communautés faunistiques [...]. Mais laisser la nature reprendre ses droits dans la ville, en vertu du double principe « entretenir autant que nécessaire mais aussi peu que possible » et « préférer les essences locales aux végétaux d'origine exotique (souvent invasifs et allergènes) », conduit nécessairement à rompre avec certains codes de l'esthétisme urbain.

Transformation des gazons en prairies (sources importantes de graines et d'insectes pour les oiseaux granivores et insectivores), présence de feuilles et d'arbres morts, d'orties, de ronces sauvages et d'herbes folles dans les jardins publics et les cimetières... : une telle spontanéité végétale peut donner l'impression de l'abandon et déplaire aux habitants. « Plus généralement, ce sont les relations homme-nature, et leurs soubassements culturels, qu'il faut revoir si on veut permettre à des espèces qui avaient déserté le milieu urbain d'y reprendre pied, dit Xavier Le Roux. Et il faut expliquer que renforcer l'armature verte des villes contribue au bien-être et à la santé psychique des populations. » De fait, vivre à proximité de lieux de nature où l'on peut faire du sport, se promener en famille, pique-niquer, nouer des relations plus sereines avec les habitants de son quartier, s'adonner à la méditation, retrouver le rythme des saisons, etc., diminue les risques de dépression, d'anxiété, de stress, d'affections respiratoires, augmente les capacités cognitives (dont l'attention)... Sans oublier que c'est agir en faveur des plus défavorisés, l'espace public étant le seul patrimoine de l'individu démun. [...]

Une chose est sûre : être de plus en plus rarement au contact de la biodiversité, quand on habite en ville, conduit à ne pas avoir conscience du déclin vertigineux de nombreuses autres formes de vivant et ne pas agir pour leur préservation. « On s'intéresse surtout à ce qui constitue le cadre de références que l'on a construit notamment pendant son enfance et que l'on considère comme ce qui est bien », souligne Anne-Caroline Prévot, du Cesco.

Or, avec l'urbanisation croissante et les modes de vie actuels, la proximité des enfants avec la faune et la flore s'amenuise sans cesse. Bambins et lycéens passent chaque jour très peu de temps dehors et « perdent ainsi "l'expérience directe de nature" que l'école ne peut pas remplacer et sans laquelle la théorie ne sert à rien, poursuit la chercheuse. [...] Surtout, cela enclenche un cercle vicieux : comment se préoccuper d'une dégradation de la nature si celle-ci est considérée comme de moins en moins importante par les générations qui se succèdent ? » [...] Apporter une réponse efficace aux altérations des processus biologiques qu'engendre l'urbanisation, faire apprécier plus directement et plus intensément l'utilité de la présence de la biodiversité à un maximum de citoyens et les convaincre de sa valeur écologique, morale, esthétique ou économique, apparaît plus nécessaire que jamais. « Considérer qu'il est plus grave de confondre Victor Hugo et Molière que de confondre un platane et un érable, ou un merle et un étourneau, c'est peut-être considérer comme de peu d'importance le fait que la nature disparaisse de nos villes, voire de notre socle culturel commun. Or, la nature et nos relations avec elle restent indispensables à toute vie humaine », rappelle Anne-Caroline Prévot en célébrant le « vert de l'amitié » humain-non humain.

Philippe Testard-Vaillant

<https://lejournel.cnrs.fr/articles/sous-le-beton-la-biodiversite>

DOCUMENT 2 : « Rendre la ville aux femmes »

La ville, un espace neutre ? Bien au contraire, répondent les géographes. Pensée par des hommes, la ville est un lieu masculin qui dessert les femmes au quotidien. Du décor urbain aux aménagements publics, en passant par le harcèlement de rue, elle est pavée d'inégalités de genre.

[...] Être une femme en ville, c'est souvent vivre avec un sentiment d'insécurité. Un quotidien qui les distingue de la majorité des hommes. La peur qu'elles ressentent est fondée : dans la rue comme dans les transports en commun, les femmes sont victimes de harcèlement. Un phénomène quasi systématique, selon le spécialiste de la géographie du genre Yves Raibaud, qui l'a visibilisé grâce à ses travaux de chercheur au laboratoire *Passages* et de chargé de mission égalité femmes-hommes. [...] Selon un rapport du Haut Conseil à l'égalité entre les femmes et les hommes, publié en 2015, 100 % des femmes ont déjà été victimes de harcèlement dans les transports en commun.

