

**PROGRAMME D'EXAMEN POUR LE CERTIFICAT CEPT HARMONISE DE RADIOAMATEUR  
(HAREC)**

**Introduction**

Le présent programme a été préparé pour guider les Administrations dans la préparation des examens menant à l'obtention du certificat CEPT harmonisé de radioamateur (HAREC).

Le but de l'examen est de placer un niveau raisonnable de connaissance exigé pour les candidat souhaitant obtenir un permis pour manœuvrer les stations d'amateur

Le programme de cet examen doit être limité aux sujets relatifs aux essais et expérimentations effectués avec des stations d'amateur par des radioamateurs. Il comprend les circuits et leurs schémas ; les questions peuvent porter aussi bien sur les circuits intégrés que sur les circuits utilisant des circuits à composants discrets.

a) Quand il est question de quantités, le candidat doit connaître les unités exprimant ces quantités ainsi que les multiples et sous-multiples de ces quantités généralement utilisés.

b) Les candidats doivent être familiarisés avec les symboles.

c) Les candidats doivent connaître les concepts et opérations mathématiques ci-dessous :

- addition, soustraction, multiplication et division
- fractions
- élévation à la puissance dix, exponentielles
- élévation au carré
- racines carrées
- valeurs inverses
- interprétation de graphiques linéaires et non linéaires
- nombre en système binaire

d) Les candidats doivent être familiarisés avec les formules utilisées dans le présent programme et doivent être capables de les interpréter.

**Certificat CEPT harmonisé de radioamateur (HAREC) : programme résumé**

a) questions techniques

1. électricité, électromagnétisme et radio électricité - théorie

- 1.1 Conductivité
- 1.2 Générateurs d'électricité
- 1.3 Champ électrique
- 1.4 Champ magnétique
- 1.5 Champ électromagnétique
- 1.6 Signaux sinusoïdaux
- 1.7 Signaux non sinusoïdaux
- 1.8 Signaux modulés
- Puissance et énergie
- Traitement digital du signal (DSP)

2. composants

- 2.1 Résistance
- 2.2 Condensateur
- 2.3 Bobine
- 2.4 Application et utilisation de transformateurs
- 2.5 Diode
- 2.6 Transistor
- 2.7 Dissipation de chaleur
- Divers

- 3. circuits
  - 3.1 Combinaison de composants
  - 3.2 Filtre
  - 3.3 Alimentation
  - 3.4 Amplificateur
  - 3.5 Détecteur
  - 3.6 Oscillateur
    - Boucle à verrouillage de phase [P L L]
    - Signaux de temps et systèmes discrets (systèmes DSP)
- 4. récepteurs
  - 4.1 Types
  - 4.2 Schémas synoptiques
  - 4.3 Rôle et fonctionnement des divers étages
  - 4.4 Caractéristiques du récepteur
- 5. émetteurs
  - 5.1 Types
  - 5.2 Schémas synoptiques
  - 5.3 Rôle et fonctionnement des divers étages
  - 5.4 Caractéristiques de l'émetteur
- 6. antennes et lignes de transmission
  - 6.1 Types d'antennes
  - 6.2 Caractéristiques des antennes
  - 6.3 Lignes de transmission
- 7. propagation
- 8. mesures
  - 8.1 Principes de mesure
  - 8.2 Instruments de mesure
- 9. brouillage et protection
  - 9.1 Brouillage dans les équipements électroniques
  - 9.2 Cause du brouillage dans les équipements électroniques
  - 9.3 Mesures à prendre pour éviter les brouillages
- 10. sécurité
- b) règles et procédures d'exploitation nationales et internationales
  - 1. Alphabet phonétique
  - 2. Code Q
  - 3. Abréviations en exploitation
  - 4. Signaux internationaux de détresse, trafic d'urgence et communications en cas de catastrophe naturelle
  - 5. Indicatifs
    - Plans des bandes de fréquences IARU (International Amateur Radio Union)
    - Responsabilité sociale et modes opératoires
- c) réglementations nationale et internationale du service radio amateur et du service radio amateur par satellite
  - 1. Règlement des Radiocommunications de l'UIT
  - 2. Réglementation CEPT
  - 3. Dispositions législatives et réglementaires et conditions d'attribution des licences au niveau national

