

**CONCOURS INTERNE POUR LE RECRUTEMENT  
D'ÉLÈVES INGÉNIEURS DES TRAVAUX DE LA MÉTÉOROLOGIE  
SESSION 2022**

\*\*\*\*\*

ÉPREUVE FACULTATIVE A OPTION :

**INFORMATIQUE**

Durée : 2 heures

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

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

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

**L'usage de la calculatrice n'est pas autorisé.**

Cette épreuve comporte six parties indépendantes. Elles peuvent être abordées dans l'ordre de choix des candidats.

Barème envisagé :

- Partie 1 : structure des calculateurs (4 points)
- Partie 2 : représentation de l'information, algorithmique et méthodes de développement (4,5 points)
- Partie 3 : programmation, langages et systèmes d'exploitation (3 points)
- Partie 4 : réseaux de communication (4 points)
- Partie 5 : systèmes distribués (4 points)
- Partie 6 : sécurité des systèmes informatiques (0,5 point)

*Cette épreuve comporte 8 pages (celle-ci incluse).*

## Première partie : structure des calculateurs

**Question 1 (0,5 point)** : qu'est-ce que l'algèbre de Boole ?

**Question 2 (0,5 point)** : combien de lignes a une table de vérité d'une fonction de  $n$  variables ?

**Question 3 (1 point)** : quelle est la différence majeure entre une architecture dite de Von Neumann et une architecture dite Harvard ?

**Question 4 (1 point)** : citez les quatre éléments principaux que comprend l'architecture dite de Von Neumann, et faites-en une représentation graphique montrant les relations existantes entre elles.

**Question 5 (1 point)** : supposez l'usage d'un micro-contrôleur fonctionnant à une fréquence de 100 MHz. Mettez en relation les ordres de grandeur pour les temps d'opérations proposés ci-dessous (listés de A à E) avec leurs opérations respectives (listées de 1 à 5).

Opérations :

1. Période d'un cycle processeur
2. Temps d'accès à la mémoire cache
3. Temps d'accès à la mémoire vive (RAM)
4. Temps de commutation de contexte
5. Temps d'accès aux données stockées sur un disque dur

Ordre de grandeur des opérations citées ci-dessus :

- A. 10 ns
- B. 200 ns
- C. 10 ms
- D. 100  $\mu$ s
- E. 30 ns

(Exemple de réponse attendue : le temps A correspond à l'opération 1, le temps B à l'opération...)

## **Deuxième partie : représentation de l'information, algorithmique et méthodes de développement**

**Question 1 (1 point)** : donnez les représentations hexadécimale et décimale de la valeur binaire 1010101010101010.

**Question 2 (1 point)** : que signifie le terme « endianness » pour un processeur et comment sont rangés en mémoire les mots de 32 bits d'un processeur fonctionnant en big-endian (vous supposerez que chaque adresse de mémoire contient 8 bits d'information) ?

**Question 3 (1 point)** : donnez une définition de la notion d'algorithme.

**Question 4 (1 point)** : vous semble-t-il que la validation d'un programme par la simple mise en œuvre d'un jeu de tests bien choisi soit suffisante pour garantir son bon fonctionnement (justifiez votre réponse) ?

**Question 5 (0,5 point)** : dans le fichier source d'un programme, si vous deviez définir un commentaire pour former un en-tête récapitulatif des informations nécessaires à son usage et sa bonne mise en œuvre, quelles informations mentionneriez-vous systématiquement (donnez les titres (explicites) des sections de cet en-tête) ?

## Troisième partie : programmation, langages et systèmes d'exploitation

**Question 1 (1 point)** : étudiez le programme ci-dessous. Considérez que chaque instruction (= ligne) du langage prend un temps  $T$  à s'exécuter. Vous supposerez que ce programme s'exécute sur une machine dont tous les composants sont connus et caractérisés temporellement, qu'il est seul à s'exécuter, et que la machine ne présente pas de dysfonctionnement particulier tout comme le programme lui-même. Pouvez-vous donner son temps d'exécution total ?

```
v = 0
```

```
FAIRE POUR i = 0 A n
```

```
    v = v + 1
```

```
FAIT POUR i
```

**Question 2 (0,5 point)** : quel est le facteur essentiel, au niveau de sa construction, rendant un programme difficilement prévisible en termes de temps d'exécution ? Vous supposerez que ce programme s'exécute sur une machine dont tous les composants sont connus et caractérisés temporellement, qu'il est seul à s'exécuter (donc que la charge de la machine n'est pas en cause), et qu'elle ne présente pas de dysfonctionnement particulier tout comme le programme lui-même.