Dans ce contexte, les femmes adoptent certains comportements pour évoluer, du mieux qu'elles peuvent, dans la ville. « Ce qui les différencie des hommes, c'est qu'avant de sortir, elles vont souvent planifier leur mobilité », explique Nadine Cattan, géographe et directrice de recherche au CNRS, au laboratoire Géographies-cités, qui a étudié les inégalités d'accès à la ville selon le genre. « Elles pensent à leur trajet en amont pour éviter des endroits qu'elles pensent être peu sûrs – qu'elles aient vécu des agressions ou non dans ces lieux. Les représentations qu'on se fait de la ville et de sa dangerosité jouent beaucoup plus sur les pratiques et les mobilités des femmes qu'elles ne jouent sur les hommes », affirme la géographe. [...]

Les inégalités de genre dans la ville sont cependant loin de s'arrêter là, tant son aménagement défavorise les femmes. Symbole du vivre ensemble et pouvant représenter pour les femmes un lieu de liberté et de conquête de leurs droits, la ville est pourtant aménagée de manière inégalitaire. « Elle est pensée pour les hommes », affirme Yves Raibaud. Officiellement destinés à l'ensemble de la population, de nombreux équipements publics culturels ou de loisirs sont en effet utilisés en majorité par la gent masculine. [...]

Le paysage urbain est lui aussi inégalitaire, cette fois de manière symbolique. La majorité des rues, places et parcs portent des noms masculins, et les monuments dépeignent les genres de façon sexiste : les hommes y sont représentés en majesté – à cheval, puissants, dans un contexte militaire... – tandis que les femmes servent de décor, souvent dénudées.

« Rendre la ville aux femmes », par Salomé Tissolong, *Carnets du CNRS* #13 , février 2023.

DOCUMENT 3



Une enfant qui vit et joue dans le quartier de Hazaribach (Dhaka ,
Bangladesh)

Photo : Daniel Lanteigne, 2010. Creative Commons BY-NC-ND

**CONCOURS POUR LE RECRUTEMENT DE
TECHNICIENS SUPÉRIEURS DE LA MÉTÉOROLOGIE
DE PREMIÈRE CLASSE
SPÉCIALITÉ « INSTRUMENTS ET INSTALLATIONS »
(CONCOURS INTERNE ET EXTERNE)**

SESSION 2023

**ÉPREUVE ÉCRITE OBLIGATOIRE N° 2 :
MATHÉMATIQUES 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) – pages 2 à 6
réponses à indiquer sur la feuille fournie avec la copie
- Partie B : Technologie (10 points) – pages 7 à 14
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 : MATHÉMATIQUES

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 avec la copie sur laquelle toutes les réponses aux 13 questions doivent être reportées.

Exercice 1 :

1) On multiplie un nombre par 0,6 puis on ajoute 30 % et enfin on enlève 5 %. Cela revient à :

- a) enlever 15 %
- b) enlever 25,9 %
- c) ajouter 35 %
- d) enlever 74,1 %
- e) ajouter 74,1 %

2) On a placé un capital de 12350 € le 1^{er} janvier 2023 à un taux de 2,3 % par an. Quand aura-t-il doublé ?

- a) au 1^{er} janvier 2053
- b) au bout de 28 ans
- c) au 1^{er} janvier 2054
- d) au 1^{er} janvier 2025
- e) au bout de 25 ans

3) On considère la suite (u_n) définie pour tout nombre entier naturel par : $u_n = 3^{2n+1}$.

Soit la suite (v_n) définie pour tout entier naturel n par $v_n = \ln u_n$.

- a) v_n est une suite arithmétique de raison $2\ln 3$
- b) v_n est une suite géométrique de raison $2\ln 3$
- c) v_n est une suite arithmétique de raison $\ln 3$
- d) v_n est une suite géométrique de raison $\ln 3$
- e) v_n n'est ni arithmétique, ni géométrique.

4) On considère ici encore les deux suites de la question 3).