## Programme détaillé de l'examen

a) questions techniques

### Chapitre 1er - ELECTRICITE, ELECTROMAGNETISME ET RADIOELECTRICITE THEORIE

- 1.1 Conductivité
  - Conducteur, semi-conducteur et isolant
  - Courant, tension et résistance
  - Les unités : l'ampère, le volt et l'ohm
  - La loi d'Ohm ( $U = R.I$ )
  - Puissance électrique ( $P = U.I$ )
  - L'unité : le Watt
  - Énergie électrique ( $W = P.t$ )
  - La capacité d'une batterie (ampère-heure)
- 1.2 Les générateurs d'électricité
  - Générateur de tension, force électromotrice (fém), courant de court circuit, résistance interne et tension de sortie
  - Connexion en série et en parallèle de générateurs de tension
- 1.3 Champ électrique
  - Intensité du champ électrique
  - L'unité = le volt/mètre
  - Blindage contre les champs électriques
- 1.4 Champ magnétique
  - Champ magnétique entourant un conducteur
  - Blindage contre les champs magnétiques
- 1.5 Champ électromagnétique
  - Ondes radio comme ondes électromagnétiques
  - Vitesse de propagation et relation avec la fréquence et la longueur d'onde ( $f.l = v$ )
  - Polarisation
- 1.6 Signaux sinusoïdaux
  - La représentation graphique en fonction du temps
  - Valeur instantanée, amplitude :  $[E_{max}]$ , valeur efficace [RMS] et valeur moyenne :  $U_{eff} = U_{max}/\sqrt{2}$
  - Période et durée de la période
  - Fréquence
  - L'unité : le Hertz
  - Différence de phase
- 1.7 Signaux non sinusoïdaux
  - Signaux basse fréquence
  - Signaux carrés
  - Représentation graphique en fonction du temps
  - Composante de tension continue, composante d'onde fondamentale et harmoniques
  - Bruit (bruit thermique du récepteur, bruit de bande, densité de bruit) :  $P = kTB$
- 1.8 Signaux modulés
  - CW
  - Modulation d'amplitude
  - Modulation de phase, modulation de fréquence et modulation en bande latérale unique
  - Déviation de fréquence et indice de modulation :  $m = \Delta F/f$
  - Porteuse, bandes latérales et largeur de bande
  - Forme d'onde de signaux CW, AM, BLU et FM (représentation graphique)

- Modulation digitale : FSK, 2-PSK, 4-PSK, QAM
- Modulation digitale : débit binaire, vitesse en Bauds, bande passante
- CRC et retransmissions (par exemple packet radio), corrections d'erreurs (par exemple Amtor FEC)

#### 1.9 Puissance et énergie

- Puissance des signaux sinusoïdaux :  $P=RI^2$  ;  $P=U^2/R$  avec  $U = U_{\text{eff}}$  et  $I = I_{\text{eff}}$
- Rapports de puissance correspondant aux valeurs en dB suivantes : 0 dB, 3 dB, 6 dB, 10 dB et 20 dB positives et négatives)
- Rapports de puissance entrée/sortie en dB d'amplificateurs et/ou d'atténuateurs
- Adaptation (transfert maximum de puissance)
- Relation entre puissance d'entrée et de sortie et rendement :  $h = P_s / P_e \cdot 100 \%$
- Puissance crête de la porteuse modulée [P E P]

#### 1.10 Traitement digital du signal (DSP)

- prélèvement et quantification
- taux minimum de prélèvement (fréquence de Nyquist)
- convolution (domaine de temps/domaine de fréquence, présentation graphique)
- anticrénelage filtrant, filtrage de reconstruction
- CDA/DAC

### CHAPITRE 2 - COMPOSANTS

#### 2.1 Résistance

- Résistance
- L'unité : l'Ohm
- Caractéristiques courant/tension
- Puissance dissipée
- Coefficient de température positive et négative [CTP et CTN]

