



**MINISTÈRES
ÉDUCATION
JEUNESSE
SPORTS
ENSEIGNEMENT
SUPÉRIEUR
RECHERCHE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

Direction générale des ressources humaines

RAPPORT DU JURY

SESSION 2026

Concours : CAPET-CAFEP

Section : Section sciences industrielles de l'ingénieur

Option : Ingénierie informatique

Rapport de jury présenté par : Gilles CAYOL, président du jury

Sommaire

Avant-propos	3
Remerciements.....	4
Résultats statistiques	5
Première épreuve d'admissibilité	6
A. Présentation de l'épreuve	6
B. Sujet	6
C. Éléments de correction	7
Partie A	7
Partie B	8
Partie C	10
Partie D (choix 1)	12
Partie E (choix 2)	15
D. Commentaires du jury	16
E. Résultats	19
Seconde épreuve d'admissibilité.....	20
A. Présentation de l'épreuve	20
B. Sujet	20
C. Éléments de correction	21
ÉTUDE A (à traiter obligatoirement)	21
ÉTUDE B (à traiter obligatoirement)	23
D. Commentaires du jury	29
E. Résultats	30
Première épreuve d'admission	31
A. Présentation de l'épreuve	31
B. Déroulement de l'épreuve	31
C. Commentaires du jury	33
D. Résultats	36
Seconde épreuve d'admission.....	37
A. Présentation de l'épreuve	37
B. Déroulement de l'épreuve	37
C. Commentaires du jury	38
D. Conseils aux candidats	39
E. Résultats	39

Avant-propos

À compter de la session 2026, les épreuves de ce concours ont été modifiées ; leur définition est rappelée sur le site devenir enseignant :

<https://www.devenirenseignant.gouv.fr/les-epreuves-du-capet-externe-bac3-section-sciences-industrielles-de-l-ingenieur-1508>

Les attentes du concours du Capet et du Cafep de sciences industrielles de l'ingénieur (SII) sont définies par l'arrêté du 17 avril 2025 qui en fixe l'organisation. Les concours de recrutement d'enseignants n'ont pas pour seul objectif de valider les compétences scientifiques et technologiques des candidats ; ils doivent aussi valider les compétences professionnelles qui sont souhaitées par l'État employeur qui recrute des professeurs. L'excellence scientifique et la maîtrise disciplinaire sont indispensables pour présenter le concours, mais pour le réussir, les candidats doivent aussi faire preuve de bonnes aptitudes à communiquer et d'une posture adaptée à l'exercice du métier d'enseignant.

Les deux épreuves d'admissibilité sont construites de manière à évaluer un spectre large de compétences scientifiques et technologiques propres à l'option choisie : la première épreuve vise à évaluer la capacité du candidat à mener une étude de modélisation d'un produit, la seconde permet d'apprécier la capacité du candidat à résoudre un problème technique grâce à l'exploitation de ressources et de documents techniques.

Les deux épreuves d'admission sont complémentaires des épreuves d'admissibilité. La première épreuve est spécifique à l'option choisie ; elle a pour objet la mise en œuvre d'une étude expérimentale et la restitution de celle-ci lors d'un exposé oral. Elle permet d'apprécier les compétences pratiques ainsi que la capacité du candidat à réfléchir aux enjeux scientifiques, technologiques, didactiques, épistémologiques, culturels et sociétaux que revêt l'enseignement du champ disciplinaire du concours. La seconde épreuve porte sur la motivation du candidat et son aptitude à se projeter dans le métier d'enseignant au sein du service public de l'éducation ; sa définition est commune à l'ensemble des concours externes de recrutement d'enseignants.

Ces épreuves d'admission, dont le coefficient total est le double de celui des épreuves d'admissibilité, ont eu une influence significative sur le classement final.

Les candidats et leurs formateurs sont invités à lire avec application les commentaires et conseils donnés dans ce rapport et dans ceux des sessions antérieures afin de bien appréhender les compétences ciblées. La préparation à ces épreuves commence dès l'inscription au concours.

Pour l'épreuve d'admission pratique, l'accès à Internet était autorisé afin de mettre les candidats dans les conditions du métier qu'ils envisagent d'exercer. Mais cela ne doit pas masquer le fait que la réflexion, la cohérence et la précision scientifique dans les explications sont des qualités précieuses pour un futur enseignant.

Dans toutes les épreuves, le jury attend des candidats une expression écrite et orale irréprochable. Le Capet/Cafep est un concours exigeant qui impose de la part des candidats un comportement et une présentation exemplaires. Le jury reste vigilant sur ce dernier aspect et invite les candidats à avoir une tenue adaptée aux circonstances particulières d'un concours de recrutement de cadres de catégorie A de la fonction publique.

Pour conclure cet avant-propos, le jury souhaite que ce rapport soit une aide efficace aux futurs candidats. Tous sont invités à se l'approprier par une lecture attentive.

Remerciements

Le lycée Roosevelt de Reims a accueilli les épreuves d'admission de cette session 2026 des quatre options du Capet/Cafep externe et troisième concours section sciences industrielles de l'ingénieur.

Les membres du jury tiennent à remercier le proviseur du lycée et son adjointe, son directeur délégué aux formations professionnelles et technologiques, ses collaborateurs et l'ensemble des personnels pour la qualité de leur accueil et l'aide efficace apportée tout au long de l'organisation et du déroulement de ce concours qui a eu lieu dans d'excellentes conditions.

Les membres du jury ayant contribué à la rédaction de ce rapport ainsi que les concepteurs des sujets, tant pour les épreuves d'admissibilité que pour les épreuves d'admission, sont également tout particulièrement remerciés.

Résultats statistiques

Pour le concours du CAPET (public)

Nombre de postes	Inscrits	Présents aux épreuves d'admissibilité	Admissibles	Présents aux épreuves d'admission	Admis
23	134	60	33	28	23

	Inscrits	Présents aux épreuves d'admissibilité	Admissibles	Présents aux épreuves d'admission	Admis
Hommes	111	54	32	27	22
Femmes	23	6	1	1	1

Moyenne obtenue par le premier candidat admissible	16,01
Moyenne obtenue par le dernier candidat admissible	7,48
Moyenne obtenue par le premier candidat admis	16,47
Moyenne obtenue par le dernier candidat admis	9,11

Pour le concours du CAFEP (privé)

Nombre de postes	Inscrits	Présents aux épreuves d'admissibilité	Admissibles	Présents aux épreuves d'admission	Admis
3	33	12	7	7	3

	Inscrits	Présents aux épreuves d'admissibilité	Admissibles	Présents aux épreuves d'admission	Admis
Hommes	24	9	6	6	3
Femmes	9	3	1	1	0

Moyenne obtenue par le premier candidat admissible	14,90
Moyenne obtenue par le dernier candidat admissible	7,24
Moyenne obtenue par le premier candidat admis	15,38
Moyenne obtenue par le dernier candidat admis	11,23

Première épreuve d'admissibilité

A. Présentation de l'épreuve

Durée : 4 heures

Coefficient : 3

L'épreuve consiste en l'étude de la modélisation d'un produit.

Elle a pour objectif de vérifier la capacité du candidat à conduire une étude d'un produit pour en caractériser les performances en mobilisant ses connaissances scientifiques et technologiques relevant de l'option du concours.

L'épreuve est constituée de plusieurs parties indépendantes, certaines d'entre elles sont à traiter obligatoirement et d'autres sont au choix du candidat.

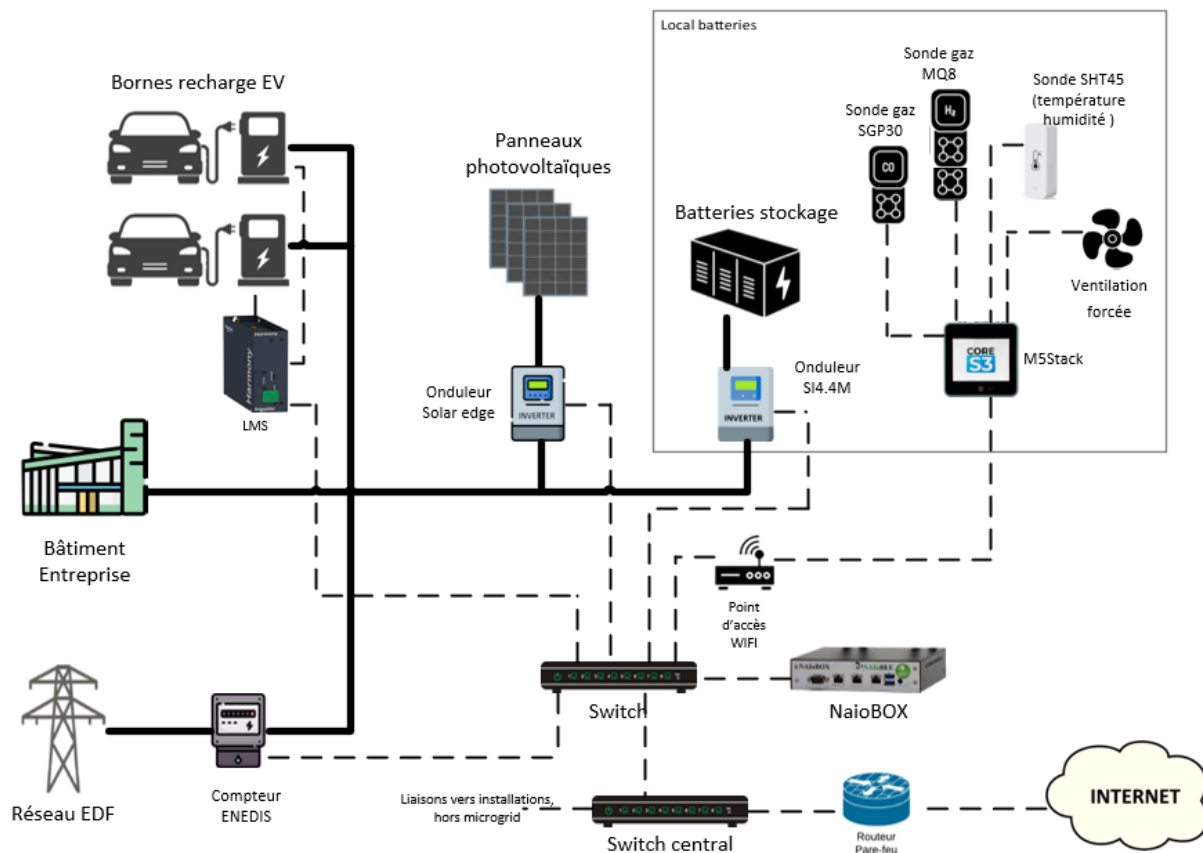
L'épreuve est notée sur 20. Une note globale égale ou inférieure à 5 est éliminatoire.

B. Sujet

Le sujet est disponible en téléchargement sur le site du ministère à l'adresse :

<https://www.devenirenseignant.gouv.fr/ressources>

Le support d'étude du sujet est le système de supervision d'un microgrid intégrant principalement une installation de panneaux solaires, une aire de bornes de recharge de véhicules électriques, une batterie de stockage d'énergie et un bâtiment du site administratif d'une entreprise de panneaux photovoltaïques. Le système de supervision de la société NAOBEE a pour objectif d'afficher les flux de puissances entre les différents composants et de s'assurer du bon fonctionnement de l'ensemble.



