

GEL4200: Communications numériques 2017 Examen final

*Mercredi 3 mai 2017; durée: 13h30 to 15h20
Documentation fournie; calculatrice permise*

Problème 1 (25 points sur 100)

Considérons la matrice de contrôle de parité suivante pour un code en bloc

$$H = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

A. (5 points) Ce code est-il systématique ? Quel est le taux du code?

Voici la matrice de parité d'un autre code de bloc

$$P = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

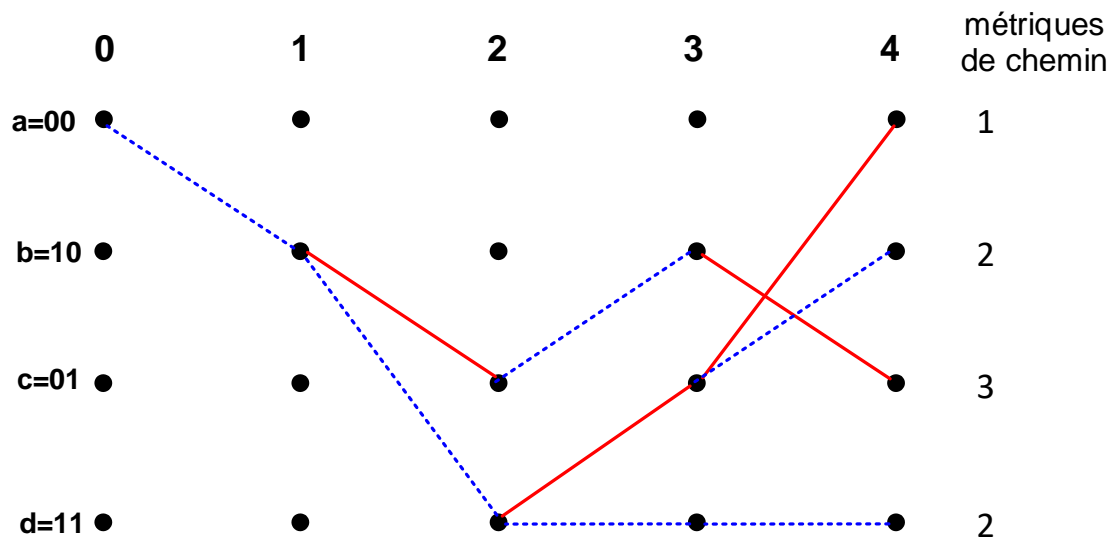
- B. (5 points) Donner la matrice génératrice d'une version systématique du code.
- C. (5 points) Combien d'erreurs de bit peuvent-elles être corrigées?
- D. (5 points) Donner la table des syndromes.
- E. (5 points) Quelle est la sortie (les 2 bits de message) du décodeur pour le vecteur reçu $[1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0]$?

Problème 2 (26 points sur 100)

- A. (15 points) Prendre en considération la détection « symbole par symbole » vs la détection de séquence. Donner un exemple d'une technique d'égalisation pour chaque type de détection. Quelle détection / égaliseur est plus efficace? Dans quelles circonstances? À quel prix?
- B. (11 points) DMT a d'abord été appliqué aux modems de ligne téléphonique. OFDM est fréquemment utilisé pour les communications sans fil, par contre le DMT n'est pas exploité pour les communications sans fil. Pourquoi DMT était-il un bon choix pour les modems de ligne téléphonique, plutôt que l'OFDM? Pourquoi DMT est-il inapproprié pour les canaux sans fil? Justifiez votre réponse.

Problème 3 (26 points sur 100)