#### 2.2 Condensateur

- Capacité
- L'unité : le farad
- La relation entre capacité, dimensions et diélectrique (aspect qualitatif uniquement)
- La réactance =  $X_C = 1/\omega C$
- Déphasage entre la tension et le courant
- Caractéristiques, des condensateurs, condensateurs fixes et variables : à air, au mica, au plastique, à lames, céramique et condensateurs électrolytiques
- Coefficient de température
- Courant de fuite

#### 2.3 Bobine

- Bobine d'induction
- L'unité : le henry
- L'effet du nombre de spires, du diamètre, de la longueur et de la composition du noyau (effet qualitatif uniquement)
- La réactance :  $X_L = \omega L$
- Déphasage entre la tension et le courant
- Facteur Q
- L'effet de peau
- Pertes dans les matériaux du noyau

#### 2.4 Application et utilisation des transformateurs

- Transformateur idéal :  $P_{\text{prim}} = P_{\text{sec}}$
- La relation entre le rapport du nombre de spires et

- le rapport des tensions :  $U_s / U_p = n_s / n_p$
- le rapport des courants:  $I_p / I_s = n_s / n_p$
- le rapport des impédances (aspect qualitatif uniquement)
- Les transformateurs

## 2.5 Diode

- Utilisation et application des diodes
- Diode de redressement, diode Zéner, diode LED [diode émettrice de lumière], diode à tension variable et à capacité variable [VARICAP]
- Tension inverse, courant, puissance et température

## 2.6 Transistor

- Transistor PNP et NPN
- Facteur d'amplification
- Transistor effet champ [canal N et canal P j-FET]
- La résistance entre le courant drain et la tension porte
- Le transistor dans :
- Le circuit émetteur commun [source pour FET]
- Le circuit base commune [source pour FET]
- Le circuit collecteur commun [drain pour FET]
- Les impédances d'entrée et de sortie des circuits précités
- Les méthodes de polarisation

## 2.7 Divers

- Dispositif thermoionique simple [valve]
- Circuits numériques simples
- Circuit intégrés simples (incluant les amplificateurs opérationnels)

# CHAPITRE 3 - CIRCUITS

## 3.1 Combinaison de composants

- Circuits en série et en parallèle de résistances, bobines, condensateurs, transformateurs et diodes
- Courant et voltage dans ces circuits
- Comportement des résistances, condensateurs et bobines (non idéaux) aux hautes fréquences

## 3.2 Filtre

- Filtres séries et parallèles
- Impédances
- Fréquences caractéristiques
- Fréquence de résonance :  $F = 1/2\pi\sqrt{LC}$
- Facteur de qualité d'un circuit accordé :  
 $Q = \omega L/R_s$  ;  $Q = R_p/\omega L$  ;  $Q = F / B$
- Largeur de bande
- Filtre passe bande
- Filtres passe-bas, passe-haut, passe-bande et coupe-bande composés d'éléments passifs
- Réponse en fréquence
- Filtre Pi et filtre T
- Cristal à quartz
- Effet des composants non idéaux
- Filtres digitaux (voir aussi 1.10 et 3.8)

## 3.3 Alimentation

- Circuits de redressement demi-onde et onde entière et redresseurs en pont
- Circuits de filtrage
- Circuits de stabilisation dans les alimentations à basse tension
- Alimentation à découpage, isolation et CEM

- 3.4 Amplificateur
  - Amplificateurs basse fréquence [BF] et hautes fréquences [HF]
  - Facteur d'amplification
  - Caractéristique amplitude/fréquence et largeur de bande
  - Classes de polarisation A, A/B, B et C
  - Harmoniques et distorsions, étages d'amplification [distorsions non désirées]
- 3.5 Détecteur
  - Détecteur de modulation d'amplitude (AM)
  - Détecteur à diode
  - Détecteur de produit
  - Détecteur de modulation de fréquence (FM)
  - Détecteur de pente
  - Discriminateur Foster-Seeley
  - Détecteurs pour la télégraphie (CW) et pour la bande latérale unique (BLU)
- 3.6 Oscillateur
  - Contre-réaction (oscillations intentionnelles ou non intentionnelles)
  - Facteurs affectant la fréquence et les conditions de stabilité nécessaire pour l'oscillation
  - Oscillateur LC
  - Oscillateur à quartz, oscillateur sur fréquences harmoniques [overtone]
  - Oscillateur contrôlé par tension (VCO)]
  - Bruit de phase
- 3.7 Boucle de verrouillage de phase [PLL]
  - Boucle de verrouillage avec circuit comparateur de phase
  - Fréquence générée par un diviseur programmable et une boucle de réaction
- 3.8 Traitement digital du signal [DSP]
  - topologie des filtres FIR et IIR
  - transformées de Fourier (DFT, FFT, représentation graphique)
  - Synthèse Directe de Fréquence (DDS)