Le sujet est construit en 5 parties indépendantes. La pondération de l'ensemble des parties est identique dans la note finale. Les 3 premières parties sont obligatoires, le candidat doit choisir une des 2 dernières.

La partie A porte sur la mesure du taux de dihydrogène par un capteur analogique dans le local batteries.

La partie B porte sur la gestion logicielle en programmation objet (C++) d'un capteur de composants volatils.

La partie C porte sur les communications entre le composant central de supervision (la Naiobox) et l'onduleur des panneaux solaires, notamment via l'analyse de trames sur Wireshark.

La partie D (au choix) porte sur l'exploitation d'une base de données de supervision énergétique. Les questions conduisaient les candidats à écrire différentes requêtes SQL permettant d'exploiter les données recueillies.

La partie E (au choix) porte sur la mise en place des règles de cybersécurité de base sur le logiciel Node-RED et le protocole MQTT.

C. Éléments de correction

Partie A

Mesure du taux de dihydrogène par capteur analogique

Question A1	Le signal venant du capteur est analogique, il faut donc un port relié à un CAN (ADC : analog digital converter). On constate par exemple que les interfaces G35 et G36 sont spécialement dédiées à cet effet, mais on pourrait également utiliser G2,G12,G15...(toute interface avec l'indication ADC)
Question A2	Diviseur de tension : $V_{esp} = \frac{R2}{R1+R2} \times V_{out}$ $\leftrightarrow R1 = \left(\frac{V_{out}}{V_{esp}} - 1 \right) \times R2 = \left(\frac{5}{3.3} - 1 \right) \times 10 = 5,1 \text{ k}\Omega$
Question A3	Montage suiveur, il permet d'isoler les parties diviseur de tension et capteur MQ8 d'un point de vue des impédances (la tension de sortie du MQ8 dépend de la résistance en sortie, sans suiveur , les résistances du diviseur viendraient modifier la résistance équivalente en sortie et donc la tension de sortie)
Question A4	La résolution représente le nombre de bits du mot codé par le CAN. $q = \frac{3,3}{2^{12}-1} \approx \frac{3,3}{2^{12}} \approx 0,805 \text{ mV}$
Question A5	Une concentration de 300 ppm correspond à une tension Vesp de 2V. $N_{seuil} = V_{esp}/q = \frac{2}{3,3} \times 2^{12} = 2482 \quad (\text{ou } 2484 \text{ avec la valeur arrondie } 0,805 \text{ mV pour } q)$ $2482 = 2048 + 256 + 128 + 32 + 16 + 2 = 100110110010_{(2)} \quad (\text{ou } 100110110100_{(2)} \text{ pour } 2484)$

Question A6

```
def conv_CAN(valeurCAN):  
    Vref = 3.3  
    resolution = 12  
    quantum=Vref/(2** resolution - 1)  
    if 0 <= valeurCAN < 2** resolution :  
        return (valeurCAN * quantum)
```

Question A7

```
def convTauxH2(Vesp):  
    corresMQ8 = [(1.0, 103), (1.2, 132), (1.4, 163), (1.6,  
197), (1.8, 243), (2.0, 281), ...]  
  
    if Vesp >corresMQ8[0][0] and Vesp <corresMQ8[-1][0]:  
        i=len(corresMQ8)-1  
        while corresMQ8[i][0]> Vesp:  
            i=i-1  
        return corresMQ8[i][1]
```

Question A8

Les fonctions proposées précédemment donnaient une valeur de taux de H₂ en supposant un CAN linéaire sur toute sa plage de conversion, donc ici les taux calculés ne seront plus fiables lorsque le MQ8 renverra une tension supérieure à 2,5 V environ.

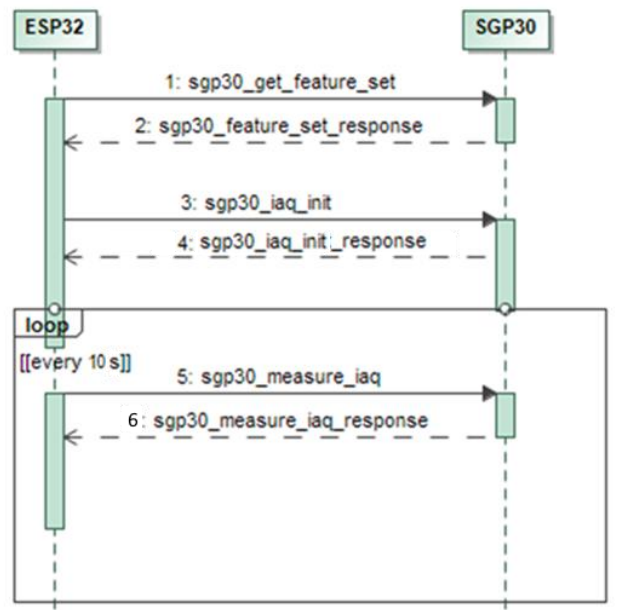
En revanche, la détection de seuil reste tout à fait possible en se basant non plus sur le calcul théorique pour calculer N_{seuil} mais en lisant sur la courbe fig A4 à partir de la tension correspondant à 300 ppm, on est encore dans la zone linéaire.

Partie B

Mesure du taux de composants volatiles COVT

Question B1

L'étendue de mesure est suffisante pour nos besoins : de 0 à 60 000 ppb. De plus, la rapidité de mesure est largement suffisante (sampling rate de 1Hz) pour une mesure demandée toutes les 10 s.

Question B2**Question B3**

Les fichiers .h sont des fichiers d'en-tête / header. Ils permettent de déclarer les variables, fonctions, classes, méthodes qui seront utilisées dans le fichier .cpp

Question B4

La méthode permettant d'instancier un objet est le constructeur de la classe.

Question B5

Le diagramme de classe fait apparaître des losanges non remplis entre les classes, symbole d'une relation d'agrégation. Dans ce type de relation, la destruction de l'objet conteneur n'entraîne pas la destruction du composant, on a une relation faible entre les 2 classes.

Question B6

```
capteurCovt_Batt.begin();
capteurCovt_Batt.IAQinit();
```

(Rq : pas besoin d'arguments pour la méthode begin car ils sont définis par défaut)

Question B7

Le signe + dans le diagramme de classe indique que l'attribut est public.

```
uint16_t    tauxTvoc = capteurCovt_Batt.TVOC;
```

Question B8

```
int16_t slopeCOVT;
slopeCOVT = 6*( tauxTvoc -lastTvoc);
lastTvoc = tauxTvoc;
```

Question B9

```
if (tauxTvoc >500 || slopeCOVT >200)
{alertCOVT();}
if (tauxTvoc >1000)
```

```

    { triggerVentilation();}
else
    {stopVentilation();}

```

Partie C

Analyse de la communication Naiobox – Onduleur de panneaux solaires

Question C1 et C2

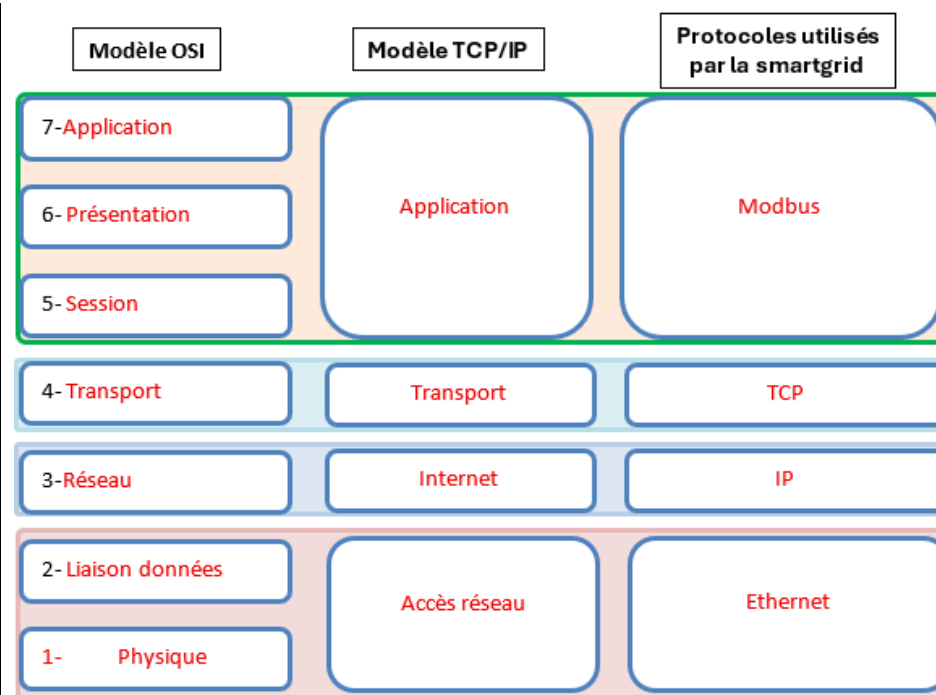
		
Nom	Onduleur panneaux solaires	Naiobox
Rôle (client ou serveur) :	Serveur	Client
Adresse IPv4 :	192.168.8.4	192.168.8.1
Masque de sous-réseau :	255.255.255.240	255.255.255.240
Passerelle :	192.168.8.14	192.168.8.14
Port :	502	41646

Question C3

Pour obtenir la trace Wireshark du document technique DTC1. Il a fallu appliquer un filtre sur l'adresse IP 192.168.8.1, adresse de la Naiobox, et le port 502, port Modbus de l'onduleur, soit :

```
ip.addr==192.168.8.1 and tcp.port==502
```

Question C4



Question C5

Modbus est à l'origine une communication série. Les données Modbus sont encapsulées dans la trame TCP car on ajoute aux données Modbus un en-tête TCP qui permettra de fiabiliser le transport. Il est possible de citer comme avantage :

- L'augmentation de la vitesse de transmission (9600 bauds à 115200 bauds pour RTU contre 100 Mbit/s pour TCP),
- L'augmentation de la distance de transmission (1200m en RTU contre une portée illimitée via un réseau IP)
- L'intégration plus facile dans des réseaux existants
- Augmentation du nombre d'appareils sur un même réseau (247 en RTU)
- Plus grande flexibilité
- Possibilité d'ajouter des mesures de sécurité (VLAN, pare-feu)

Question C6

Les lignes 85 à 87 servent à établir la connexion TCP entre la Naiobox et l'onduleur.

Question C7

Lorsque l'expéditeur envoie un flag push, il indique à TCP que les données doivent être envoyées sans délai, même si le tampon n'est pas plein. Cela permet de diminuer la latence de la transmission.

Lorsque le récepteur reçoit un flag Push, cela indique à la couche applicative que les données doivent être traitées immédiatement, sans attendre que d'autres segments soient reçus ou que le tampon se remplisse.

Ce flag est important pour avoir les données en accord avec le timecode.

Question C8

Le client demande le contenu des registres 40098 et 40099 qui correspondent à la valeur de la tension continue au niveau de l'onduleur.

