

**CONCOURS INTERNE DE TECHNICIEN  
DE POLICE TECHNIQUE ET SCIENTIFIQUE  
DE LA POLICE NATIONALE**

**SESSION 2014**

***TRAITEMENT DU SIGNAL***

**Épreuve écrite de connaissance  
se rapportant à la spécialité choisie**

**Durée de l'épreuve : 3 heures – Coefficient : 2**

Il vous appartient de vous assurer que le sujet en votre possession comporte la totalité des pages (6 pages dont 1 page d'annexe).

Il vous est demandé de répondre avec clarté à chaque question, sur votre feuille de composition (coin gommé).

L'usage de la calculatrice (graphique ou pas) est autorisée.

**Sous peine d'annulation de leur épreuve, les candidats ne devront faire apparaître aucun signe ou mention pouvant permettre l'identification des copies et intercalaires.**

### Exercice 1 (4 points) :

1. Donner les définitions des termes suivants :

- Mesurande,
- Erreurs systématiques,
- Erreurs aléatoires.

2. Pour les erreurs systématiques et aléatoires, donner un exemple de chaque type d'erreur.

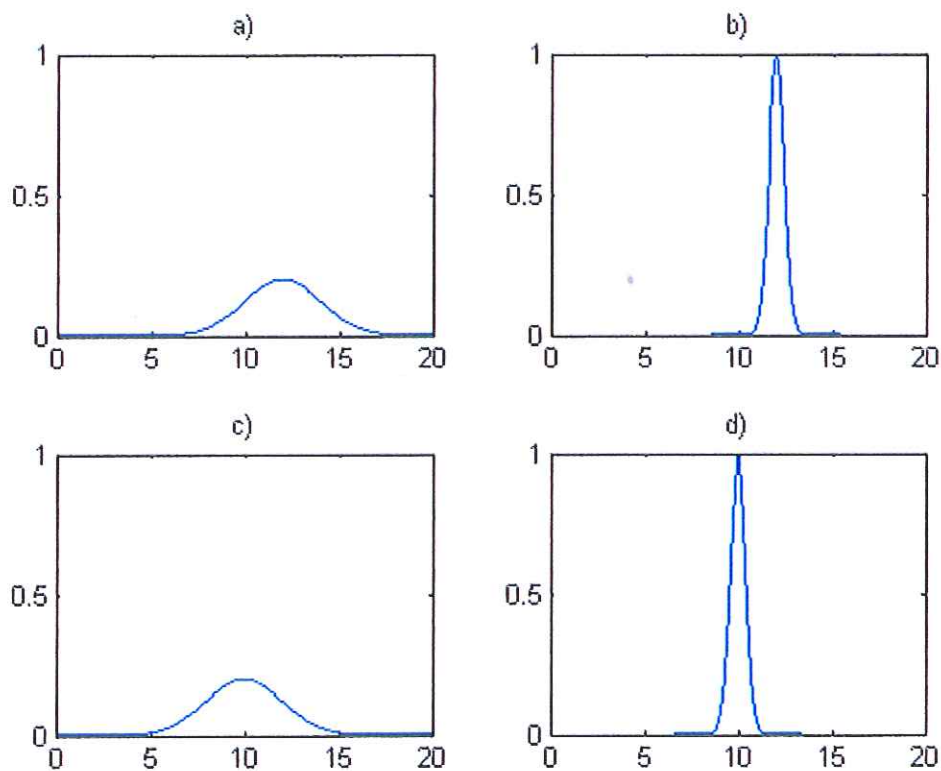
3. Comment peut-on réduire ces erreurs ?

La figure 1 montre différents types de répartition des résultats d'une mesure. Un étalonnage permet de savoir que la valeur recherchée est 10.

4. Expliquer ce qu'est un étalonnage et comment il peut être fait.

5. Pour les 4 courbes a, b, c et d de la figure 1, discuter sur les erreurs systématiques, les erreurs aléatoires (ou accidentelles).