## **CHAPITRE 4 - RECEPTEURS**

- 4.1 Types
  - Récepteur superhétérodyne simple et double
  - Récepteur à conversion directe
- 4.2 Schémas synoptiques
  - Récepteur CW [A1A]
  - Récepteur AM [A3E]
  - Récepteur SSB pour la téléphonie avec porteuse supprimée [J3E]
  - Récepteur FM [F3E]
- 4.3 Rôle et fonctionnement des étages suivants (Aspect schéma synoptique uniquement)
  - Amplificateur HF (avec bande passante fixe ou accordable)
  - Oscillateur [fixe et variable]
  - Mélangeur
  - Amplificateur de fréquence intermédiaire
  - Limiteur
  - Détecteur (y compris détecteur de produit)
  - Oscillateur de battement
  - Calibrateur à quartz
  - Amplificateur BF
  - Contrôle automatique de gain
  - S-mètre
  - Silencieux [squelch]

- 4.4 Caractéristiques des récepteurs (description simple uniquement)
- Canal adjacent
  - Sélectivité
  - Sensibilité, bruit du récepteur, figure du bruit
  - Stabilité
  - Fréquence-image
  - Désensibilisation, blocage
  - Intermodulation ; transmodulation
  - mélange réciproque (bruit de phase)

## **CHAPITRE 5 - ÉMETTEURS**

### 5.1 Types

- Émetteurs avec ou sans changement de fréquences
- Multiplication de fréquences

### 5.2 Schémas synoptiques

- Émetteur CW [A1A]
- Émetteur SSB avec porteuse de téléphonie supprimée [J3E]
- Émetteur FM [F3E]

### 5.3 Rôle et fonctionnement des étages suivants (Aspect schéma synoptique uniquement)

- Mélangeur
- Oscillateur
- Séparateur
- Étage d'excitation
- Multiplicateur de fréquences
- Amplificateur de puissance
- Filtre de sortie et d'accord [filtre en pi]
- Modulateur de fréquences
- Modulateur SSB
- Modulateur de phase
- Filtre à quartz

### 5.4 Caractéristiques des émetteurs (description simple uniquement)

- Stabilité de fréquence
- Largeur de bande HF
- Bandes latérales
- Bande de fréquences acoustiques
- Non-linéarité (distorsion harmonique et intermodulation)
- Impédance de sortie
- Puissance de sortie
- Rendement
- Déviation de fréquence
- Indice de modulation
- Claquements et pialements de manipulation CW
- Surmodulation en SSB
- Rayonnements parasites HF
- Rayonnements des boîtiers
- Bruit de phase

## **CHAPITRE 6 - ANTENNES ET LIGNES DE TRANSMISSION**

### 6.1 Types d'antennes

- Doublet demi-onde alimenté au centre
- Doublet demi-onde alimenté par l'extrémité
- Doublet replié
- Antenne verticale quart d'onde [type GPA]
- Aérien avec réflecteurs et/ou directeurs [Yagi]
- Antenne parabolique
- Doublet avec trappe accordée

- 6.2 Caractéristiques des antennes
- Distribution du courant et de la tension le long de l'antenne
  - Impédance au point d'alimentation
  - Impédance capacitive ou inductive d'une antenne non accordée
  - Polarisation
  - Gain d'antenne, directivité et efficacité
  - Puissance apparente rayonnée [P.A.R. et PIRE]
  - Rapport avant/arrière
  - Diagrammes de rayonnement dans les plans horizontal et vertical
- 6.3 Lignes de transmission
- Ligne bifilaire
  - Câble coaxial
  - Guide d'ondes
  - Impédance caractéristique :
  - Vitesse de propagation
  - Taux d'onde stationnaire
  - Pertes
  - Symétriseur [Balun]
  - Ligne quart d'onde [impédance]
  - Transformateur :
  - Lignes ouvertes et fermées comme circuits accordés
  - Boîtes d'accord d'antenne (configuration en pi ou en T uniquement)