Question C9

La trame transmet le contenu des registres :
40098 DC Voltage value : 5120
40099 Scale Factor : -2

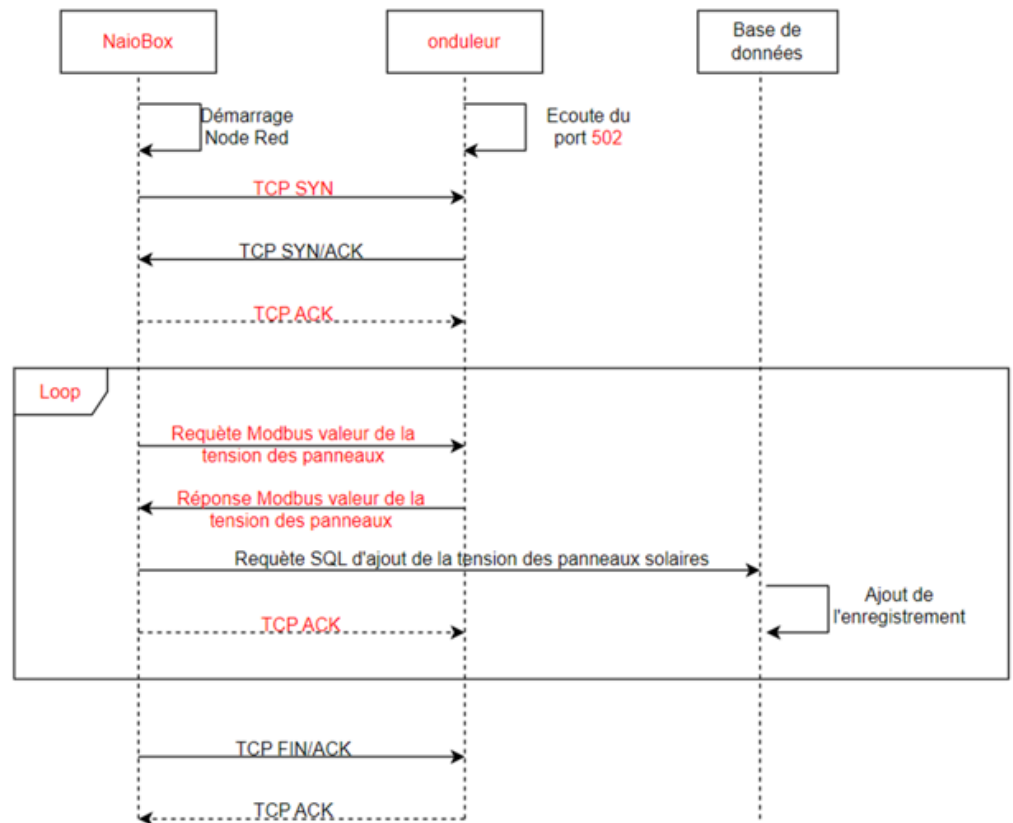
On applique la formule de la documentation :

$V_{DC} = 5120 \times 10^{-2} = 51,20 \text{ V}$
 Le paramètre est la tension DC dont la valeur est : 51,20V.

Question C10

Ces lignes permettent de mettre fin à la connexion TCP.

Question C11



Partie D (choix 1)

Conception des requêtes SQL

Question D1

```
-- Requête de création de la table lieu
CREATE TABLE lieu (
    id_lieu INTEGER PRIMARY KEY,
    nom TEXT NOT NULL
);

-- Requête d'ajout des données dans la table lieu
INSERT INTO lieu (id_lieu, nom)
VALUES (1, "Local Technique rez-de-chaussée"),
       (2, "Local Technique 1er étage"),
       (3, "Local Technique 2er étage"),
       (4, "Local Technique 3er étage"),
       (5, "Toiture") ;
```

Question D2

Les avantages d'utiliser une jointure pour la table lieux sont :

- Éviter les doublons liés à une mauvaise orthographe du lieu (exemple : Local Technique rez-de-chaussée, Local Technique RDC,...)
- Économiser de l'espace de stockage (id_lieu est un Integer (8 octets maximum) contre 32 octets pour « Local Technique rez-de-chaussée »), répéter des milliers voire des millions de fois, il est possible de gagner de l'espace de stockage.
- Mise à jour des informations plus facile, car elles ne sont stockées qu'une seule fois dans une table, la jointure fait le lien entre les données.

Question D3

```
INSERT INTO mesures (appareil_id, date, valeur, grandeur_id)
VALUES (2, '2025-08-25 12:00:00', 11245, 5);
```

Question D4

```
SELECT * FROM mesures
WHERE appareil_id=2 and date='2025-08-25 12:00:00';
```

Question D5

```
-- liste des appareils se trouvant au rez-de chaussée
SELECT
    a.nom,
    a.num_serie,
    l.nom AS lieu
FROM
    appareil a
JOIN
    lieu l ON a.lieu_id = l.id_lieu
WHERE
    l.nom = "Local Technique rez-de-chaussée";
```

Question D6

```
SELECT
    m.date,
    m.valeur,
    gp.grandeur,
    gp.unite
FROM
    mesures m
JOIN
    grandeurs gp ON m.grandeur_id = gp.id_grandeur
WHERE
    m.appareil_id = 3
    AND m.grandeur_id = 5 -- Puissance AC
    AND DATE(m.date) = '2025-09-07'
ORDER BY
    m.date;
```

Remarque : Le champ id_mesure n'était pas indiqué dans le schéma relationnel et aurait dû être retiré de la question (erreur dans le sujet).

Question D7

```
SELECT
    SUM(valeur * 5) * 12 * 60 / 1000 AS energie_totale_kWh
FROM
    mesures
WHERE
    appareil_id = 3
    AND grandeur_id = 5
    AND date BETWEEN '2025-09-07 00:00:00' AND '2025-09-07 23:59:59';
```

Méthode de calcul

L'énergie (en **watt-heure**, Wh) est obtenue en multipliant la puissance (en W) par le temps (en heures) pour chaque mesure, puis en sommant le tout.

Formule : $Energie (Wh) = \sum (Puissance (W) \times Durée (h))$

- **Puissance mesurée :** Valeur enregistrée dans la table mesures pour l'onduleur solaire (appareil_id=3, grandeur_id=5).

Question D8

```
-- Comptabiliser le nombre total de pics de surtension et de sous-tension
SELECT
    COUNT(*) AS nombre_anomalies_tension
FROM
    mesures m
WHERE
    m.appareil_id = 3
    AND m.grandeur_id = 2 -- Tension AC
    AND (m.valeur > 253 OR m.valeur < 207) -- + ou -10% de 230 V
    AND m.date BETWEEN DATE('2025-09-07', '-7 days') AND '2025-09-07 23:59'
```

Question D9

```
SELECT
  m.date AS date_anomalie,
  m.valeur AS tension_V,
  CASE
    WHEN m.valeur > 253 THEN 'Surtension'
    WHEN m.valeur < 207 THEN 'Sous-tension'
  END AS type_anomalie
FROM
  mesures m
JOIN appareil a ON m.appareil_id=a.id_appareil
JOIN grandeurs gp ON m.grandeur_id=gp.id_grandeur
WHERE
  a.nom = "Onduleur panneaux solaires"
  AND gp.grandeur = "Tension AC"
  AND (m.valeur > 253 OR m.valeur < 207)
ORDER BY
  type_anomalie;
```

Partie E (choix 2)**Paramétrage de Node-RED sur la Naiobox****Question E1**

HTTPS (HyperText Transfer Protocol Secure) est une version sécurisée du protocole HTTP. Il utilise le chiffrement TLS (Transport Layer Security) pour garantir :

- La confidentialité des données échangées via un chiffrement
- L'authenticité du serveur (via un certificat)

Question E2

mkdir (make directory) : permet de créer un nouveau répertoire/dossier nommé ssl
cd (change directory) ssl : permet de se placer dans le répertoire ssl

Question E3

Instruction : ls -al

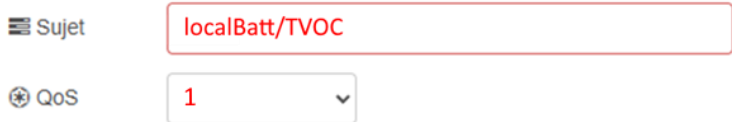
Question E4

Certificate.pem et csr sont en lecture pour tous. Le certificat ne contient aucune donnée secrète et la clé publique est par nature destinée à être diffusée , donc pas d'intérêt à restreindre l'accès en lecture.

La clé privée n'est bien accessible que par le propriétaire afin qu'un éventuel autre utilisateur sur Naiobox (autre que Admin) frauduleux ne puisse pas déchiffrer les communications, usurper l'identité du serveur Node-RED ...

Question E5

```
key: require("fs").readFileSync("/home/adminene/ssl/privatekey.pem"),
cert: require("fs").readFileSync("/home/adminene/ssl/certificate.pem")
```

Question E6	Le hachage cryptographique est une opération non réversible . On ne peut pas retrouver le mot de passe à partir du hash stocké dans le fichier settings.js
Question E7	Le taux de COVT peut présenter des enjeux de sécurité, il faut donc s'assurer que le message soit bien transmis à la Naiobox. On peut proposer un QoS 1 (un QoS 2 n'est pas forcément obligatoire car, de toute façon une mesure est envoyée toutes les 10 s) 
Question E8	Mesure de température et du taux d'humidité toutes les 30 s. Mesure du taux de COVT et de eCO2 toutes les 10 s.
Question E9	Naiobox (destination) : 192.168.8.1 M5Stack (source) : 192.168.8.12 Adresse serveur : 192.168.8.1 : 1883 (cf. champ TCP, trame 39 Wireshark)
Question E10	Avec les paramètres actuels, les connexions anonymes sont autorisées et les messages MQTT sont non chiffrés (visibles dans Wireshark)

D. Commentaires du jury

Analyse globale des résultats et constats

Le jury rappelle qu'il est essentiel de prendre connaissance de l'ensemble du sujet dès le début de l'épreuve afin d'identifier les différentes problématiques abordées et de repérer les documents techniques associés.

Le jury tient à souligner avec satisfaction que l'ensemble des candidats a abordé toutes les parties du sujet, bien que certaines réponses aient pu être partiellement développées, notamment au regard de la complexité croissante des questions proposées.

Plusieurs questions invitaient les candidats à justifier leurs choix ou à réaliser une synthèse des résultats obtenus. Les meilleures copies sont celles qui ont su dépasser la simple fourniture d'un résultat en développant un raisonnement argumenté et structuré.

De manière générale, le jury constate que les justifications apportées sont souvent trop succinctes et parfois imprécises. De nombreuses réponses manquent de clarté dans leur rédaction et ne permettent

pas toujours de comprendre la démarche suivie par le candidat. Le jury a également relevé un nombre important de fautes d'orthographe et de syntaxe.

Le jury a constaté avec surprise que les questions relatives à la programmation, qu'elles portent sur Python ou C++, même lorsqu'elles étaient basiques, ont été globalement mal traitées par les candidats ayant choisi la spécialité informatique.

Partie A

Cette partie avait pour objectif d'étudier la chaîne d'acquisition d'un capteur de dihydrogène connecté à un microcontrôleur ESP32. Les questions abordaient notamment le conditionnement du signal issu du capteur, ainsi que le fonctionnement du convertisseur analogique-numérique. La seconde partie demandait de programmer des fonctions en Python permettant de mettre en œuvre le capteur à partir d'un ESP32.

Le jury constate un manque de maîtrise des bases en électronique analogique : seulement un tiers des candidats ont réussi à appliquer correctement un diviseur de tension pour adapter le signal du capteur. En revanche, les notions théoriques sur le CAN (résolution, quantum) ont été globalement bien comprises.

La programmation en Python a posé problème : moins de la moitié des candidats ont su coder les fonctions convCAN (conversion valeur CAN → tension) ou convTauxH2 (conversion tension → concentration en ppm).