**Question 3 (0,5 point)** : citez deux langages compilés.

**Question 4 (1 point)** : décrivez le fonctionnement d'un ordonnanceur préemptif et citez un système d'exploitation en disposant.

## Quatrième partie : réseaux de communication

**Question 1 (0,5 point)** : donnez, sans explication, la liste des couches du modèle OSI (numéros et noms).

**Question 2 (1 point)** : qu'est-ce que le poids de Hamming dans le contexte de la protection contre les erreurs de transmission ?

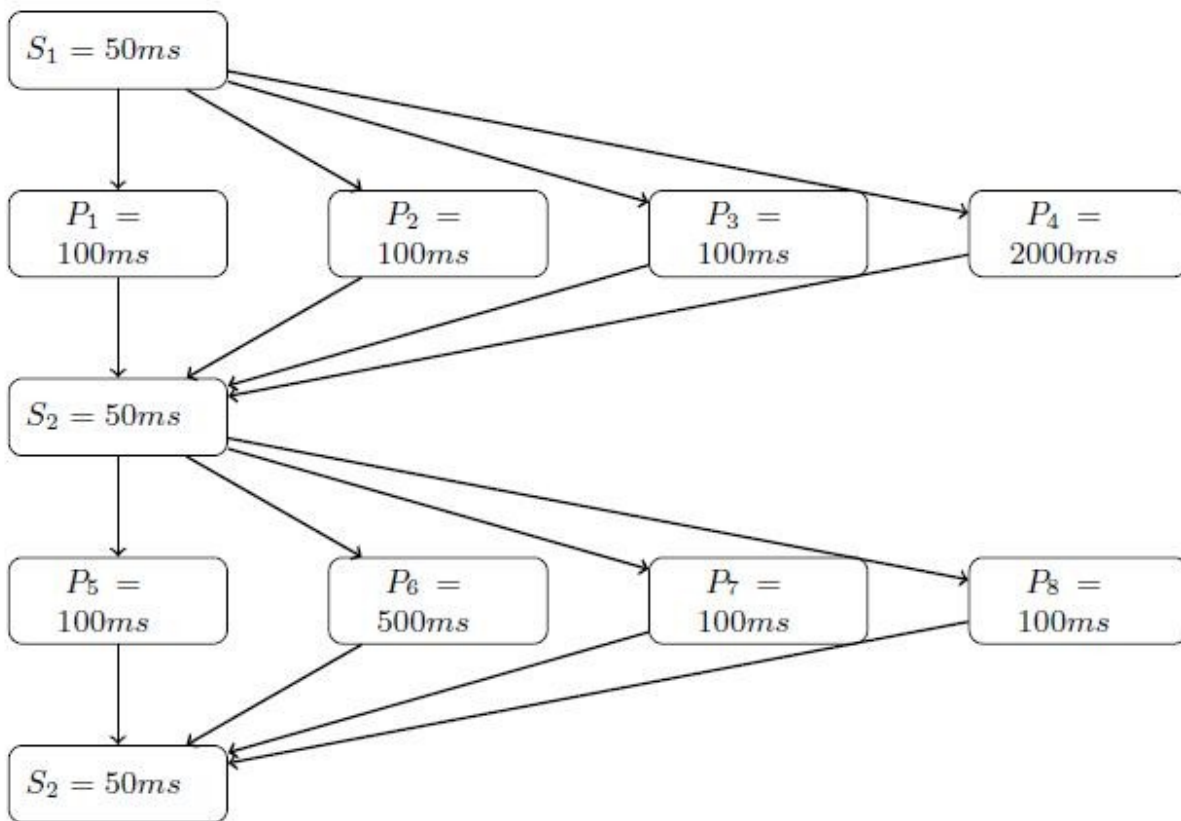
**Question 3 (0,5 point)** : quelle est la fonction du protocole ARP (Address Resolution Protocol) ?

**Question 4 (1 point)** : donnez la signification des initiales du protocole NTP et expliquez brièvement à quoi il sert et comment il fonctionne.

**Question 5 (1 point)** : dans une application écrite selon le modèle client/serveur, quel est, ou quels sont, le, ou les, processus qui prend, ou qui prennent, l'initiative des échanges et pourquoi ?

## Cinquième partie : systèmes distribués

Pour les trois questions qui suivent, vous considérerez le graphe d'exécution des tâches du programme multi-processus ci-dessous. Sur ce graphe, chaque tâche représentée est associée à son temps d'exécution. Vous considérerez en outre que l'exécution des tâches les unes par rapport aux autres est fondamentalement asynchrone. Enfin, vous ne prendrez pas en considération un quelconque temps d'ordonnancement, de création/destruction de tâches, ni le surcoût dû aux temps de communication.