## CHAPITRE 7 - PROPAGATION

- Atténuation du signal, ratio signal / bruit
- Ligne des propagation directes (propagation en espace libre)
- Couches ionosphériques
- Fréquence critique
- Fréquence maximale utilisable
- Influence du soleil sur l'ionosphère
- Onde de sol, onde d'espace, angle de rayonnement et bond, trajets multiples en propagation ionosphérique
- Évanouissements
- Troposphère (Duct et scattering)
- Influence de la hauteur des antennes sur la distance qui peut être couverte [horizon radioélectrique]
- Inversion de température
- Réflexion sporadique sur la couche E
- Réflexion aurorale
- Liaisons Météor Scatter
- Réflexions sur la Lune
- Bruits atmosphériques
- Bruit galactique
- Bruit thermique
- Prédiction simple de propagation : source de bruit dominant (bruit de bande et bruit du récepteur), ratio minimum de signal / bruit, puissance du signal reçu le plus faible, pertes, gain des antennes et pertes dans les câbles, puissance minimum à l'émission.

## CHAPITRE 8 - MESURES

### 8.1 Principe des mesures

Mesure de :

- Tensions et courants continues [DC] et alternatifs [AC]
- Erreurs de mesure
- Influence de la fréquence
- Influence de la forme d'onde
- Influence de la résistance interne des appareils de mesure
- Résistance

- Puissance continue et haute fréquence [puissance moyenne et puissance de crête]
- Rapport d'onde stationnaire en tension
- Forme d'onde de l'enveloppe d'un signal à haute fréquence
- Fréquence
- Fréquence de résonance

## 8.2 Instruments de mesure

Pratique des opérations de mesure :

- Appareil de mesure à cadre mobile
- Appareil de mesure multi-gamme [analogique et digital]
- Wattmètre HF
- Réflectomètre à pont (TOS Mètre)
- Générateur de signal
- Compteur de fréquence
- Fréquencemètre à absorption
- Ondemètre à absorption [grid-dip]
- Oscilloscope
- Analyseur de spectre

## **CHAPITRE 9 - BROUILLAGE ET PROTECTION**

### 9.1 Brouillage des équipements électroniques

- Blocage
- Brouillage avec le signal désiré
- Intermodulation
- Détection par les circuits audio [BF]

### 9.2 Cause de brouillage des équipements électroniques

- Intensité de champ de l'émetteur
- Rayonnements non essentiels de l'émetteur [rayonnement parasite, harmoniques]
- Effets indésirables sur l'équipement :
- par l'entrée de l'antenne [tension à l'antenne, sélectivité d'entrée]
- par d'autres lignes de connexion
- par rayonnement direct

### 9.3 Protection contre les brouillages

Mesures pour prévenir et éliminer les effets de brouillage

- Filtrage
- Découplage
- Blindage

## **CHAPITRE 10 - PROTECTION ELECTRIQUE**

- Le corps humain
- Alimentation à secteur alternatif
- Hautes tensions
- Foudre

b) Règles et procédures nationales et internationales d'exploitation

**CHAPITRE 1 - ALPHABET PHONETIQUE**

A = Alfa	J = Juliet	S = Sierra
B = Bravo	K = Kilo	T = Tango
C = Charlie	L = Lima	U = Uniform
D = Delta	M = Mike	V = Victor
E = Echo	N = November	W = Whiskey
F = Foxtrot	O = Oscar	X = X-Ray
G = Golf	P = Papa	Y = Yankee
H = Hotel	Q = Quebec	Z = Zulu
I = India	R = Romeo	