On pose $S_n = v_0 + v_1 + \dots + v_n$. L'expression de S_n en fonction de n est :

a) $(n + 1) \frac{\ln 3^{2n+2}}{2}$

b) $\frac{\ln 3 \times \ln(3^{2n+1})}{2}$

c) $(n + 1)\ln 3$

d) $\frac{(n+1)\ln 3}{2}$

e) $\frac{(\ln 3)^{n+1}}{2}$

5) Soit la fonction $f(x) = (3x^2 - 4)e^{-5x+2}$. Alors $f'(x) =$:

a) $(3x^2 + 6x - 4)e^{-5x+2}$

b) $(-15x^2 + 6x + 20)e^{-5x+2}$

c) $(3x^2 + 6x - 4) - 4e^{-5x+2}$

d) $-30xe^{-5x+2}$

e) $-6xe^{-5x+2}$

6) On considère une fonction f dont le tableau de variation est le suivant :

x	0	2	4	6	$+\infty$
$f(x)$	$+\infty$	$-3,5$	$4 - e$	$-0,15$	1

Le nombre de solutions de l'équation $f(x) = -38.10^{-2}$ est :

a) 0 solution

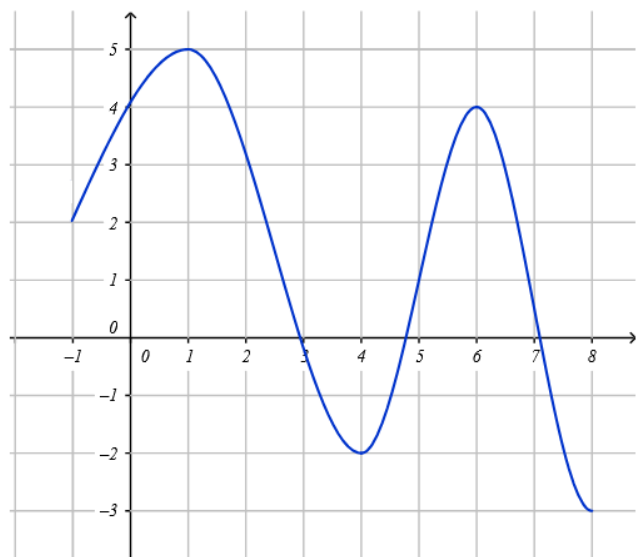
b) 1 solution

c) 2 solutions

d) 3 solutions

e) 4 solutions

7) On considère une fonction f .
Le graphique ci-contre représente f' la
fonction dérivée de f .



Alors le tableau de variation de f est :

a)

x	-1	1	4	6	8
$f(x)$		↗	↘	↗	↘

b)

x	-1	3	4,8	7,1	8
$f(x)$		↗	↘	↗	↘

c)

x	2	5	-2	4	-3
$f(x)$		↗	↘	↗	↘

d)

x	-1	1	4	6	8
$f(x)$		↘	↗	↘	↗

e)

x	-1	3	4,8	7,1	8
$f(x)$		↘	↗	↘	↗

8) Soit la fonction f définie sur $]0 ; +\infty[$ par $f(x) = \frac{\ln x}{x+1}$. La tangente à la courbe représentative de f au point d'abscisse 1 est parallèle à la droite d'équation :

- a) $y = x + 5$
- b) $y = 2x - 3$
- c) $y = 0,5x + 4$
- d) $y = -x + 1$
- e) $y = (\ln 2)x + 1$

Exercice 2 :

Dans une entreprise qui fabrique des pièces pour l'horlogerie, on souhaite étudier la conformité d'un type de pièce ayant la forme d'une roue dentée. Deux machines fabriquent ce type de pièce. Sur chacune des machines, on prélève 200 unités sortant de la chaîne de fabrication et on mesure avec précision le diamètre des roues dentées. On rassemble les résultats dans le tableau suivant :

Diamètre en mm	3,45	3,5	3,55	3,6
Nombre de pièces issues de la machine A	5	184	10	1
Nombre de pièces issues de la machine B	9	173	15	3

Une pièce est dite conforme lorsqu'elle a un diamètre de 3,5 mm.

