

Chambre de Commerce et d'Industrie de Paris <hr/> E.S.I.E.E.	Unité : GSignal Examen de Traitement du signal Date : aout 2001	Classe I3
--	---	------------------

SUJET À TRAITER – SANS DOCUMENTS
INDIQUEZ VOTRE NOM ET RÉPONDEZ SUR LE SUJET

Remis par J.-F. BERCHER et G. LISSORGUES
À l'attention des 2^e, 3^e, 4^e, 5^e sessions
proposé par G. Lissorgues & P. Jardin
Durée : 2 Heures.

ÉNONCÉ

NOM :

Cet examen est un examen en Vrai-Faux. Sur chacune des propositions, vous devez cocher l'une des cases, pour indiquer si l'affirmation est vraie, ou fausse. Les réponses inexactes seront décomptées (points négatifs). Il vaut donc mieux ne pas répondre que répondre au hasard. Les contradictions logiques seront également pénalisées.

Début du test Répondez à chacune des questions suivantes.

1. Si f_{\max} est la fréquence maximale de la transformée de Fourier d'un signal, on peut échantillonner celui-ci à

(a) $F_e = f_{\max}$	Vrai	Faux
(b) $F_e = f_{\max} + 1$	Vrai	Faux
(c) $F_e = 2 f_{\max}$	Vrai	Faux
(d) $F_e = 2 f_{\max} + 1$	Vrai	Faux
(e) $F_e = 3 f_{\max} + 1$	Vrai	Faux

2. La transformée de Fourier

(a) d'un signal discret (échantillonné) est discrète	Vrai	Faux
(b) d'un signal discret (échantillonné) est périodique	Vrai	Faux
(c) d'un signal périodique est périodique	Vrai	Faux
(d) d'un signal périodique est discrète	Vrai	Faux

3. La fenêtre temporelle $\text{rect}_T(t - \frac{T}{2})$ où $T = NT_e$ servant à limiter le nombre de points du signal à analyser

(a) entraîne une discrétisation du spectre	Vrai	Faux
(b) entraîne un élargissement du spectre	Vrai	Faux
(c) entraîne une convolution du spectre initial par $\text{sinc}(\pi f T) e^{-j2\pi f T}$	Vrai	Faux
(d) entraîne un produit du spectre initial par $\text{sinc}(\pi f T) e^{-j2\pi f T}$	Vrai	Faux
(e) entraîne un filtrage passe bas du spectre initial	Vrai	Faux

4. La convolution d'un signal échantillonné par $\text{rect}_{T_e}(t - \frac{T_e}{2})$ correspond à

(a) faire un bloqueur	Vrai	Faux
(b) un filtrage passe bas	Vrai	Faux
(c) une multiplication en fréquence par $\text{sinc}(\pi f T_e) e^{-j2\pi f T_e}$	Vrai	Faux

5. La convolution entre deux signaux $x(t)$ et $y(t)$ peut s'exprimer comme

(a) $[x * y](t) = \int_{-\infty}^{\infty} x(u)y(t - u)du$	Vrai	Faux
---	------	------