Le jury regrette que peu de candidats aient justifié leurs choix ou vérifié la cohérence de leurs calculs (ex : valeur de R1). Enfin, l'analyse critique de la fiabilité du seuil à 300 ppm, en tenant compte des non-linéarités du CAN, a été peu traitée.

Partie B

Cette partie portait sur l'étude d'un capteur de composés organiques volatils et sur son intégration dans un système embarqué. Les candidats devaient analyser plusieurs diagrammes décrivant les échanges entre le microcontrôleur et le capteur, exploiter une modélisation UML, étudier la structure d'une classe C++ puis compléter un programme de mesure permettant notamment de calculer un taux d'évolution et de commander une ventilation.

Cette partie met en évidence des lacunes importantes concernant les fondamentaux de la programmation orientée objet. Le jury rappelle que les notions de constructeur, d'instanciation et d'initialisation d'objets font partie des connaissances de base attendues. Pourtant, moins de la moitié des candidats semblent les maîtriser correctement.

Les questions relatives à l'UML ont souvent donné lieu à des réponses incomplètes ou approximatives. Les diagrammes proposés n'ont pas toujours été correctement interprétés et les liens entre modélisation et implémentation ont rarement été explicités.

Comme dans la partie précédente, les questions de programmation ont constitué une difficulté majeure. Les connaissances élémentaires du langage C++ apparaissent insuffisamment maîtrisées dans un nombre important de copies.

Partie C

Cette partie porte sur l'analyse de la communication entre la Naiobox et l'onduleur des panneaux solaires via le protocole Modbus/TCP. Après avoir identifié la configuration réseau, l'étude consistait en l'analyse de trames Modbus TCP afin d'extraire les données échangées.

Les questions reposant sur l'utilisation des commandes de diagnostic réseau ont été généralement bien traitées. Les candidats savent dans l'ensemble interpréter les informations fournies par ces outils.

Le jury observe cependant une connaissance insuffisante des modèles OSI et TCP/IP. Ces modèles constituent pourtant des notions fondamentales de la communication informatique. Une part importante des candidats ne parvient pas à identifier correctement le rôle des différents protocoles dans une architecture réseau ou à expliquer le principe d'encapsulation des données.

En revanche, les analyses de trames ont été mieux réussies. La majorité des candidats a su exploiter les informations fournies afin d'identifier et d'extraire les données transmises par l'onduleur.

Partie D (choix 1)

Cette partie optionnelle portait sur l'exploitation d'une base de données de supervision énergétique. Les questions conduisaient les candidats à écrire différentes requêtes SQL permettant d'effectuer des recherches, des agrégations, des calculs statistiques ou encore de détecter des anomalies de fonctionnement.

Le jury constate cependant que les principes fondamentaux des bases de données relationnelles restent souvent mal compris. Les notions de clés, de relations entre tables, de normalisation ou encore l'intérêt des jointures ne sont pas suffisamment maîtrisés.

La majorité des candidats a bien exploité les indications du document annexe pour trouver les requêtes de base qui étaient demandées. Les opérations de sélection, de filtrage ou d'agrégation simples ont été réussies par une majorité des candidats ayant choisi cette partie.

Les requêtes avancées ont été moins bien traitées. Enfin, certains ont oublié de multiplier par l'intervalle de temps pour obtenir des kWh dans le calcul de l'énergie.

Partie E (choix 2)

Cette partie optionnelle traitait de la cybersécurité d'un système de supervision reposant notamment sur Node-RED, HTTPS et MQTT. Les candidats devaient analyser des fichiers de configuration, identifier des mécanismes de sécurisation des communications et exploiter des captures réseau afin de comprendre les échanges réalisés entre différents équipements.

Les notions générales de cybersécurité sont dans l'ensemble connues. Les candidats ayant choisi cette partie maîtrisent généralement les principes d'authentification, de chiffrement des communications et de sécurisation des services. Les commandes Linux de base ont également été correctement exploitées.

L'analyse des captures Wireshark a cependant posé davantage de difficultés. Environ un tiers des candidats n'ont pas réussi à interpréter correctement les trames fournies ni à en déduire les failles de sécurité restantes.

Conclusion

Le jury rappelle qu'une vision holistique est nécessaire et que les futur(e)s candidat(e)s doivent se préparer davantage et mieux à l'ensemble des domaines techniques et scientifiques indispensables aux niveaux d'enseignement visés par le concours option ingénierie informatique. Il insiste sur le fait que les

candidat(e)s doivent impérativement parfaire leurs connaissances et leurs compétences dans les domaines de l'ingénierie informatique suivants :

- architecture des systèmes et ingénierie logicielle ;
- programmation logicielle industrielle ;
- systèmes embarqués et temps réel ;
- réseaux industriels et communication ;
- supervision, visualisation et IHM ;
- acquisition, traitement et exploitation des données ;
- cybersécurité industrielle.

E. Résultats

CAPET	
Nombre de copies	60
Moyenne	7,8
Note minimale	1,38
Note maximale	15,88
Écart type	4,08

CAFEP	
Nombre de copies	12
Moyenne	8,03
Note minimale	2,38
Note maximale	15,69
Écart type	3,66

Seconde épreuve d'admissibilité

A. Présentation de l'épreuve

Durée : 4 heures

Coefficient 2

L'épreuve consiste en une résolution de problème.

L'épreuve vise à apprécier la capacité du candidat, à partir de l'exploitation de ressources et documents techniques, à résoudre un problème technique posé et à établir des éléments de conception préliminaire.

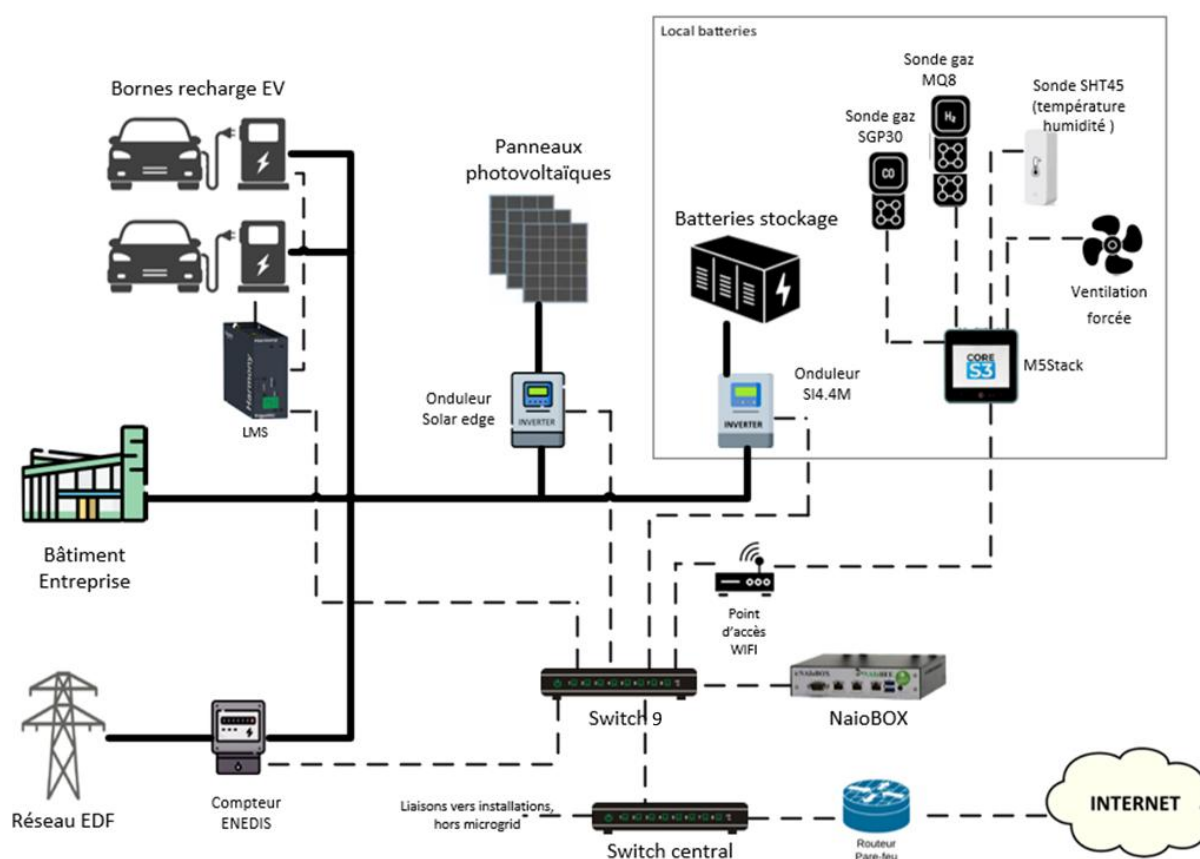
L'épreuve est notée sur 20. Une note globale égale ou inférieure à 5 est éliminatoire.

B. Sujet

Le sujet est disponible en téléchargement sur le site du ministère à l'adresse :

<https://www.devenirenseignant.gouv.fr/ressources>

Le support de l'étude est le système de supervision du microgrid installé dans une entreprise qui a pour objectif de la rendre pratiquement autonome en énergie. La supervision est assurée par un serveur Naiobox de la société Naiobee qui contrôle les flux de puissance entre les panneaux photovoltaïques, les bornes de recharge électrique, la batterie de stockage et la consommation électrique du bâtiment.



Le sujet est construit en 2 parties indépendantes contenant chacune 10 questions. La pondération de l'ensemble des parties est identique dans la note finale. Toutes les parties sont à traiter obligatoirement.

La partie A porte sur le contrôle du taux d'humidité du local batteries. Après une analyse des communications entre le microcontrôleur et le capteur d'humidité, l'étude aborde la mise en œuvre logicielle du capteur avant de traiter la gestion des incohérences de mesures.

La partie B porte sur l'intégration du microgrid dans le réseau informatique de l'entreprise. Après une identification des caractéristiques du réseau et des risques cyber, l'implémentation d'un VLAN est réalisée du schéma d'implantation jusqu'au paramétrage des équipements du réseau de supervision. L'accès à la Naibox ne fonctionnant pas depuis le poste du dirigeant de l'entreprise, l'analyse de commandes de diagnostic lancées par un technicien est réalisée afin de trouver l'origine du dysfonctionnement. Une solution doit alors être proposée pour résoudre le problème.

C. Éléments de correction

ÉTUDE A (à traiter obligatoirement)

Question A1	D'après le document DTA1, les octets correspondant à la valeur de la température sont les octets 2,3 avec un CRC en 4^e octet. Les octets correspondants à la température sont : 01100001 00011001 L'octet de CRC : 11101011
Question A2	Le nombre binaire 01100001 00011001 donne 24857 en décimal. En utilisant la formule de la documentation technique DTA1, on obtient une température de : $T = -45 + 175 \times \frac{24857}{2^{16} - 1} = 21,4^{\circ}\text{C}$
Question A3	L'instruction qui démarre la transmission I2C avec le capteur SHT45 à partir de l'objet Wire est : <pre>Wire.beginTransmission(sht4x_address);</pre>
Question A4	Les instructions qui permettent de stocker dans la variable <code>rawTemp</code> la valeur brute complète de la température codée sur un entier de 16 bits à partir de la variable <code>bytes_frame</code> sont : <pre>uint16_t rawTemp = (bytes_frame[0] << 8) bytes_frame[1];</pre>
Question A5	La fonction <code>update HumidityBuffer</code> peut s'écrire : <pre>void updateHumidityBuffer(float humidity) { for (int k=5; k>0;k--) { humidityBuffer[k]=humidityBuffer[k-1]; } humidityBuffer[0]=humidity; }</pre>
Question A6	Plusieurs mécanismes pouvaient être cités, notamment : - Checksum (somme de contrôle) : on additionne tous les octets (ou mots) d'un message en ne gardant que les 8 ou 16 bits de poids faible. Le résultat est transmis avec le message. Le récepteur refait la somme et compare avec le checksum reçu. Ce

mécanisme est plus simple, mais moins robuste que CRC. Il est utilisé dans les protocoles TCP et UDP.