9) On tire au hasard une pièce parmi les 400 qui ont été prélevées dans la production. La probabilité que le diamètre de cette pièce soit supérieur ou égal à 3,5 mm est de :

- a) 0,035
- b) 0,8925
- c) 0,0725
- d) 0,965
- e) 0,9275

10) Soit X la variable aléatoire qui, à chaque pièce mesurée, associe l'écart par rapport à la dimension théorique de 3,5 mm. Le tableau suivant donne la loi de probabilité de cette variable aléatoire.

x_i	-0,05	0	0,05	0,1
$P(X = x_i)$	0,035	0,8925	0,0625	0,01

L'espérance mathématique de la variable aléatoire X est de :

- a) 0,2375
- b) 5,875
- c) 0,002375
- d) 0,005875
- e) 0,025

Exercice 3 :

LES RÉPONSES DOIVENT ÊTRE RÉDIGÉES ET ARGUMENTÉES

On chauffe dans une grosse cuve un liquide et on appelle $g(t)$ sa température en degré celsius à l'instant t exprimé en seconde, g étant une fonction numérique définie sur $[0 ; +\infty[$.

On admet que la fonction f définie sur $[0 ; +\infty[$ par $f(t) = g(t) - 100$ est la solution de l'équation différentielle (E) : $y' + 2 \cdot 10^{-4} y = 0$ vérifiant $f(0) = -80$.

11) Résoudre (E).

12) Sachant que $g(t) = 100 - 80 e^{-2 \cdot 10^{-4} t}$, déterminer $\lim_{t \rightarrow +\infty} g(t)$.

13) Au bout de combien de temps la température atteint-elle 85°C ? Donner la réponse en heures, minutes et secondes.

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.

On souhaite étudier une installation domestique de panneaux solaires en autoconsommation.

La puissance photovoltaïque installée est de 1.1 kWc (kilo Watt crête), ce qui représente 3 panneaux solaires de 375 Wc.

Chaque panneau est équipé d'un micro onduleur de type IQ7 convertissant le signal continu issu du panneau en signal alternatif 230V/50Hz.

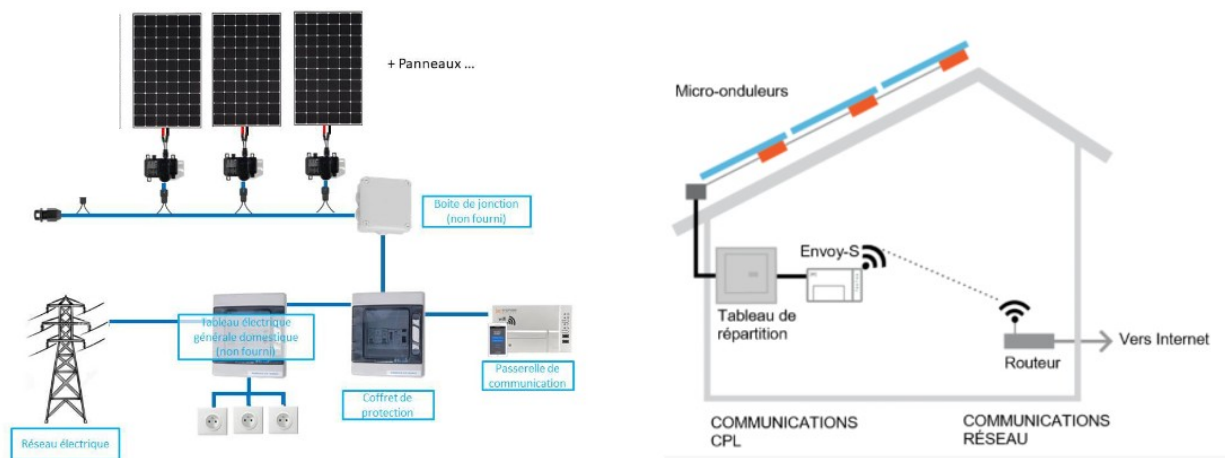
Le pilotage du système est réalisé à l'aide d'une passerelle connectée (nommée ENVOY) au réseau internet.

La communication entre la passerelle et les micro onduleurs s'effectue par courant porteur. On superpose une information au signal 230V/50Hz.

La communication par courant porteur (CPL) à bas débit utilise des techniques de modulations en modulation de fréquence. Les bandes des fréquences utilisées sont comprises entre 95 et 125 kHz.