**Question 1 (0,5 point) :** supposez une machine ne disposant que d'un seul processeur mono-cœur et mono-threadé. Sur cette machine, quel est le temps d'exécution du programme dont le graphe d'exécution a été donné précédemment ?

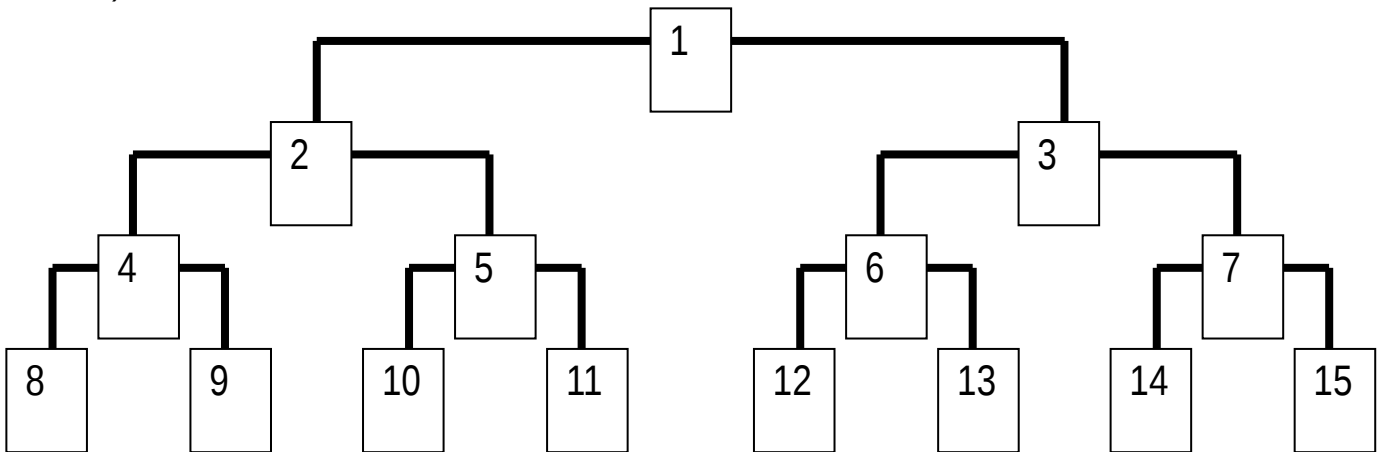
**Question 2 (0,5 point) :** supposez maintenant une machine disposant de seize processeurs du même type que ceux décrits à la question précédente. Sur cette machine, quel est le temps d'exécution du programme dont le graphe d'exécution a été donné précédemment ?

**Question 3 (0,5 point) :** est-il possible d'exécuter simultanément toutes les tâches notées  $P_x$  ( $1 \leq x \leq 8$ ) sur la machine décrite à la question précédente, et pourquoi ?

**Question 4 (1 point) :** un système multi-processeurs consiste en 100 processeurs, chacun d'eux étant capable de produire 2 Gflops (c'est-à-dire 2 milliards d'opérations à virgule flottante par seconde) de puissance crête. Avec ce système, quelle est la puissance crête (mesurée en Gflops) d'une application dont 10% du code est séquentiel et 90% parallélisable ? Vous avez le choix entre les trois valeurs suivantes (donnez également les éléments de justification qui ont guidés votre choix) :

- A. 18.34 Gflops.
- B. 180 Gflops.
- C. 200 Gflops.

**Question 5 (0,5 point) :** considérez un programme dont l'objet est de diffuser une matrice d'entiers de taille 100 x 100 dans une grappe (cluster) de PC. Le contenu de la matrice est sans importance. La topologie du réseau d'interconnexion est supposée être un arbre binaire complet de 15 nœuds de calcul (voir figure ci-dessous). Si le programme implémente un routage des données de la matrice en utilisant exclusivement des communications synchrones et bloquantes, quel est le temps de diffusion théorique de la matrice à l'ensemble des nœuds ? (1 unité de temps = temps d'une communication point-à-point entre deux nœuds.)



**Question 6 (1 point) :** comment pourriez-vous améliorer l'algorithme du programme de la question précédente sur le plan des communications afin de réduire le temps total de diffusion ? (Pour répondre, considérez les possibilités suivantes : en changeant la topologie du réseau par une topologie en anneau, en mettant en œuvre des communications non-bloquantes ou en changeant la manière de numéroter les nœuds.) Donnez quelques éléments expliquant votre choix.

## **Sixième partie : sécurité des systèmes informatiques**

**Question 1 (0,5 point) :** qu'est-ce qu'un « Keylogger » (enregistreur de touches) ?