6. Caractériser les 4 courbes a, b, c et d avec les termes "juste", "fidèle" et "précis"



**Figure 1**

### Exercice 2 (4 points) :

Huit personnes mesurent la longueur d'onde de la raie verte du mercure en utilisant une fente fine éclairée par la lampe, une lentille et un réseau. Ils obtiennent les résultats suivants :

i (n° de la mesure)	1	2	3	4	5	6	7	8
$\lambda$ trouvée (nm)	538,2	554,3	545,7	552,3	566,4	537,9	549,2	540,3

1. Donner la définition et déterminer la valeur moyenne  $\lambda_{\text{moy}}$ .
2. Donner la définition et déterminer que l'écart-type vaut  $\sigma = 9,72$  nm.
3. Comme nous avons 8 mesures, quelle est l'incertitude  $\delta$  sur la moyenne des 8 mesures ?
4. Donner l'estimation de  $\lambda$  sous la forme  $\lambda = \dots \pm \dots$  nm.
5. Comparer à la valeur que l'on peut trouver dans des tables :  $\lambda_{\text{tab}} = 545,07$  nm.
6. On cherche à savoir si certaines mesures peuvent être considérées comme aberrantes. Proposer un tableau avec pour chaque valeur mesurée la différence (mesure – moyenne) et comparer cette valeur avec l'écart-type  $\sigma$ . Le candidat pourra utiliser l'annexe 1 et rejeter les mesures qui ont une probabilité d'apparition de moins de 5 %.

### Exercice 3 (4 points) :

1. Expliquer en quelques lignes ce qu'est un développement en série de Fourier
2. Déterminer les coefficients  $a_n$  et  $b_n$  du développement en série de Fourier du signal  $y(t)$  représenté sur la figure 2.

$$a_n = \frac{2}{T} \int_{-T/2}^{T/2} y(t) \cos(2\pi n f t) dt \quad \text{et} \quad b_n = \frac{2}{T} \int_{-T/2}^{T/2} y(t) \sin(2\pi n f t) dt \quad \text{où} \quad f = \frac{1}{T}$$

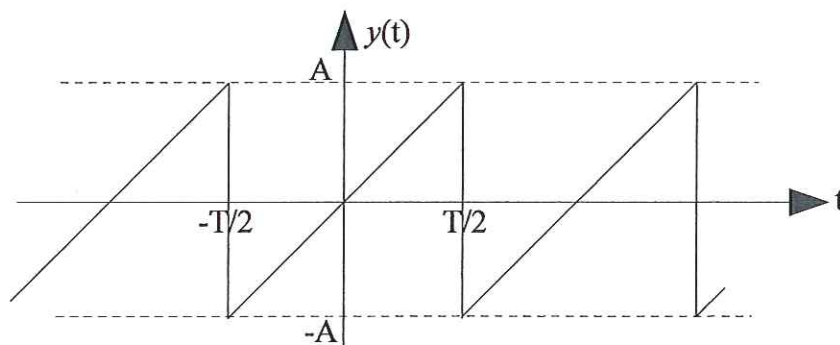


Figure 2

### Exercice 4 (4 points) :

A un signal temporel (fonction du temps  $t$ ) on associe une représentation fréquentielle (fonction de la fréquence  $f$ ) grâce à un outil mathématique qui s'appelle la transformée de Fourier.

à  $x(t)$  on associe  $X(f)$

$X(f)$  est défini par :  $X(f) = \int_{-\infty}^{+\infty} x(t) e^{j2\pi f t} dt$  où  $j$  est l'imaginaire pur.

1. Qu'appelle t-on le spectre d'un signal ?
2. Donner l'unité d'une fréquence ?
3. Donner l'ordre de grandeur des fréquences utilisées pour le wi-fi.

En transmission de données numériques, les 0 et les 1 binaires peuvent être codés par des signaux qui sont construits à partir du signal  $x(t)$  représenté sur la figure 3.

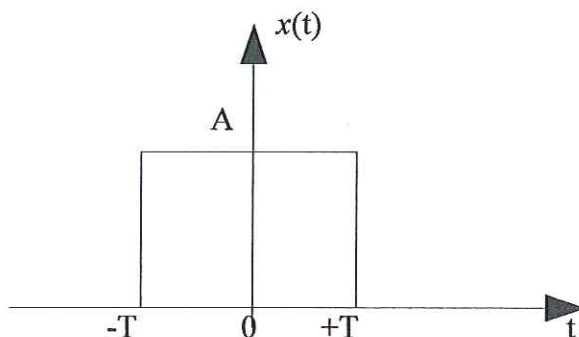


Figure 3

4. Déterminer la transformée de Fourier  $X(f)$  du signal  $x(t)$ .
5. Pour traiter des signaux numériques, les appareils actuels font appel à une famille de composants électronique qui s'appelle DSP. Que signifie cet acronyme ?
6. En quoi ces composants (DSP) sont-ils différents des micro-processeurs ?

Pour avoir une représentation graphique d'un signal numérique on peut utiliser un analyseur logique ou un analyseur de spectre.