Les documentations techniques sont fournies en annexe. (Annexe 1 et 2)

Architecture de l'installation et principe de fonctionnement :



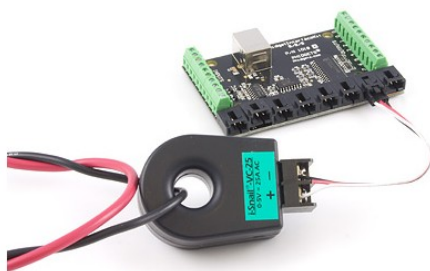
Question 14 :

À l'aide de la documentation technique DT1 et du type de panneau solaire utilisé, calculer la puissance maximale disponible à l'aide des 3 panneaux en sortie des micro onduleurs ?

Question 15 :

On mesure la consommation d'énergie et la production des panneaux via les micro onduleurs à l'aide d'un capteur d'intensité appelés TORE de mesure ou transformateur de courant.

Cette information analogique est envoyée après numérisation vers la passerelle de gestion.



Capteur de courant alternatif auto-alimenté délivrant une tension continue 0 à 5 Vcc proportionnelle à l'intensité passant au travers du trou central.

Son calibrage en usine élimine les réglages et configurations et procure une bonne précision.

Un seul des 2 conducteurs doit passer dans le trou central (sinon la valeur lue sera égale à 0).

Caractéristiques :

- Alimentation : auto-alimenté
- Plage de mesure: 0 à 25 A
- Tension de sortie: 0 - 5 Vcc
- Sortie linéaire jusque 6 Vcc
- Précision: 0,5%

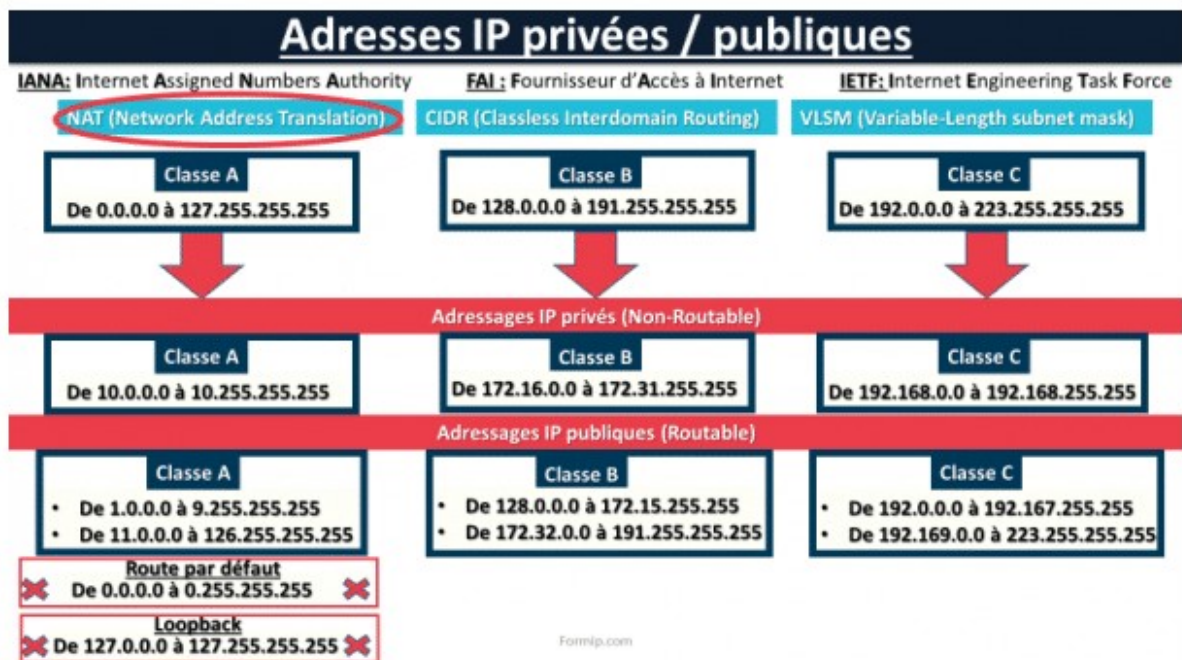
Déterminer la sensibilité de ce capteur en V/A.

Question 16 :

Pour une intensité de 5A circulant dans le conducteur, on obtient en sortie du capteur une tension de 1V.