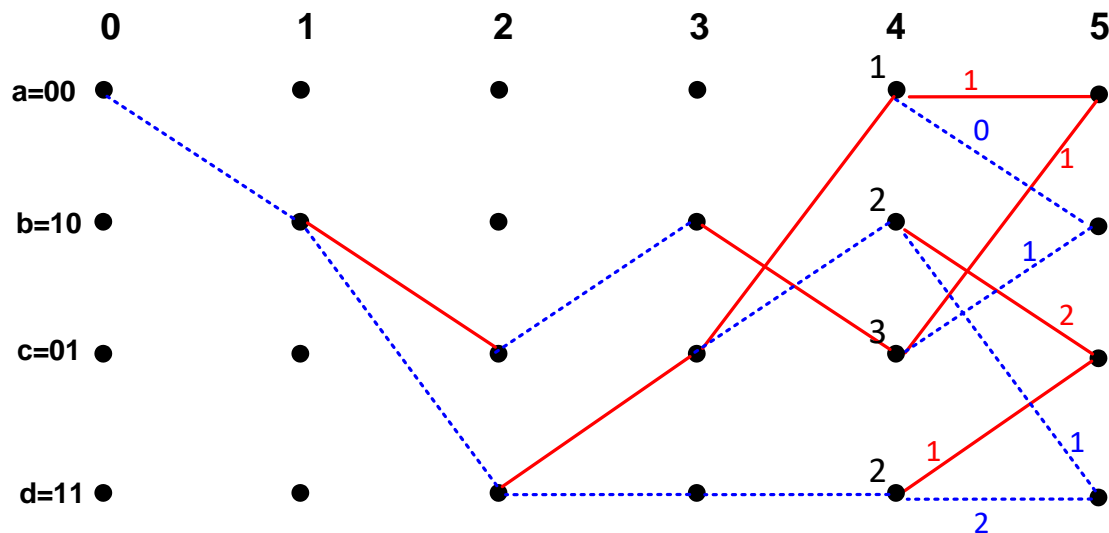
Pour le treillis de l'algorithme de Viterbi ci-dessous, les chemins survivants jusqu'au temps 4 sont indiqués (lignes solides pour le zéro logique, lignes pointillées pour l'un logique). La métrique (en utilisant la distance de Hamming) de chemin pour chaque chemin survivant est indiquée.



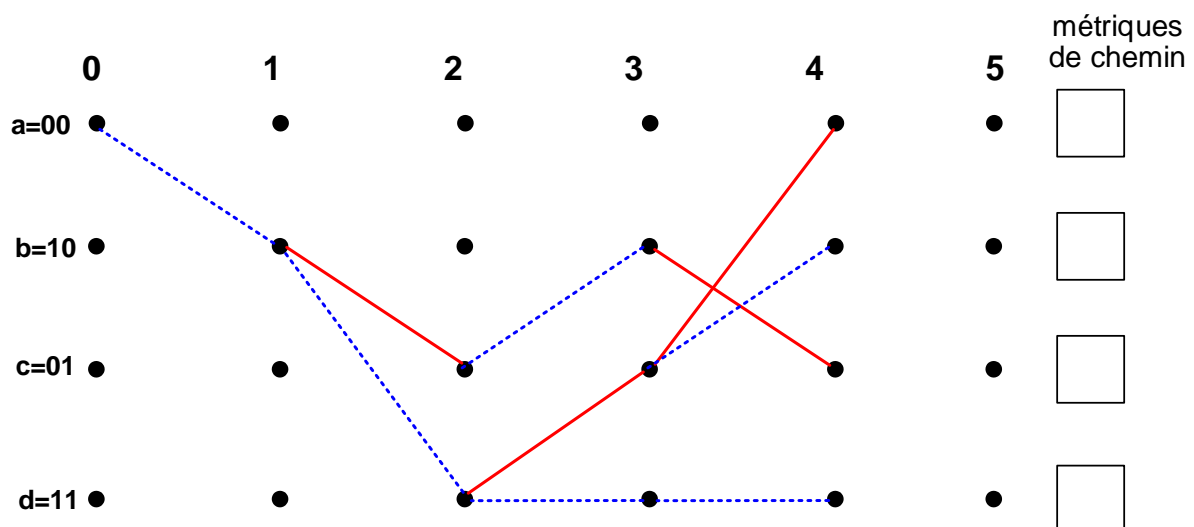
- A. (10 points) Quelle est la séquence la plus probable de bits transmis? Combien d'erreurs(s), si elles existent, se sont produites dans la séquence la plus probable? S'il y avait des erreurs (ou un seul erreur), étaient-ils corrigés?

Problème 3 (suite)

Nous examinons le même treillis un intervalle du temps plus tard. Les métriques (en utilisant la distance de Hamming) de branche sont indiquées à côté de chaque transition possible dans le treillis pour l'intervalle de temps suivant (temps 5).