**CHAPITRE 2 - CODE Q**

Code	Question	Réponse
QRK	Quelle est l'intelligibilité de mes signaux ?	L'intelligibilité de vos signaux est
QRM	Êtes-vous brouillé ?	Je suis brouillé
QRN	Êtes-vous troublé par des parasites atmosphériques ?	Je suis troublé par des parasites atmosphériques
QRO	Dois-je augmenter la puissance d'émission ?	Augmentez la puissance d'émission
QRP	Dois-je diminuer la puissance d'émission ?	Diminuez la puissance d'émission
QRS	Dois-je transmettre plus lentement ?	Transmettez plus lentement
QRT	Dois-je cesser la transmission ?	Cessez la transmission
QRZ	Par qui suis-je appelé ?	Vous êtes appelé par .....
QRV	Êtes-vous prêt ?	Je suis prêt
QSB	La force de mes signaux varie-t-elle ?	La force de vos signaux varie
QSL	Pouvez-vous me donner accusé de réception ?	Je vous donne accusé de réception
QSO	Pouvez-vous communiquer directement avec ?	Je puis communiquer directement avec
QSY	Dois-je changer de fréquence de transmission ?	Transmettez sur une autre fréquence
QRX	A quel moment me rappellerez-vous ?	Je vous rappellerai à .....heures
QTH	Quelle est votre position en latitude et en longitude ?	Ma position est de ... latitude(ou d'après toute autre indication) et de longitude ... (ou d'après toute autre indication)

### **CHAPITRE 3 - ABREVIATIONS OPERATIONNELLES UTILISEES DANS LE SERVICE D'AMATEUR**

AR	Fin de transmission
BK	Signal utilisé pour interrompre une transmission en cours [break]
CQ	Appel généralisé à toutes les stations
CW	Onde entretenue - Télégraphie
DE	Utilisé pour séparer l'indicatif d'appel de la station
K	Invitation à émettre
MSG	Message
PSE	S'il vous plaît
RST	Lisibilité, force du signal, tonalité
R	Reçu
RX	Récepteur
SIG	Signal
TX	Émetteur
UR	Votre
VA	Fin de vacation

### **CHAPITRE 4 - SIGNAUX INTERNATIONAUX DE DETRESSE, TRAFIC EN CAS D'URGENCE ET COMMUNICATION EN CAS DE CATASTROPHE NATURELLE**

Signaux de détresse :

- radiotélégraphie : ... --- ... [SOS]
- radiotéléphonie "MAYDAY"
- Utilisation internationale d'une station amateur en cas de catastrophes nationales
- Bandes de fréquences attribuées au service radioamateur

### **CHAPITRE 5 - INDICATIFS D'APPEL**

- Identification des stations radioamateurs
  - Utilisation des indicatifs d'appel
  - Composition des indicatifs d'appel
- Préfixes nationaux

### **CHAPITRE 6 - PLANS DES BANDES DE FREQUENCES DE L'IARU**

- Plans des bandes de fréquences de l'IARU
- Buts

### **CHAPITRE 7.1 - RESPONSABILITE SOCIALE DES OPERATIONS DES RADIOAMATEURS**

### **CHAPITRE 7.2 - MODES OPERATOIRES**

c) Réglementations nationales et internationales du service radioamateur et du service radioamateur par satellite

#### **CHAPITRE 1 - REGLEMENT DES RADIOCOMMUNICATIONS DE L'UIT**

- Définition du service d'amateur et du service d'amateur par satellite
- Définition d'une station d'amateur
- Article 25 du Règlement des Radiocommunications
- Bandes de fréquences du service d'amateur
- Régions radioélectriques de l'UIT

#### **CHAPITRE 2 - REGLEMENTATION DE LA CEPT**

- Recommandation T/R 61-01
- Utilisation temporaire des stations d'amateur dans les pays de la CEPT
- Utilisation temporaire des stations d'amateur dans les non membres de la CEPT qui participent au système de la Recommandation T/R 61-01

#### **CHAPITRE 3 - LEGISLATION NATIONALE, REGLEMENTATION ET CONDITIONS D'OBTENTION DE LA LICENCE**

- Législation nationale
- Réglementation et conditions d'obtention de la licence
- Démontrer la connaissance de la tenue d'un journal de trafic :
- façon de tenir un journal de trafic
- objectif
- données à y enregistrer

<FIN>