Sachant que le convertisseur analogique / numérique (CAN) du microcontrôleur de la carte de gestion est un CAN 10 bits avec une pleine échelle 5V, déterminer le code binaire obtenu ?

Question 17 :



On souhaite connecter la passerelle et le PC de surveillance au réseau domestique dans un réseau de classe C.

L'adresse du réseau domestique est 192.168.5.0

Donner l'adresse à affecter au PC de surveillance ainsi que son masque de sous réseau.



PC Surveillance à paramétrer

Question 18 :

Quelle est l'adresse de diffusion du réseau 192.168.5.0 ?

- A) 192.168.5.255
- B) 192.255.255.255
- C) 192.168.5.0
- D) 255.255.255.0

Question 19 :

Le réseau étant paramétré, quelle instruction va permettre de vérifier que les équipements peuvent communiquer correctement :

- A) Arp
- B) Ipconfig
- C) Ping
- D) Traceroute

Question 20 :

On désire afficher les informations de production sur une page web codée en HTML.

Quelle est la structure HTML correcte ?

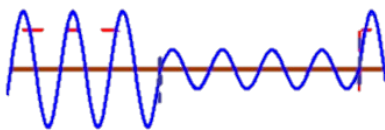
- A) <html> <body> <head> </head> </body> </html>
- B) <html> <head> </head> <body> </body> </html>
- C) <html> <head> </head> <body> </html> </body>
- D) <html> <head> </head> </html> <body> </body>

Question 21 :

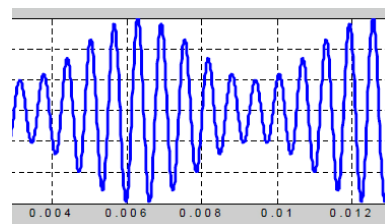
La communication entre la passerelle et les micro-onduleurs s'effectue par courants porteurs (superposition d'un signal haute fréquence sur le signal réseau 50 Hz) en modulation de fréquence.

Quel chronogramme représente une modulation de fréquence ?

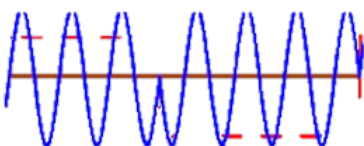
A)



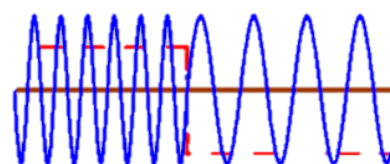
C)



B)



D)



Question 22 :

Coté micro onduleur, on souhaite récupérer et traiter l'information envoyée par courant porteur à une fréquence de 110 kHz.

On utilisera plutôt un filtre : (Fc : Fréquence de coupure)

- A) Filtre Passe Bas de $F_c = 100 \text{ kHz}$
- B) Filtre Passe Haut de $F_c = 100 \text{ kHz}$
- C) Filtre Passe Bande de $F_{cb} = 10 \text{ Hz}$ et $F_{ch} = 150 \text{ kHz}$
- D) Filtre Coupe Bande de $F_c = 110 \text{ kHz}$

Question 23 :

On mesure la température à l'intérieur du micro onduleur afin de prévenir tout risque d'incendie à l'aide d'un capteur de type Microchip TC74.

La documentation technique est fournie en annexe 2 -DT2

À l'aide de la documentation, déterminer la température en degré Celsius correspondant au code binaire suivant : % 0101 0101

Question 24 :

Le protocole utilisé entre le capteur de température TC74 et le microcontrôleur est de type I2C.

On souhaite lire la température mesurée par le capteur.

À l'aide de la documentation technique du capteur (annexe 2 -DT2), recopier et compléter sur votre copie la trame I2C correspondant à demande de lecture de la température mesurée à l'esclave TC74.

Trame partielle à compléter et recopier sur la copie :

Bit 0	Bit 1	Bit 2	Bit 3	Bit 4	Bit 5	Bit 6	Bit 7	Bit 8	Bit 9
S	?	?	?	?	?	?	?	?	ACK
Bit 10	Bit 11	Bit 12	Bit 13	Bit 14	Bit 15	Bit 16	Bit 17	Bit 18	
?	?	?	?	?	?	?	?	ACK	

S : Bit de start

ACK : Bit d'acquittement

Question 25 :

La trame binaire de lecture de la température est composée de 39 bits.