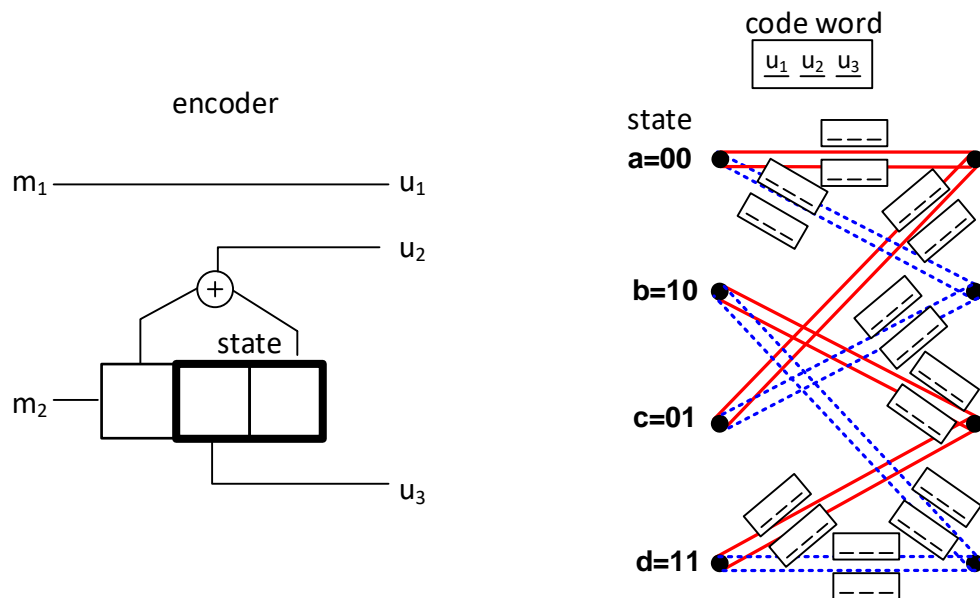
- B. (16 points) Complétez le diagramme suivant pour les chemins survivants au temps 5. Tracez les chemins survivants et indiquez la métrique (en utilisant la distance de Hamming) de chemin pour chaque chemin survivant.



à reproduire dans le CAHIER BLUE

Problème 4 (23 points sur 100)

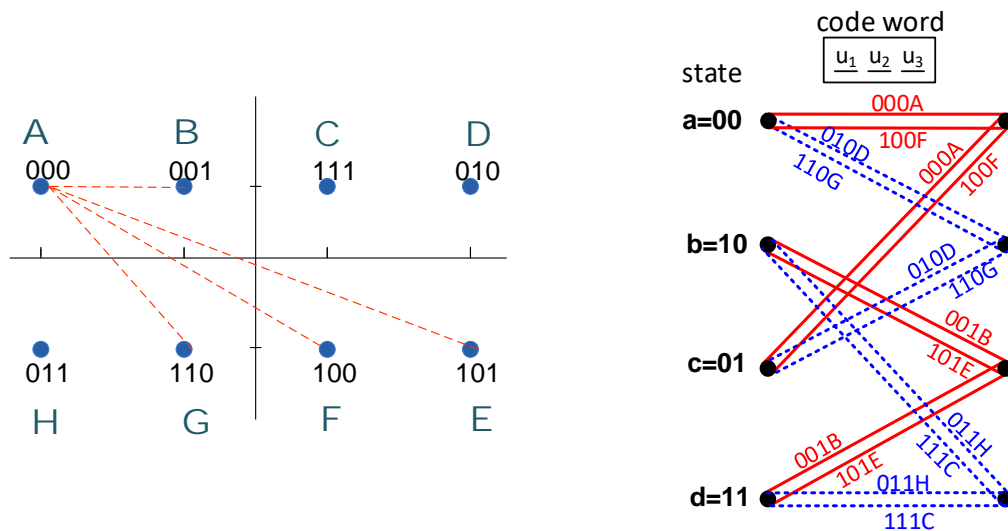
A. (8 points) Remplissez le tableau ci-dessous pour les mots de code pour le diagramme de treillis pour l'encodeur TCM (modulation codée en treillis).