- (b) $[x * y](t) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t)y(t-u)du$ Vrai Faux
- (c) $[x * y](t) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t-u)y(u)du$ Vrai Faux
- (d) $[x * y](t) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t)y(u-t)dt$ Vrai Faux
- (e) $[x * y](t) = \text{TF}^{-1}[X(f)Y(f)]$ Vrai Faux
6. Les valeurs $x_n = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} X_k e^{j2\pi \frac{nk}{N}}$
- (a) se rapportent à la fréquence $\frac{kFe}{N}$ Vrai Faux
- (b) se rapportent au temps NTe Vrai Faux
- (c) correspondent à la TFD directe Vrai Faux
- (d) correspondent à la TFD inverse Vrai Faux
7. la TFD de $x_n = e^{-j\frac{8\pi n}{16}}$ pour $n = 0 \dots 15$ est :
- (a) $X_k = 0 \forall k \in \{0 \dots 15\}$ Vrai Faux
- (b) $X_4 = 16$ et $X_k = 0$ pour $k \neq 4$ Vrai Faux
- (c) $X_3 = 16$ et $X_k = 0$ pour $k \neq 3$ Vrai Faux
- (d) $X_{12} = 16$ et $X_k = 0$ pour $k \neq 4$ Vrai Faux
- (e) $X_{13} = 16$ et $X_k = 0$ pour $k \neq 3$ Vrai Faux
8. La TFD de $x_n = \cos \frac{8\pi n}{16}$ pour $n = 0 \dots 15$ est
- (a) $X_3 = 8, X_{13} = 8$ et $X_k = 0$ pour $k \neq 3, 13$ Vrai Faux
- (b) $X_4 = 8, X_{12} = 8$ et $X_k = 0$ pour $k \neq 4, 12$ Vrai Faux
- (c) $X_k = \text{sinc} \left(\frac{8\pi k}{16} \right)$ Vrai Faux
9. La TFD inverse de X_k (quelconque)
- (a) est un signal périodique de période N Vrai Faux
- (b) est nulle pour $n \notin [0, N-1]$ Vrai Faux
- (c) n'est pas définie pour $n \notin [0, N-1]$ Vrai Faux
10. La transformée de Fourier et la TFD coïncident pour les fréquences kFe/N :
- (a) toujours Vrai Faux
- (b) toujours si le signal est périodique Vrai Faux
- (c) dans le cas où le signal est périodique et la fenêtre de pondération contient un nombre entier de période(s) Vrai Faux
- (d) dès que l'on utilise une fenêtre de pondération autre que la fenêtre rectangulaire Vrai Faux
11. La transformée en z et la transformée de Fourier discrète coïncident pour
- (a) $|z|=1$ Vrai Faux
- (b) $|z| < 1$ Vrai Faux
- (c) $z = e^{j2\pi\lambda}$, avec $\lambda = f/Fe$ Vrai Faux
- (d) $z = e^{j2\pi k/N}$ où k est un entier inférieur à N Vrai Faux
12. La TF inverse de $\text{rect}_B(f)$ est
- (a) $\text{rect}_T(t)$ Vrai Faux
- (b) $B \frac{\sin \pi Bt}{\pi Bt}$ Vrai Faux
13. Périodiser un signal revient à
- (a) convoluer le motif élémentaire par un peigne de Dirac Vrai Faux
- (b) convoluer la TF du motif élémentaire par un peigne de Dirac Vrai Faux

- (c) multiplier la TF du motif élémentaire par un peigne de Dirac Vrai Faux
14. La TF de $x(t - t_0)$ est
- (a) $X(f)e^{-j2\pi ft_0}$ Vrai Faux
- (b) $X(f)e^{-j2\pi ft/t_0}$ Vrai Faux
- (c) $X(f - \frac{1}{t_0})$ Vrai Faux
15. L'équation aux différences $y_n = x_n - 0,8y_{n-1}$ correspond à la fonction de transfert
- (a) $\frac{1}{1 - 0,8z^{-1}}$ Vrai Faux
- (b) $\frac{1}{1 + 0,8z^{-1}}$ Vrai Faux
- (c) $1 - 0,8z^{-1}$ Vrai Faux
- (d) $1 + 0,8z^{-1}$ Vrai Faux
16. La réponse impulsionnelle du filtre précédent est :
- (a) $h_n = (-0,8)^n (n \geq 0)$ Vrai Faux
- (b) $h_n = (0,8)^n (n \geq 0)$ Vrai Faux
- (c) $h_0 = 1 \quad h_1 = -0,8 \quad h_n = 0$ pour $|n| \geq 2$ Vrai Faux
17. Le filtre de fonction de transfert en z
- $$H(z) = \frac{1}{1 + 0,8z^{-1}}$$
- (a) est récursif Vrai Faux
- (b) est passe-bas Vrai Faux
- (c) est à réponse impulsionnelle finie Vrai Faux
- (d) est stable Vrai Faux
18. Pour qu'un filtre numérique causal à fonction de transfert rationnelle en z soit stable, il faut que :
- (a) sa réponse impulsionnelle h_n vérifie $\sum_{n=0}^{\infty} |h_n| < \infty$ Vrai Faux
- (b) ses zéros soient de module inférieur à 1 Vrai Faux
- (c) ses pôles soient à partie réelle négative Vrai Faux
- (d) la marge de phase soit supérieure à 10 degrés Vrai Faux
19. La transformée de Fourier
- (a) d'un Dirac $\delta(t)$ est une constante Vrai Faux
- (b) d'une constante est un Dirac $\delta(t)$ Vrai Faux
- (c) d'un Peigne de Dirac est une constante Vrai Faux
- (d) d'un Peigne de Dirac est un Peigne de Dirac Vrai Faux
- (e) d'un Peigne de Dirac est une somme infinie d'exponentielles complexes Vrai Faux
- (f) inverse d'un Dirac est une constante Vrai Faux
20. La transformée de Fourier d'une exponentielle complexe
- (a) est un Dirac Vrai Faux
- (b) est une exponentielle complexe Vrai Faux
- (c) n'est pas définie Vrai Faux
21. La transformée de Fourier de l'autocorrélation d'un signal aléatoire stationnaire est
- (a) aléatoire Vrai Faux
- (b) n'est pas définie Vrai Faux
- (c) est la densité spectrale de puissance Vrai Faux
22. Un filtre est entièrement caractérisé par
- (a) sa fonction de transfert Vrai Faux
- (b) son autocorrélation Vrai Faux
- (c) sa réponse impulsionnelle Vrai Faux