- **Bit de parité** : on ajoute un bit de parité aux données à transmettre de manière à avoir un nombre pair ou impair (suivant la parité choisie) de 1. Ce mécanisme est très simple et léger, mais inefficace si le nombre d'erreurs est pair.

Il était aussi possible de citer le **code de Hamming** ou le **code Reed-Solomon** qui sont plus compliqués, mais permettent de détecter et de corriger les erreurs.

Question A7

Les données manquantes de la fonction calculerCRC8 sont :

En ligne 3 : La valeur initiale du CRC : 0xFF

En ligne 8 : le polynôme générateur : 0x31

Question A8

```
// contrôle d'intégrité par CRC
uint8_t crc_calcule_hum = calculerCRC8(bytes_frame+3, 2);
if (crc_calcule_hum != bytes_frame[5])
{
    return false ;
}
```

Question A9

Comme exemple de stratégie, on pouvait :

On réalise 3 tentatives de lecture.

Si au bout de la 3e tentative, on a toujours une erreur, on enclenche la ventilation par sûreté et l'on affiche un message d'alerte.

Afin de ne pas laisser un vide dans le tableau humidityBuffer, on peut rajouter la valeur précédemment mesurée.

En langage C++, cela donne :

```
void loop() {

    bool lectureOK = false;
    int essais=0;

    unsigned long currentMillis = millis();
    // Mesure toutes les 30 secondes
    if (currentMillis - lastMeasurementTime >= 30000) {
        float temperature, humidity;
        while (essais < 3 && !lectureOK) {
            if (sht45.read(temperature, humidity)) {
                lectureOK = true;
            }
            essais++;
        }

        if (lectureOK) {
            afficheMesure(temperature,humidity);
            updateHumidityBuffer(humidity);
            if ((temperature > 30.0 || humidity > 70.0 ) ) {
                triggerVentilation();
            }
        }
        else {stopVentilation(); }
```

```

        // Envoi des données du SHT45 à la Naiobox par MQTT
        sendMQTT(temperature, humidity);
    }

    else {
        M5.Lcd.clear();
        M5.Lcd.setCursor(0, 0);
        M5.Lcd.setTextColor(TFT_RED);
        M5.Lcd.print("erreur mesure");
        updateHumidityBuffer(humidityBuffer[0]);
        triggerVentilation();
        alerteMesureMqtt();
    }

    lastMeasurementTime = currentMillis;
}
}

```

Question A10

Au lieu de prendre en compte la valeur instantanée du taux d'humidité pour décider du déclenchement de la ventilation, on peut prendre en compte la valeur moyenne calculée sur les 6 valeurs stockées dans le tableau humidityBuffer

Fonction à ajouter

```

// Fonction pour calculer la moyenne de l'humidité
float calculateAverageHumidity() {
    float sum = 0;
    for (int i = 0; i < 6; i++) {
        sum += humidityBuffer[i];
    }
    return sum / 6.0;
}

```

Dans le code de mesure , on rajoute l'instruction :

```
float avgHumidity = calculateAverageHumidity();
```

et dans le test , on remplace humidity par avgHumidity

```
if ((temperature > 30.0 || avgHumidity > 70.0 ) ) {...
```

Remarques : D'autres solutions sont envisageables :

- rejet des valeurs jugées aberrantes (ex : augmentation de plus de 10 % en 1 min),
- filtrage passe-bas,
- hystérésis sur le déclenchement

ÉTUDE B (à traiter obligatoirement)

Question B1

Pour que le sous-réseau puisse accueillir 6 hôtes, il doit avoir pour dernier octet de masque 1111 1000 soit en décimal 248. Le sous-réseau contiendra 256-248 = 8 adresses IP auxquelles il faut enlever l'adresse de broadcast (192.168.1.7) et l'adresse

de réseau (192.168.1.0). Le masque 255.255.255.248 permet de créer des sous-réseaux de 6 hôtes.

Question B2

Le plan d'adressage partiel est :

Service	Direction	Vente	Microgrid
Étage	RC	1	Toit du bâtiment
Nombre de postes	2	29	7
Adresse de réseau	192.168.3.0	192.168.4.0	192.168.8.0
Masque de sous-réseau	255.255.255.248	255.255.255.224	255.255.255.240
Adresse IP du premier hôte	192.168.3.1	192.168.4.1	192.168.8.1
Adresse IP du dernier hôte	192.168.3.5	192.168.4.29	192.168.8.14
Adresse de broadcast	192.168.3.7	192.168.4.31	192.168.8.15
Passerelle	192.168.3.6	192.168.4.30	192.168.8.14

Question B3

Pour adresser automatiquement les machines d'un réseau, il faut activer un service DHCP sur un équipement comme un serveur ou un switch lorsque cette fonctionnalité existe.

Question B4

Si l'employé remplace l'adresse IP et le masque de son ordinateur par une adresse IP du réseau du microgrid avec le masque correspondant, il pourra accéder au réseau. Par exemple : 192.168.8.8 avec le masque 255.255.255.240. S'il était malintentionné, il pourrait lancer une attaque par DDoS ou encore lancer une attaque afin de provoquer une panne de courant, une surfacturation voire d'endommager les équipements.

Question B5

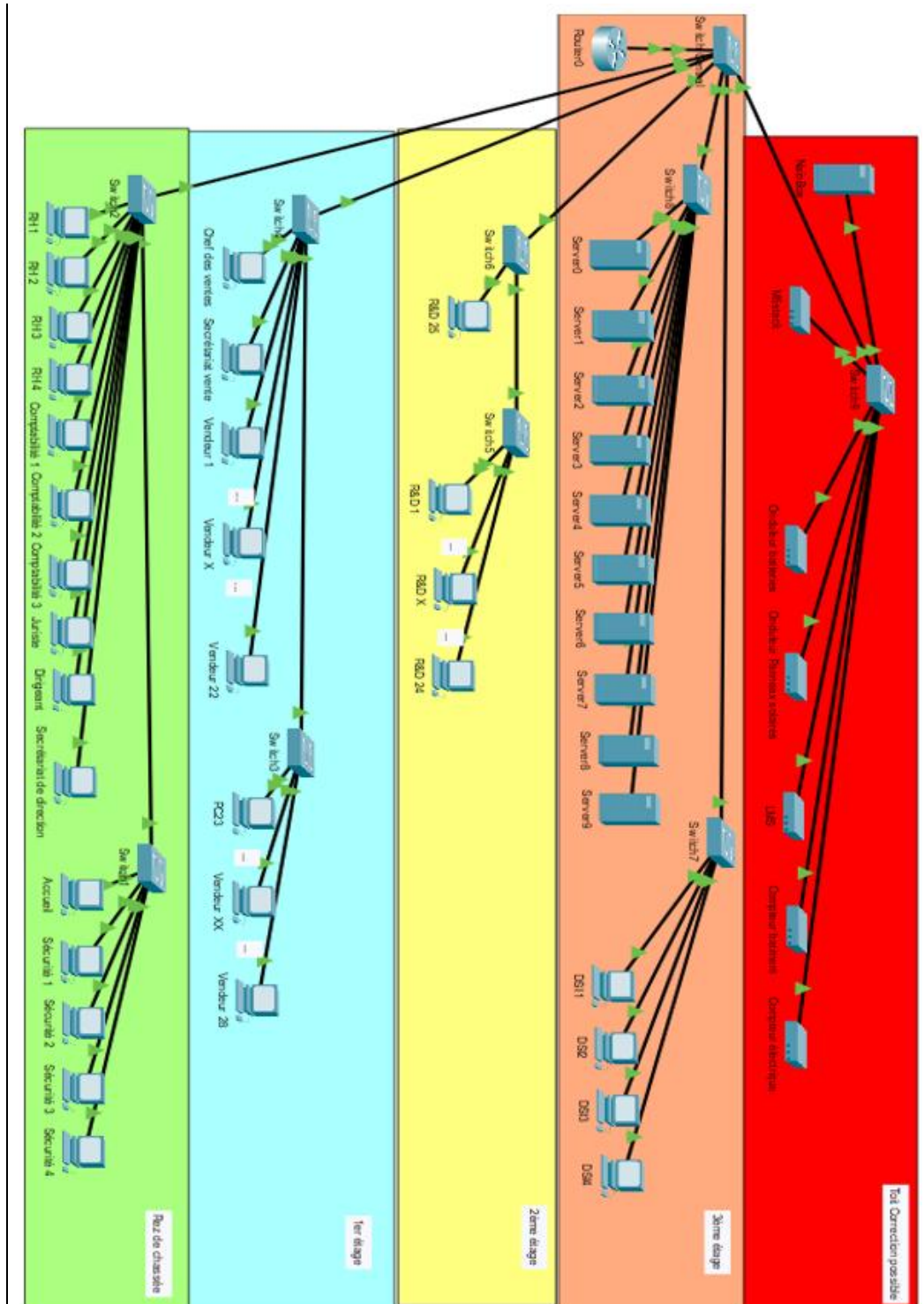
Plusieurs solutions étaient possibles :

1. Le raccordement à un nouveau switch (switch 9) de tous les éléments du microgrid (Naiobox, onduleurs...). Ce switch étant lui aussi raccordé au switch central.
2. Utiliser le switch 7 pour raccorder tous les équipements du microgrid. En effet, celui-ci est sous-utilisé, car 4 postes seulement y sont raccordés.

Si l'on traite le cas n°1, les lignes suivantes sont ajoutées au tableau d'affectation des ports :

Étage	Affectation	Switch	Interface	VLAN
3	Switch 9	Switch central	Fa 0/6	
Toit	Naibox	9	Fa 0/1	80
	M5Stack	9	Fa 0/2	80
	Onduleur batteries	9	Fa 0/3	80
	Onduleur panneaux solaires	9	Fa 0/4	80
	LMS	9	Fa 0/5	80
	Compteur bâtiment	9	Fa 0/6	80
	Compteur réseau électrique	9	Fa 0/7	80
	Switch central	9	Gig 0/1	

Le schéma d'implantation est :



Question B6

Au lieu d'utiliser un nouveau switch, il est possible d'utiliser un autre switch incomplet comme 7 ou le 8. La configuration d'une liaison trunk a alors tout son sens, car elle permet de n'utiliser qu'un seul port pour transmettre les communications vers le switch central des deux VLANs 70 et 80 dans le cas d'un raccordement des équipements du réseau de supervision au switch 8.

Question B7

La configuration du switch se fait en 3 étapes.