	Mot de code (HAUT) ($m_1 = 0$)	Mot de code (BAS) ($m_1 = 1$)
Transition $a \rightarrow a$		
Transition $a \rightarrow b$		
Transition $b \rightarrow c$		
Transition $b \rightarrow d$		
Transition $c \rightarrow a$		
Transition $c \rightarrow b$		
Transition $d \rightarrow c$		
Transition $d \rightarrow d$		

Problème 4 (suite)

Considérez ce système TCM qui utilise 8QAM codé pour remplacer QPSK non codé.



Pour vous aider dans vos calculs, vous pouvez utiliser les informations suivantes

Distances 8QAM

$$\text{dist}^2(AB) = \text{dist}^2(AH) = 2$$

$$\text{dist}^2(AE) = 6.32$$

$$\text{dist}^2(AF) = 4.47$$

$$\text{dist}^2(AG) = 2.83$$

$$E_s = 3$$

Distances QPSK

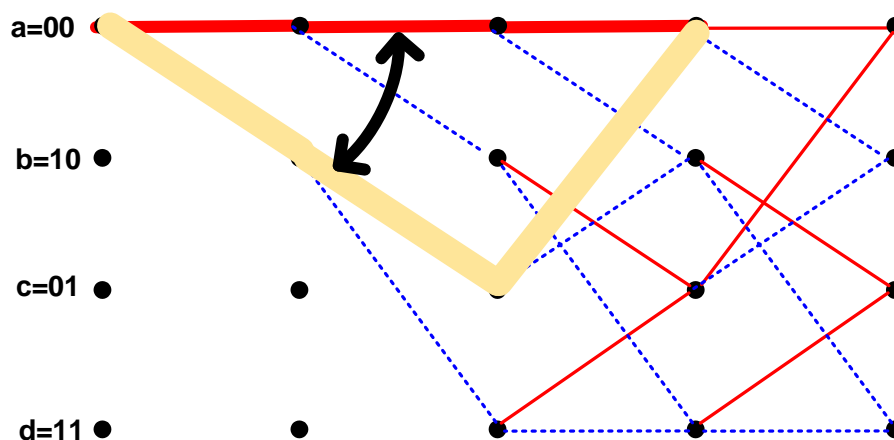
$$\text{dist}^2(BC) = 2$$

$$\text{dist}^2(BF) = 2.83$$

$$d_{\min} = \sqrt{2}$$

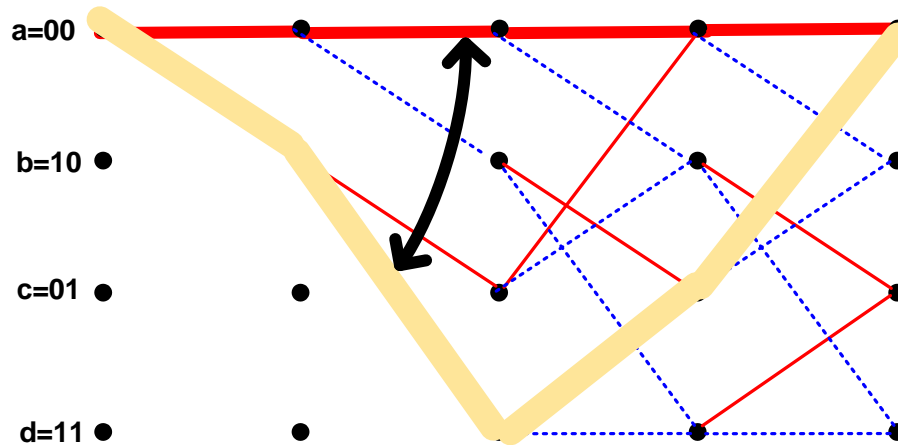
$$\tilde{E}_s = 2$$

- B. (15 points) Trouvez la distance minimale euclidienne entre le chemin de toutes les transitions d'état "a" et le chemin indiqué en gris pâle.



Problème 4 (suite)

- C. (5 points) Trouvez la distance minimale euclidienne entre le chemin de toutes les transitions d'état "a" et le chemin en surbrillance



- D. (5 points) Trouver le gain du système TCM 8QAM vis-à-vis du système QPSK non codé en utilisant

$$G \text{ (dB)} = 10 \log_{10} \left(\frac{d_f^2 / E_s}{d_{\min}^2 / \tilde{E}_s} \right)$$