La vitesse de communication est de 100 kHz.

Calculer la durée de communication de cette information et l'exprimer dans l'unité multiple ou sous multiple la plus adaptée.

Annexe 1 - DT1 - Documentation technique 1

Extrait documentation Panneau solaire Electrolux :

365-375 Wp - 120 demi-cellules (M6) monocristallines
Haute efficacité et look noir complet haut de gamme
Garantie produit de 25 ans - Garantie de puissance de 25 ans

Caractéristiques électriques de ce panneau photovoltaïque :

- Puissance nominale : 375Wc
- Tolérance : 0/+5W
- Rendement : 20,59%
- Tension à puissance maximale (Vmpp) : 34,32V
- Courant à puissance maximale (Impp) : 10,93A
- Tension en circuit ouvert (Voc) : 42,11V
- Courant de court-circuit (Isc) : 11,40A

Autres caractéristiques techniques :

- Coefficient de température Puissance : -0,365%/°C
- Coefficient de température Tension : -0,27%/°C
- Coefficient de température Courant : +0,038%/°C
- Température de fonctionnement : -40°C à +85°C

Extrait documentation Micro onduleur : (on rappelle 1 VA = 1 W)

DONNÉES D'ENTRÉE (DC)	IQ7-60-2-INT	IQ7PLUS-72-2-INT	IQ7X-96-2-INT
Puissance de module recommandée (STC) ¹	235 W - 350 W + ¹	235 W - 440 W + ¹	320 W - 460 W + ¹
Compatibilité module voir outil en ligne ²	60 cellules uniquement	60 & 72 cellules	96 cellules
Tension d'entrée DC max	48 V	60 V	79.5 V
Plage de tension MPP	27 V - 37 V	27 V - 45 V	53 V - 64 V
Plage de tension de fonctionnement	16 V - 48 V	16 V - 60 V	25 V - 79.5 V
Tension de départ min/max.	22 V / 48 V	22 V / 60 V	33 V / 79.5 V
Courant de court-circuit DC max	15 A	15 A	10 A
Port DC de classe de surtension	II	II	II
Réalimentation port DC avec une seule défaillance	0 A	0 A	0 A
Configuration en réseau PV	Protection latérale AC nécessitant max 20A par circuit de dérivation.		
DONNÉES DE SORTIE (AC)	IQ 7	IQ 7+	IQ 7X
Puissance de sortie max.	250 VA	295 VA	320 VA
Puissance de sortie nominale max.	240 VA	290 VA	315 VA
Tension/Plage de tension nominale (L-N) ²	230 V / 184-276 V	230 V / 184-276 V	230 V / 184-276 V
Courant de sortie maximum	1.04 A	1.26 A	1.37 A
Fréquence nominale	50 Hz	50 Hz	50 Hz
Plage de fréquence	45 - 55 Hz	45 - 55 Hz	45 - 55 Hz
Nombre maximum d'unités par branche de 20 A ²	15 (Ph + N) 45 (3Ph + N)	12 (Ph + N) 36 (3Ph + N)	11 (Ph + N) 33 (3Ph + N)
Nombre maximum d'unités par câble	15 (Ph+N), 24 (3Ph+N)	12 (Ph+N), 21 (3Ph+N)	11 (Ph + N), 21 (3Ph + N)
Classe de protection contre les surtensions	III	III	III
Courant de réalimentation port AC	0 A	0 A	0 A
Facteur de puissance fixe	1.0	1.0	1.0
Facteur de puissance (réglable)	0.7 inductif à 0.7 capacitif	0.7 inductif à 0.7 capacitif	0.7 inductif à 0.7 capacitif
RENDEMENT	@230 V	@230 V	@230 V
Rendement EN 50530 (UE)	96.5 %	96.5 %	96.5 %
DONNÉES MÉCANIQUES			
Plage de température ambiante de fonctionnement	-40°C à +65°C	-40°C à +65°C	-40°C à +60°C