1- Création du VLAN sur le switch

```
Switch>enable  
Switch#conf t  
Switch(config)#vlan 80  
Switch(config-vlan)#exit
```

2- Configuration des interfaces 1 à 7

```
Switch(config)#interface range fastethernet 0/1-7  
Switch(config-if)# switchport mode access  
Switch(config-if)#switchport access vlan 80  
Switch(config-if)#exit
```

3- Configuration du port avec le switch central

```
Switch(config)# interface gigabitethernet 0/1  
Switch(config-if)# switchport mode trunk  
Switch(config-if)#exit
```

Il faut aussi configurer le port du switch central puisqu'un nouveau switch est utilisé pour raccorder les équipements du réseau de supervision.

Exemple pour un raccordement à l'interface fa0/6

```
Switch(config)# interface fastethernet 0/6  
Switch(config-if)# switchport mode trunk
```

```
Switch(config-if)#exit
```

Question B8

En analysant, puis en concluant document par document, on peut dire :

Document DT6 :

La première commande ping indique que le PC du dirigeant communique avec un autre PC du même réseau (le PC du secrétaire).

La deuxième commande ping indique que le PC du dirigeant ne peut effectivement pas contacter la Naiobox (adresse 192.168.8.1).

La troisième commande ping indique que le PC arrive bien à joindre un site internet.

On peut conclure que le problème se situe entre le routeur et la Naiobox.

Document DT7 :

La commande ip a permet de vérifier que la configuration réseau de la Naiobox est bien correcte :

- Adresse IP : 192.168.8.1
- Masque de sous-réseau : 255.255.255.240
- Passerelle : 192.168.8.14

On peut conclure que la configuration réseau de la Naiobox est conforme au plan d'adressage.

Document DT8 :

La commande **show interface status** permet de vérifier que :

- les composants du microgrid sont bien connectés (status connected);
- le vlan est bien configuré (80) ;
- la liaison trunk est bien configurée.

Le diagnostic est confirmé par le résultat de la commande **show vlan brief**.

Document DT9 :

La commande **show interface status** exécutée sur le switch central permet de constater que :

- les câbles sont bien connectés,
- les liaisons trunk sont bien configurées notamment la Fa0/6 (réseau du microgrid) et la Fa0/1 (réseau contenant le PC du dirigeant) et la Gig0/1 de liaison avec le routeur

La commande **show vlan brief** permet de vérifier que les vlans sont bien déclarés sur le switch.

Conclusion : le switch central est bien configuré.

Document DT10 :

La commande show interface lancée depuis le routeur permet de constater que l'interface virtuelle pour le vlan 80 est manquante or c'est celle du réseau de supervision.

Conclusion :

Le dirigeant n'arrive pas à se connecter au serveur de supervision, car le routage intervlan n'est pas configuré sur le routeur pour le réseau du microgrid.

Question B9

Deux solutions sont possibles :

Solution 1 : Configurer le routage inter VLAN sur le routeur.

Solution 2 : Changer le switch central par un switch de niveau 3 et le configurer

La solution n°2 est la plus efficace en termes de vitesse de traitement et de simplicité, mais c'est la plus coûteuse économiquement.

Question B10

On obtient pour la solution numéro 1 :

Solution 1 : Configurer le routage inter VLAN sur le routeur :

1- Activation de l'interface

```
Router(config)# interface gigabitethernet 0/0
Router(config-if)#no shutdown
Router(config-if)#exit
```

2- Paramétrage de l'interface virtuelle pour le réseau de supervision

```
Router(config)# interface gigabitethernet 0/0.80
Router(config-subif)# encapsulation dot1q 80
Router(config-subif)# ip address 192.168.8.14 255.255.255.240
Router(config-subif)#exit
```

D. Commentaires du jury

Analyse globale des résultats et constats

L'analyse globale des résultats conduit aux données suivantes :

- La partie A a été traitée par 100 % des candidats ; 45 % d'entre eux ont obtenu la moyenne ;
- La partie B a été traitée par 100 % des candidats ; 41 % d'entre eux ont obtenu la moyenne ;

L'ensemble des candidats ont traité les deux parties de façon homogène. L'exploitation de la documentation technique est bien réussie. Cependant, les questions de cours sont trop souvent non traitées indiquant une absence de préparation. Les solutions algorithmiques proposées manquent de finesse, mais leur traduction en langage informatique est plutôt bien réussie. L'analyse du problème a elle aussi manqué de profondeur. Elle a souvent été traitée comme une simple question ne nécessitant que quelques lignes. Une analyse détaillée était demandée à chaque étape basée sur l'identification des informations clés, les connaissances du candidat et une conclusion. Les réponses doivent être rédigées de façon plus claire et plus précise, deux qualités importantes d'un futur enseignant.

Partie A

L'analyse de la trame I2C et le décodage de la valeur ont été bien traités par 2/3 des candidats.

Comme au sujet 1, la programmation en C++ a posé des problèmes à beaucoup de candidats. Seul un tiers d'entre eux ont bien traité les questions où il était nécessaire de compléter un programme existant. Moins de la moitié des candidats ont réussi à exploiter la documentation technique afin de compléter le code de calcul du champ CRC.

Les questions A8 et A9 de conception ne sont abordées que par la moitié des candidats. Les analyses du problème sont trop légères et les solutions proposées souvent simplistes. En revanche, ceux qui ont proposé un algorithme ont plutôt bien réussi à le traduire en code C++.

Partie B

Les bases de l'adressage IP et les services associés (DHCP) sont connus. Les documentations sur les commandes du switch ont été bien exploitées.

Les candidats ont globalement su compléter le schéma d'implantation et d'affectation des ports pour proposer une solution à l'intégration du réseau de supervision du microgrid dans le réseau général.

L'analyse des commandes de diagnostics manque de profondeur. Les candidats se contentent trop souvent de paraphraser l'affichage au lieu d'interpréter le résultat et d'analyser les bons ou mauvais paramétrages qui ont amené à cet affichage. Cela ne leur a pas permis de proposer des solutions pertinentes dans les deux questions suivantes.

Conclusion

Le jury rappelle qu'une vision holistique est nécessaire et que les futur(e)s candidat(e)s doivent se préparer davantage et mieux à l'ensemble des domaines techniques et scientifiques indispensables aux niveaux d'enseignement visés par le concours option ingénierie informatique. Il insiste sur le fait que les candidat(e)s doivent impérativement parfaire leurs connaissances et leurs compétences dans les domaines de l'ingénierie informatique suivants :

- architecture des systèmes et ingénierie logicielle ;
- programmation logicielle industrielle ;
- systèmes embarqués et temps réel ;
- réseaux industriels et communication ;
- supervision, visualisation et IHM ;

- acquisition, traitement et exploitation des données ;
- cybersécurité industrielle.

E. Résultats

CAPET	
Nombre de copies	59
Moyenne	7,73
Note minimale	1,14
Note maximale	16,21
Écart type	4,06

CAFEP	
Nombre de copies	12
Moyenne	6,81
Note minimale	3,14
Note maximale	13,71
Écart type	2,93

Première épreuve d'admission

A. Présentation de l'épreuve

Durée des travaux pratiques encadrés : 4 heures

Durée de l'exposé : 20 minutes maximum

Durée des échanges : 40 minutes

Coefficient : 5

L'épreuve consiste en une étude expérimentale d'un système mis en œuvre. Elle consiste également en un exposé suivi d'un échange avec le jury. Un système accompagné de documents techniques est mis à la disposition du candidat.

L'épreuve comporte deux phases :

- une première phase de mise en œuvre du système, d'étude expérimentale et de préparation de l'exposé. Le candidat est assisté et évalué par le jury au sein des laboratoires.
- une seconde phase d'exposé et d'échange avec le jury. L'exposé prend appui sur les expérimentations menées sur le système ainsi que leur analyse. Il permet au candidat de présenter, le cas échéant à l'aide d'un support, ses résultats, et d'explicitier sa démarche méthodologique. L'exposé est suivi d'un échange avec le jury destiné à élargir la réflexion et à approfondir les points que le jury jugera utiles.

Cette épreuve vise à évaluer les capacités du candidat d'expression orale, de réflexion et d'interaction avec le jury. Elle permet aussi d'apprécier la capacité du candidat à mettre en œuvre une démarche scientifique et technologique adossée à une étude expérimentale.

L'épreuve est notée sur 20. La note 0 est éliminatoire.

B. Déroulement de l'épreuve

• Organisation

Les activités pratiques se déroulent en laboratoire. Le candidat est assisté et évalué par deux membres du jury pendant les quatre heures de travaux pratiques. L'objectif n'est pas d'apprécier la connaissance préalable d'un matériel ou d'un logiciel particulier, mais la capacité à s'approprier rapidement un système, à conduire une démarche expérimentale ou de simulation, à analyser les résultats obtenus et à en rendre compte avec rigueur.

Les supports utilisés dans le laboratoire sont des systèmes, maquettes ou bancs d'essai pluri-technologiques représentatifs de problématiques de l'ingénierie informatique. Pour cette session, les supports ont notamment permis d'aborder la programmation en Python et C++, la supervision, l'acquisition, le traitement, le stockage et la visualisation des données, les réseaux industriels et la cybersécurité.

Chaque poste de travail met à disposition du candidat un dossier de ressources, un ordinateur équipé des logiciels nécessaires, des fichiers ou modèles numériques, des dispositifs d'acquisition et matériels usuels d'informatique industrielle. Les documents fournis apportent la guidance nécessaire à la prise en main du système, tout en laissant au candidat une part d'initiative dans la conduite de la démarche.

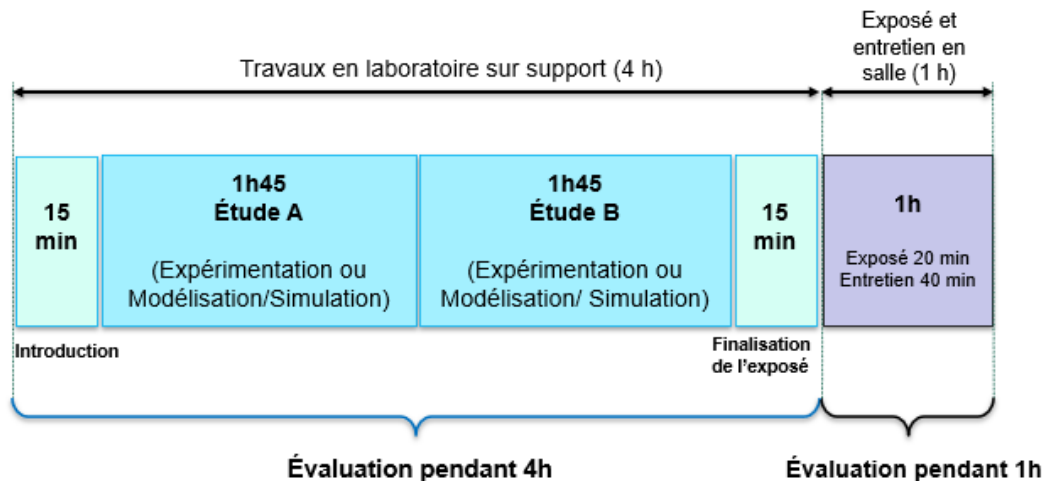
Lorsque des ressources numériques sont accessibles, leur utilisation doit demeurer raisonnée et critique. Elles ne sauraient se substituer à la maîtrise des concepts scientifiques et technologiques fondamentaux, ni à la capacité du candidat à expliquer sa démarche et ses choix devant le jury.