- (d) son gain, ses pôles et ses zéros Vrai Faux
23. Un signal
- (a) stationnaire est ergodique Vrai Faux
- (b) ergodique est stationnaire Vrai Faux
- (c) constant est stationnaire Vrai Faux
- (d) stationnaire est constant Vrai Faux
24. Un signal défini par $X(t, \omega) = A(\omega) \cos(2\pi f_0 t)$ où $A(\omega)$ est uniforme sur $[0, 1]$
- (a) est stationnaire au premier ordre Vrai Faux
- (b) est stationnaire au second ordre Vrai Faux
25. Un signal défini par $X(t, \omega) = A(\omega) \cos(2\pi f_0 t) + B(t, \omega)$ où $A(\omega)$ est uniforme sur $[0, 1]$, $B(t, \omega)$ est un bruit blanc gaussien stationnaire et ergodique,
- (a) est stationnaire au premier ordre Vrai Faux
- (b) est stationnaire au second ordre Vrai Faux
26. Un signal défini par $X(t, \omega) = A(\omega) \cos(2\pi f_0 t + \phi(\omega))$ où $A(\omega)$ est uniforme sur $[-1, 1]$ et $\phi(\omega)$ est uniforme sur $[0, 2\pi]$
- (a) est stationnaire au premier ordre Vrai Faux
- (b) est stationnaire au second ordre Vrai Faux
27. Si un signal $X(t)$ est stationnaire et ergodique, alors
- (a) $E[X(t)] = \int X(t) p_{X(t)} dX(t) \forall t$ Vrai Faux
- (b) $E[X(t)] = \int X(t) dt$ Vrai Faux
28. La formule des interférences est :
- (a) $R_{Y_1 Y_2}(\tau) = [h_2^{(-)*} * R_{X_1 X_2} * h_1](\tau)$ Vrai Faux
- (b) $R_{Y_2 Y_1}(\tau) = [h_2 * R_{X_2 X_1} * h_1^{(-)*}](\tau)$ Vrai Faux
- (c) $R_{Y_2 Y_1}(\tau) = [H_2(f) H_1^*(f)] * R_{X_2 X_1}(\tau)$ Vrai Faux
29. Si $X_1(t)$ et $X_2(t)$ sont stationnaires et décorrelés, de moyennes respectives m_1 et m_2 , de variances respectives σ_1^2 et σ_2^2
- (a) $R_{X_1 X_2}(\tau) = m_1 m_2 \delta(\tau)$ Vrai Faux
- (b) $R_{X_1 X_2}(\tau) = m_1 m_2$ Vrai Faux
- (c) $R_{X_1 X_2}(\tau) = \sigma_1 \sigma_2 \delta(\tau)$ Vrai Faux
- (d) $R_{X_1 X_2}(\tau) = (\sigma_1 \sigma_2 - m_1 m_2) \delta(\tau)$ Vrai Faux
30. Si $X_2(t) = [h * X_1](t)$ et $B(t)$ est décorrelé de $X_1(t)$, alors, avec $Y(t) = X_2(t) + B(t)$,
- (a) $X_2(t)$ et $B(t)$ sont indépendants Vrai Faux
- (b) $R_{X_2 X_1}(\tau) = [h * R_{X_1 X_1}](\tau)$ Vrai Faux
- (c) $R_{X_2 X_1}(\tau) = [h^{(-)*} * R_{X_1 X_1}](\tau)$ Vrai Faux
- (d) $R_{Y_2 X_1}(\tau) = [h * R_{X_1 X_1}](\tau) + \delta(\tau)$ Vrai Faux
- (e) $R_{Y_2 X_1}(\tau) = [h * R_{X_1 X_1}](\tau)$ Vrai Faux
31. L'autocorrélation d'un bruit blanc est :
- (a) un peigne de Dirac Vrai Faux
- (b) une constante Vrai Faux
- (c) un triangle Vrai Faux
- (d) une impulsion de Dirac Vrai Faux
32. La densité spectrale de puissance d'un bruit blanc est
- (a) un peigne de Dirac Vrai Faux
- (b) une constante Vrai Faux
- (c) un triangle Vrai Faux
- (d) une impulsion de Dirac Vrai Faux