Annexe 2 - DT2 - Extrait Documentation technique capteur température TC74

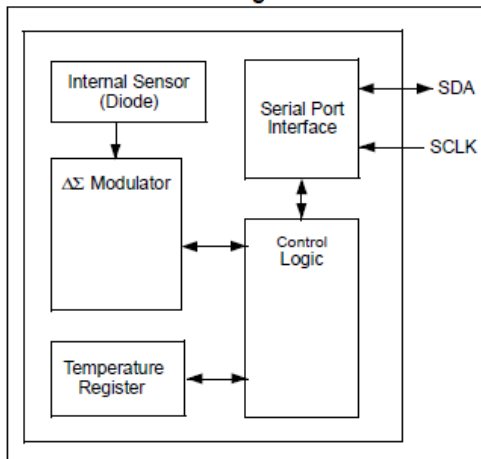
Caractéristiques :

- Capteur de température Protocole I²C
- Sortie Numerique 8 bits de la mesure de température
- Précision : +/- 2 °C de +25 à +85°C et +/- 3°C de 0 à +125°C
- Alimentation de +2.7V à +5.5V

Applications :

- Protection thermique disques durs et autres périphériques PC
- Contrôle de température faible coût
- Remplacement thermistances

Functional Block Diagram



Le capteur de température TC 74 est un capteur faible cout qui permet de convertir une température mesurée en code binaire signé sur 8 bits.

Ce capteur utilise le protocole I²C à l'aide des fils SDA et SCL pour communiquer avec le microcontrôleur. Il effectue 8 mesures par seconde.

L'adresse du composant est paramétrée d'usine sur 7 bits % 1001 101

Le sens des échanges sur le bus est défini par le bit WR WR=0 écriture, WR= 1 lecture

Format trame I2C

Write Byte Format

S	Address	WR	ACK	Command	ACK	Data	ACK	P
	7 Bits			8 Bits		8 Bits		

Slave Address

Command Byte: selects which register you are writing to.

Data Byte: data goes into the register set by the command byte.

Read Byte Format

S	Address	WR	ACK	Command	ACK	S	Address	RD	ACK	Data	NACK	P
	7 Bits			8 Bits			7 Bits			8 Bits		

Slave Address

Command Byte: selects which register you are reading from.

Slave Address: repeated due to change in data-flow direction.

Data Byte: reads from the register set by the command byte.

Receive Byte Format

S	Address	RD	ACK	Data	NACK	P
	7 Bits			8 Bits		

S = START Condition

P = STOP Condition

Shaded = Slave Transmission

Data Byte: reads data from the register commanded by the last Read Byte or Write Byte transmission.

Annexe 2 - DT2 - Extrait Documentation technique capteur température TC74 (suite)

TABLE 4-1: COMMAND BYTE DESCRIPTION (SMBUS/I²C READ_BYTE AND WRITE_BYTE)

Command	Code	Function
RTR	00h	Read Temperature (TEMP)
RWCR	01h	Read/Write Configuration (CONFIG)

TABLE 4-4: TEMPERATURE-TO-DIGITAL VALUE CONVERSION (TEMP)

Actual Temperature	Registered Temperature	Binary Hex
+130.00°C	+127°C	0111 1111
+127.00°C	+127°C	0111 1111
+126.50°C	+126°C	0111 1110
+25.25°C	+25°C	0001 1001
+0.50°C	0°C	0000 0000
+0.25°C	0°C	0000 0000
0.00°C	0°C	0000 0000
-0.25°C	-1°C	1111 1111
-0.50°C	-1°C	1111 1111
-0.75°C	-1°C	1111 1111
-1.00°C	-1°C	1111 1111
-25.00°C	-25°C	1110 0111
-25.25°C	-26°C	1110 0110
-54.75°C	-55°C	1100 1001
-55.00°C	-55°C	1100 1001
-65.00°C	-65°C	1011 1111

**CONCOURS POUR LE RECRUTEMENT DE
TECHNICIENS SUPÉRIEURS DE LA MÉTÉOROLOGIE
DE PREMIÈRE CLASSE
SPÉCIALITÉ « INSTRUMENTS ET INSTALLATIONS »
SESSION 2023**

FEUILLE RÉPONSE PARTIE A – MATHÉMATIQUES

Numéro de candidat :

Cocher clairement la case correspondante à la réponse sélectionnée.

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

Question 11 :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Question 12 :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Question 13 :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**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.

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.