- **Travail demandé**

L'épreuve ne demande pas la conception d'une séance pédagogique. L'exposé attendu n'est ni une leçon, ni un compte rendu exhaustif et chronologique des expérimentations menées dans la première phase de l'épreuve. Il s'agit d'une présentation structurée, scientifique et technologique, prenant appui sur les expérimentations et simulations réalisées pendant les quatre heures de travaux pratiques.

Le déroulement retenu pour les sujets de l'option ingénierie informatique s'organise selon la chronologie suivante :

- introduction et appropriation du support : 15 minutes environ ;
- une étude à dominante modélisation ou simulation : 1 h 45 environ ;
- une étude à dominante expérimentation : 1 h 45 environ ;
- finalisation de l'exposé : 15 minutes environ ;
- exposé devant la commission : 20 minutes maximum ;
- échanges avec le jury : 40 minutes.



Il appartient au candidat d'organiser son temps et de conserver des traces exploitables de ses résultats, mesures, simulations, graphiques ou captures d'écran, afin de pouvoir les mobiliser lors de l'exposé. Il est attendu du candidat que les deux études proposées soient traitées.

Phase de mise en œuvre, d'étude expérimentale et de préparation de l'exposé

L'introduction permet de découvrir le support, son contexte technique, le besoin auquel il répond, les éléments de cahier des charges et la problématique qui justifie les investigations. Elle donne également accès aux ressources techniques, documentaires et numériques utiles.

Les activités proposées aux candidats permettent d'évaluer son aptitude à :

- concevoir un protocole expérimental ;
- mettre en œuvre un protocole expérimental ;
- réaliser une partie d'un programme ;
- réaliser le relevé de grandeurs physiques ;
- extraire des informations de documentations fournies ;
- analyser les relevés et déduire les conclusions quant à l'objectif visé (ce retour à l'objectif de l'activité est essentiel).

Pendant cette phase, les membres du jury peuvent interroger le candidat pour apprécier la compréhension du système, la pertinence des choix opérés, la maîtrise des fondements scientifiques et techniques sous-jacents aux phénomènes observés et la capacité à mettre en perspective les résultats obtenus. Ces échanges ne dispensent pas le candidat de conduire sa propre démarche ; ils permettent au jury d'observer son raisonnement, son autonomie et sa réactivité aux questions posées.

Phase d'exposé et d'échanges avec le jury

Lors de l'exposé, le candidat présente le contexte, le support, la ou les problématiques traitées, les démarches mises en œuvre, les résultats significatifs et leur analyse. Il doit expliciter les raisonnements mobilisés, les hypothèses retenues, les écarts observés entre mesures, simulations, documentation technique ou performances attendues, puis conclure sur la validité de la solution étudiée au regard de la problématique posée.

Il n'est pas attendu que le candidat détaille toutes les opérations effectuées pendant les quatre heures de travaux pratiques. Il doit sélectionner les éléments utiles à la compréhension de sa démarche et donner au jury une vision claire, argumentée et organisée de son travail.

L'échange qui suit l'exposé permet d'élargir la réflexion et d'approfondir les points que le jury juge utiles : compréhension des phénomènes physiques, justification d'un protocole, analyse critique d'un modèle, interprétation d'un écart, pertinence d'un choix technologique, amélioration possible d'une mesure ou d'une simulation, transposition à une autre situation technique.

C. Commentaires du jury

1. Analyse globale des prestations

Cette session constituait la première mise en œuvre du nouveau format de l'épreuve d'admission du concours externe de niveau Bac+3. Le jury souligne l'engagement des candidats qui ont su s'adapter à une épreuve renouvelée, centrée sur l'étude expérimentale, la modélisation ou la simulation, l'analyse de résultats et la communication scientifique.

Les meilleurs candidats ont rapidement identifié la problématique technique, organisé leur temps, exploité les ressources fournies et conservé des traces pertinentes de leurs travaux. Ils ont su expliciter une démarche méthodologique, justifier leurs choix de protocole ou de paramétrage, interpréter leurs résultats et conclure au regard de la performance attendue. Leur exposé a mis en évidence une bonne articulation entre expérimentation, simulation, analyse critique et connaissances scientifiques.

À l'inverse, certains candidats ont abordé l'épreuve comme une succession d'actions à réaliser, sans toujours s'interroger sur le sens des opérations effectuées. La réussite apparente d'une saisie, d'une simulation ou d'une acquisition de données ne suffit pas. Le jury attend une compréhension des phénomènes, une interprétation des résultats et une capacité à expliquer les écarts éventuels entre le modèle, la mesure et les performances attendues.

Le jury a également constaté que l'exposé et l'échange oral se révèlent fortement discriminants. Des candidats ayant correctement exécuté une partie des activités pratiques se sont trouvés en difficulté lorsqu'il s'est agi de restituer le protocole, de définir les grandeurs mesurées, de justifier les unités, d'expliquer le fonctionnement du système ou de donner du sens aux résultats obtenus.

Les candidats doivent enfin être attentifs à la nature exacte de l'épreuve. Cette épreuve ne comporte pas d'exploitation pédagogique à construire. L'exposé doit être celui d'un futur professeur capable de conduire, analyser et communiquer une démarche scientifique et technologique ; il n'est pas attendu de présenter une séance d'enseignement.

2. Commentaires et conseils aux candidats

Pour la partie travaux pratiques

Le jury conseille aux candidats de lire l'intégralité du sujet et des annexes avant d'engager les manipulations. Une bonne appropriation initiale évite des pertes de temps et permet de situer chaque activité dans la problématique globale. Les candidats doivent identifier les résultats attendus, les grandeurs à mesurer ou à simuler, les unités associées et les critères permettant de conclure.

La connaissance préalable du support ou du logiciel n'est pas exigée. En revanche, il est attendu que le candidat fasse preuve d'autonomie, de méthode et d'esprit critique. Il peut solliciter le jury en cas de difficulté liée à l'utilisation d'un matériel ou d'un logiciel spécifique, mais il doit rester capable d'expliquer les choix effectués, les données utilisées et les résultats obtenus.

La mise en œuvre d'un protocole expérimental constitue un point central de l'évaluation. Le candidat doit être en mesure de proposer, adapter et justifier un protocole, d'indiquer ce qu'il cherche à mesurer, avec quel capteur ou instrument, dans quelles conditions et avec quelles précautions. La répétabilité, la cohérence des valeurs obtenues, les incertitudes et les sources d'erreur doivent être interrogées. Un résultat numérique isolé, non analysé, n'a que peu de valeur.

L'utilisation d'un modèle numérique ou d'une simulation doit également être argumentée. Le jury attend que le candidat sache identifier les hypothèses du modèle, régler les paramètres pertinents, exploiter les résultats de simulation et comparer celles-ci aux mesures ou aux données techniques fournies. Les écarts doivent être discutés, et non simplement constatés.

Les activités pratiques proposées ne doivent pas conduire à une démarche de simple mise en œuvre. L'exécution d'une procédure n'est qu'un moyen ; l'évaluation porte prioritairement sur la compréhension du phénomène étudié, la pertinence du protocole, l'analyse des résultats, la capacité à conclure et la qualité de la communication de la démarche.

Le jury rappelle la nécessité de maîtriser les notions fondamentales de l'option ingénierie informatique. Les candidats doivent être à l'aise avec les architectures matérielles et logicielles, les algorithmes, les structures de données, les réseaux, les bases de données ainsi que les principes de cybersécurité. Ils doivent également maîtriser les interactions entre matériel et logiciel, les protocoles de communication et les principes de développement, de validation et de test des applications.

De manière transversale, les raisonnements algorithmiques, la lecture de schémas, de diagrammes, de chronogrammes, de codes sources et l'interprétation de documents techniques doivent être solides.

Le jury a observé, chez certains candidats, une maîtrise insuffisante des compétences fondamentales en programmation. Des difficultés importantes ont notamment été relevées en Python comme en C++, tant dans l'écriture de programmes simples que dans la compréhension de codes existants. Par ailleurs, les principes essentiels de la programmation orientée objet ne sont pas toujours maîtrisés. Ces lacunes fragilisent fortement la prestation, en particulier lors de l'échange oral et des phases de justification des choix techniques.

Il est conseillé de conserver tout au long de l'épreuve des traces exploitables : extraits de code, captures d'écran, résultats de simulation ou de tests, schémas annotés, chronogrammes, valeurs intermédiaires et conclusions partielles. Ces éléments facilitent la construction progressive de l'exposé et permettent de soutenir un propos précis.

Le jury relève une utilisation de plus en plus marquée de l'intelligence artificielle par les candidats. Cette évolution, reflétant les transformations numériques de la société, souligne l'importance pour les futurs enseignants de maîtriser ces outils émergents.

Cependant, le jury insiste sur la nécessité pour les candidats d'adopter une posture critique à l'égard des résultats issus de ces technologies. En effet, si l'intelligence artificielle offre des opportunités en termes d'efficacité et d'innovation, elle peut également générer des biais, des approximations ou des erreurs si ses productions ne sont pas rigoureusement analysées. Les candidats sont donc encouragés à croiser les sources, à vérifier la cohérence des données et à confronter les résultats obtenus avec leurs connaissances scientifiques et techniques.

Cette démarche critique, essentielle dans le cadre de la formation des élèves, permet non seulement de garantir la qualité des travaux présentés, mais aussi de préparer les futurs enseignants à transmettre cette vigilance à leurs étudiants, dans un contexte où les outils numériques occupent une place croissante.

Pour l'exposé devant le jury

L'exposé de vingt minutes doit être structuré. Il est recommandé de présenter d'abord le contexte, le support et la problématique, puis la démarche retenue pour chaque étude, les principaux résultats, leur analyse et la conclusion. Le jury n'attend pas un récit chronologique exhaustif de toutes les activités réalisées, mais une sélection argumentée des éléments qui permettent de comprendre la démarche et d'en apprécier la pertinence.

Le candidat doit veiller à donner du sens aux résultats :

- que permet de conclure la mesure ?
- Que valide ou invalide la simulation ?
- Les résultats sont-ils cohérents avec la documentation ou le cahier des charges ?
- Quelles hypothèses peuvent expliquer les écarts ?
- Quelles améliorations du protocole ou du modèle pourraient être envisagées ?

La qualité du support de présentation est importante. Celui-ci doit être lisible, sobre, structuré et ne pas se substituer au discours. Les graphes doivent comporter titres, axes, unités et commentaires ; les captures d'écran doivent être choisies pour leur intérêt démonstratif. Le jury est attentif à la maîtrise de la langue française, à la précision du vocabulaire et à la clarté de l'argumentation.

Le candidat doit adopter une posture compatible avec un concours de recrutement d'enseignants : s'adresser au jury, gérer le temps imparti, ne pas lire intégralement son support, utiliser un vocabulaire professionnel et scientifique, reconnaître une limite éventuelle tout en proposant un raisonnement.

Pour les échanges avec le jury

Les échanges ne constituent pas une seconde présentation ; ils permettent d'approfondir les points significatifs de la prestation. Les questions peuvent porter sur le support, les principes scientifiques, la validité d'un protocole, les hypothèses d'un modèle, l'interprétation d'un résultat, les limites d'une mesure ou les choix technologiques. Le candidat doit répondre avec concision, précision et honnêteté intellectuelle.