7. Expliquer la différence entre ces deux appareils.
8. Tracer des exemples de courbes données par ces appareils.

### **Exercice 5 (4 points) :**

L'opération de numérisation d'un signal peut être décomposée en deux étapes principales : l'échantillonnage et la quantification.

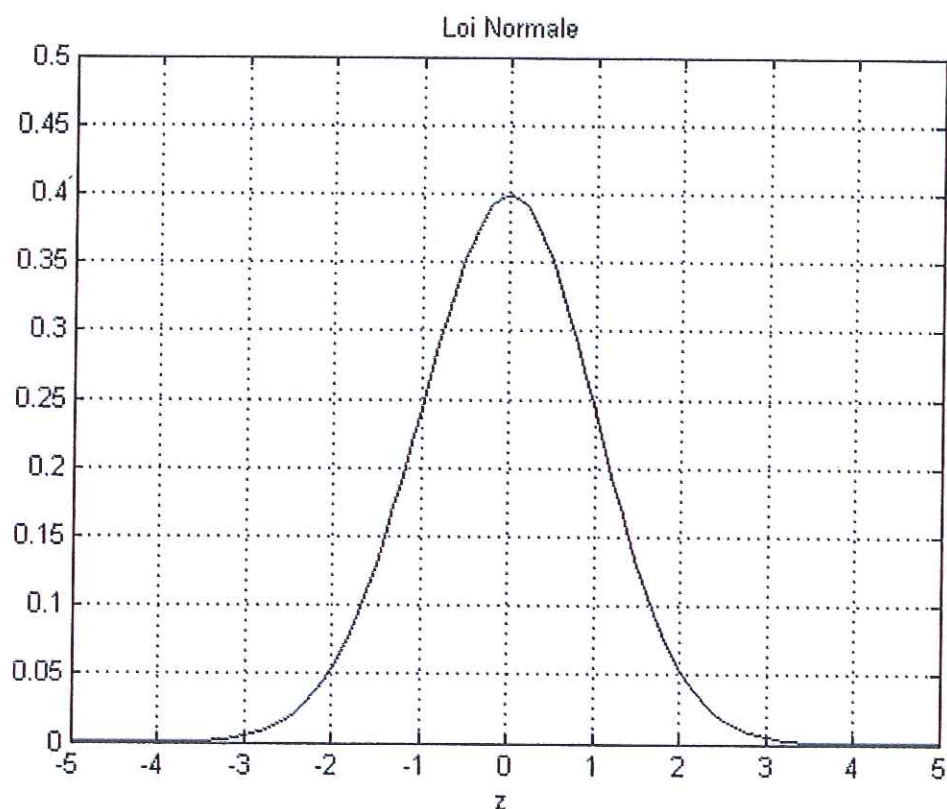
1. Donner une définition de ces deux étapes. Le candidat pourra s'appuyer sur des exemples pour illustrer ses explications.

On considère un signal audio numérisé à 44,1 kHz sur 16 bits.

2. Quelle est la période d'échantillonnage  $T_e$  ?
3. Quel théorème faut-il respecter concernant la fréquence maximale du signal que l'on doit échantillonner ?
4. Quelle est la fréquence maximale du signal que l'on peut mettre à l'entrée de l'échantillonneur ?
5. En 1 minute, combien d'échantillons sont générés ?
6. Sachant que sur un cédérom vierge il est indiqué 80 minutes, donner la taille en octet nécessaire pour stocker 80 minutes d'un signal stéréo.
7. Sur le même cédérom il est aussi indiqué 700 Mo. Est-ce compatible avec le résultat de la question précédente ? Expliquer.

## ANNEXE 1 LA DISTRIBUTION DE GAUSS OU LOI NORMALE

C'est une distribution symétrique autour de la moyenne dont le graphe est représenté ci-dessous en fonction de  $z = (x - x_{\text{moy}})/\sigma$ . Comme indiqué sur la figure et dans le tableau, la probabilité que la valeur de  $x$  soit à moins d'un écart-type  $\sigma$  de la moyenne  $x_{\text{moy}}$  (en valeur absolue) est de 68 %. Cette probabilité passe à 99,7 % pour un écart à la moyenne de 3 écart-types.



$\alpha$	0	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4
P (%)	0	38	68	87	95,4	98,8	99,7	99,95	99,99

Loi normale : probabilité P qu'un mesure de  $x$  se trouve dans l'intervalle  $[x_{\text{moy}} - \alpha\sigma, x_{\text{moy}} + \alpha\sigma]$ .