33. Si $x(t)$ est un signal aléatoire de moyenne m_x et de variance σ_x^2 , alors $y(t) = ax(t)$
- | | | |
|--|------|------|
| (a) a pour moyenne $m_y = am_x$ | Vrai | Faux |
| (b) a pour moyenne $m_y = ax(0)m_x$ | Vrai | Faux |
| (c) a pour variance | | |
| i. $\sigma_y^2 = am_x^2$ | Vrai | Faux |
| ii. $\sigma_y^2 = a\sigma_x^2$ | Vrai | Faux |
| iii. $\sigma_y^2 = a^2 (\sigma_x^2 - m_x^2)$ | Vrai | Faux |
| iv. $\sigma_y^2 = a^2 \sigma_x^2$ | Vrai | Faux |
| v. $\sigma_y^2 = a^2 m_x^2$ | Vrai | Faux |
34. Si $y(t) = [h * x](t)$, avec $H(f) = \text{TF}\{h(t)\}$ et où $x(t)$ a pour moyenne m_x , alors $y(t)$ a pour moyenne
- | | | |
|----------------------------------|------|------|
| (a) $m_y = m_x \int h(t) dt$ | Vrai | Faux |
| (b) $m_y = [h * m_x](t)$ | Vrai | Faux |
| (c) $m_y = m_x \int h(t) ^2 dt$ | Vrai | Faux |
| (d) $m_y = m_x H(0)$ | Vrai | Faux |
35. Si $y(t) = [h * x](t)$, avec $H(f) = \text{TF}\{h(t)\}$ et où $x(t)$ a pour moyenne m_x , alors $y(t)$ a pour densité spectrale de puissance
- | | | |
|--|------|------|
| (a) $S_{YY}(f) = \text{TF}[R_{XX}(t)]$ | Vrai | Faux |
| (b) $S_{YY}(f) = S_{XX}(f) \int h(t)^2 dt$ | Vrai | Faux |
| (c) $S_{YY}(f) = H(f) ^2 S_{XX}(f)$ | Vrai | Faux |
36. Pour un signal aléatoire $X(t, \omega)$, la fonction de covariance $C_X(t_1, t_2)$
- | | | |
|---|------|------|
| (a) définit un lien statistique entre les deux instants | Vrai | Faux |
| (b) vaut
$C_X(t_1, t_2) = E[X(t_1, \omega)X(t_2, \omega)]$ | Vrai | Faux |
| (c) est une fonction de corrélation dans le cas stationnaire | Vrai | Faux |
| (d) est une fonction de corrélation dans le cas ergodique | Vrai | Faux |

Fin du test

Merci, _____, d'avoir répondu à ces quelques questions : vous avez obtenu une note de **sur 20**, en répondant juste à _____ questions et faux à _____ autres, (soit à _____ questions) sur un total de _____ questions.