Le jury apprécie les candidats capables de revenir sur un résultat, de corriger une erreur, d'explicitier une hypothèse ou de proposer une piste d'amélioration. À l'inverse, les réponses générales, les approximations répétées ou l'incapacité à justifier les grandeurs manipulées pénalisent fortement la prestation.

Les candidats doivent se préparer à expliquer simplement les phénomènes observés, sans perdre la rigueur scientifique nécessaire. Cette capacité à clarifier et à structurer un raisonnement technique constitue un attendu essentiel du métier de professeur de sciences industrielles de l'ingénieur.

Conseils aux candidats

Le jury conseille aux candidats de :

- s'approprier le programme du concours externe SII option ingénierie informatique et les sept thématiques qui le structurent ;
- maîtriser la programmation en Python et en C++, ainsi que les principes fondamentaux de la programmation orientée objet ;
- s'entraîner à développer, tester, analyser et déboguer des programmes simples en justifiant les choix de conception retenus ;
- s'exercer à exploiter et à interpréter les résultats issus de simulations, de tests ou d'exécutions de programmes, en les confrontant aux exigences du cahier des charges ;
- développer une démarche méthodique d'analyse et de résolution de problèmes, en s'appuyant sur des modèles, des algorithmes et des outils adaptés ;
- préparer des exposés courts, structurés et chronométrés, centrés sur la démarche, les résultats et l'analyse ;
- travailler l'expression orale, la précision du vocabulaire scientifique, les unités et les ordres de grandeur ;
- consulter les rapports de jury et les sujets zéro disponibles afin d'identifier les attendus du concours.

3. Conclusion

La première épreuve d'admission du concours externe L3 évalue la capacité du candidat à mettre en œuvre une démarche scientifique et technologique complète : comprendre un système, poser ou s'approprier une problématique, conduire une expérimentation ou une simulation, analyser des résultats, exercer un regard critique et communiquer de manière claire et rigoureuse.

La réussite à cette épreuve suppose une préparation régulière et approfondie. Les candidats doivent développer une solide culture scientifique et technologique dans le champ de l'ingénierie informatique, renforcer leur maîtrise des architectures matérielles et logicielles, des réseaux et de la programmation, et acquérir les réflexes d'une démarche d'ingénierie : analyser un besoin, concevoir une solution, justifier les choix techniques, valider les résultats obtenus et en apprécier les limites au regard des exigences du cahier des charges.

Le jury rappelle enfin que le concours constitue une étape d'entrée dans un métier exigeant. La rigueur scientifique, la clarté du propos, l'honnêteté intellectuelle, l'autonomie et la posture professionnelle sont des qualités indispensables pour devenir professeur de sciences industrielles de l'ingénieur.

D. Résultats

CAPET	
Nombre de candidats	28
Moyenne	11,94
Note minimale	5,9
Note maximale	18,7
Écart type	3,86

CAFEP	
Nombre de candidats	7
Moyenne	12,09
Note minimale	5,7
Note maximale	16,1
Écart type	3,52

Seconde épreuve d'admission

A. Présentation de l'épreuve

Durée : 35 minutes

Coefficient 3

La seconde épreuve d'admission consiste en un entretien avec le jury. Elle comporte un premier temps d'échange d'une durée de quinze minutes débutant par une présentation, d'une durée de cinq minutes, par le candidat de sa motivation et des éléments de son parcours et des expériences qui l'ont conduit à se présenter au concours en valorisant notamment les enseignements suivis, les stages, l'engagement associatif ou les périodes de formation à l'étranger.

Cette présentation donne lieu à un échange avec le jury pendant dix minutes. L'épreuve se poursuit, pendant vingt minutes, par un entretien avec le jury.

L'échange suivant la présentation du candidat et l'entretien en tant que tel s'organisent, au travers de questionnements divers (dont une mise en situation), en deux temps, l'un porte sur l'appréhension des valeurs de la République, dont la laïcité, afin de vérifier la capacité du candidat à les transmettre et les incarner. L'autre porte sur l'aptitude du candidat à :

- Se projeter dans le métier de professeur ;
- Transmettre et incarner les exigences du service public (droits et obligations du fonctionnaire dont la neutralité, lutte contre les discriminations et stéréotypes, promotion de l'égalité, notamment entre les filles et les garçons) ;
- Comprendre les grands enjeux liés à la transition écologique ;
- Appréhender l'épanouissement de l'élève dans toutes ses dimensions.

L'épreuve est notée sur 20. La note 0 est éliminatoire.

B. Déroulement de l'épreuve

Pour des raisons d'équité, la durée des entretiens est fixe. Le jury veille à ce que les temps impartis soient respectés. Il convient aux candidats d'être vigilants quant à la durée de leurs réponses.

Le candidat ne dispose d'aucun document. Le jury n'intervient pas pendant les cinq minutes de présentation du candidat.

Le déroulé est rappelé ci-dessous :

15 minutes	5 minutes	Présentation par le candidat des éléments de son parcours et des expériences qui l'ont conduit à se présenter au concours en valorisant notamment ses travaux de recherche, les enseignements suivis, les stages, l'engagement associatif ou les périodes de formation à l'étranger.
	10 minutes	Échanges suite à la présentation
20 minutes		- Une question générale - Une question contextualisée sur une situation d'enseignement ou de vie scolaire

Les questionnements et les mises en situation professionnelle sont définis par le jury en amont du passage des candidats. Une lecture de ces questions et mises en situation professionnelle est réalisée par un des membres du jury.

C. Commentaires du jury

Cette épreuve est révélatrice de la posture professionnelle du candidat mais aussi de son éthique, sa déontologie et ses futurs réflexes professionnels. Elle sollicite, au-delà des aptitudes disciplinaires, les compétences professionnelles transversales essentielles à l'exercice du métier d'enseignant. De manière générale, les candidats ont bien appréhendé le format de cette épreuve mais elle semble insuffisamment préparée pour un certain nombre d'entre eux.

Présentation (1^{ère} partie)

La présentation de cinq minutes par le candidat des éléments de son parcours et des expériences qui l'ont conduit à se présenter au concours en valorisant ses travaux de recherche, les enseignements suivis, les stages, l'engagement associatif ou les périodes de formation à l'étranger, a permis au jury de rapidement cerner certains traits de sa personnalité, et de comprendre les motivations qui l'ont poussé à présenter sa candidature au CAPET-CAFEP SII dans l'option de son choix. Il est attendu qu'il montre les liens entre les compétences acquises durant son parcours et celles nécessaires pour enseigner dans le secondaire. Les motivations doivent être clairement explicitées. Il est intéressant de comprendre comment le projet de devenir enseignant s'est construit au fil du temps et pas uniquement sur une envie de transmettre. Même s'il est plus rassurant d'apprendre cette première phase par cœur, le jury apprécie la spontanéité des candidats. Quelques candidats n'ont pas utilisé la totalité des cinq minutes, faute d'arguments et de préparation. D'autres plus rares ont dépassé le temps imparti et ont été interrompus par le jury. La structuration de la présentation demeure très souvent perfectible.

L'échange qui suit avec le jury permet ensuite au candidat d'apporter des précisions et de compléter les éléments énoncés durant sa présentation. Le jury a apprécié :

- l'enthousiasme du candidat et le dynamisme du discours pour présenter son envie de devenir enseignant ;
- la capacité du candidat à se projeter dans la fonction d'enseignant ;
- la mise en valeur des expériences multiples (animation, enseignement, différents métiers, ..) ;
- les candidats qui s'expriment clairement avec un niveau de langage approprié au métier d'enseignant.

Questions et mises en situation professionnelle (2^{ème} partie)

La seconde partie, en complément de la première, permet de vérifier si le candidat montre une réflexion personnelle et une connaissance minimale de la mission du service public de l'éducation ainsi que de ses exigences. A travers les questions posées le jury cherche à évaluer la capacité du candidat à produire une réflexion pertinente et des jugements raisonnables, rendant crédible sa projection dans la fonction d'enseignant. Les réponses apportées démontrent, pour la plupart, du bon sens et du pragmatisme des candidats.

Le jury a apprécié les candidats qui ont pris pleinement la mesure de l'épreuve et qui ont su :

- s'approprier les attentes de l'épreuve lors de leur préparation au concours ;
- identifier les valeurs et principes de la République, les droits et devoirs des fonctionnaires, sous-tendus aux interrogations formulées par le jury ;
- s'appuyer sur tous les leviers existants dans l'établissement et hors de l'établissement pour prévenir les situations étudiées notamment en mettant en place des actions éducatives ;
- prendre pleinement la mesure de leur mission d'éducation et placer leur action personnelle au sein de celle d'une communauté éducative élargie ;

- ne pas rester sur des réponses autocentrées mais de se placer dans le contexte d'un établissement scolaire ;
- prendre le recul nécessaire pour traiter la situation proposée dans le contexte décrit et de ne pas se limiter à faire référence à leur expérience (de contractuel notamment), etc.

D. Conseils aux candidats

Le jury conseille aux candidats de s'approprier les informations données sur la nouvelle épreuve d'entretien (attendus, conseils et exemples de situations professionnelles) :

<https://www.devenirenseignant.gouv.fr/concours-externes-bac-3-nos-conseils-pour-reussir-la-seconde-epreuve-orale-d-admission-1545>

Pour construire ses réponses, le candidat fait appel à l'ensemble des expériences et des connaissances dont il dispose et qu'il mobilise avec pertinence, expériences et connaissances proprement disciplinaires ou participant d'une déontologie professionnelle. Cette déontologie professionnelle suppose au moins l'appropriation par le candidat des ressources et textes suivants :

Concernant les valeurs de la République

- le préambule des [programmes d'enseignement moral et civique](#) pour une vue globale des valeurs et principes de la République ;
- sur la page [Transmettre et faire respecter les principes et valeurs de la République](#), le coffret Guide républicain comprenant : l'idée républicaine, la République à l'École, le vademecum La laïcité à l'école ;
- la page [Laïcité](#) ;
- le vademecum [Agir contre le racisme, l'antisémitisme et les discriminations liées à l'origine](#) ;

Concernant les exigences du service public d'éducation

- la [Déclaration des droits de l'homme et du citoyen](#) de 1789 ;
- la page [Mes droits et obligations](#) sur le portail fonction-publique.gouv.fr ;
- les articles L 111-1 à L 111-4 et l'article L 442-1 du [Code de l'éducation](#) ;

Concernant la transition écologique

- la page [Éducation au développement durable](#) ;
- le [Guide agir pour la transition écologique dans les écoles, collèges et lycées](#) ;
- la [Charte de l'environnement](#).

Concernant l'enjeu de l'épanouissement de l'élève

- le préambule des [programmes d'éducation à la vie affective et relationnelle \(EVAR\) et à l'éducation à la vie affective et relationnelle, et à la sexualité \(EVARS\)](#) ;
- la conférence de Christophe Marsollier [Le sens des besoins fondamentaux des élèves et leurs enjeux](#) ;
- la page [Développer les compétences psychosociales chez les élèves](#) ;
- la rubrique [Bien-être et santé des élèves](#) ;
- la [circulaire de rentrée annuelle](#) ;
- le dossier thématique [La qualité de vie à l'école](#).

E. Résultats

CAPET	
Nombre de candidats	28

CAFEP	
Nombre de candidats	7

Moyenne	12,34
Note minimale	5
Note maximale	17
Écart type	3,41

Moyenne	11,93
Note minimale	6
Note maximale	15,5
Écart type	3,23