

5^{ème} année : Ingénieur GSEIR

Année universitaire 2016 – 2017

U.E. : Réseaux Sans Fils

Professeur : Kamal GHOUMID.

Contact : kghoumid@ensa.univ-oujda.ac.ma

1. Descriptif détaillé du cours :

- Ch I : **Généralité sur les Réseaux Sans Fil** :

- La guère des fréquences : Gestion du spectre radio.
- Communications radiomobiles : Radio-téléphonie de type cellulaire, Radio-téléphonie de proximité, Radiocommunications par satellites, Réseaux locaux sans fil et Réseaux privés.
- Réseau fixe, Réseau mobile : Capacité, Qualité, Sécurité.
- GSM au Maroc, Croissance du marché, Opérateurs, ...
- Générations des mobiles : G_1, \dots, G_4 .
- Générations analogiques et numériques.
- GSM et ses évolutions ...

- Ch II : **Télétrafic** :

- Taux d'occupation d'une ligne téléphonique.
- Loi de probabilité des instants d'arrivée d'appel.
- Appels desservis, Appels perdus.
- Lois d'Erlang et approximations.
- Probabilité de blocage d'un appel téléphonique : Formules d'Erlang B .
- Probabilité de mise en attente d'un appel téléphonique : Formules d'Erlang C .
- Dimensionnement du trafic de données.

- Ch III : Protocols et Techniques d'Accès :
 - Partage de ressources radio, Accès multiple.
 - Protocoles d'accès aléatoires.
 - Protocoles non "slottés" et sans écoute préalable du canal.
 - Protocoles "slottés" et sans écoute du canal.
 - Protocoles "slottés" avec écoute du canal.
 - Protocoles "ALOHA".
 - Protocoles "Slotted ALOHA".
 - Protocoles "Polling", protocol "PiggyBacking".

- Ch IV : Ingénierie et Concept Cellulaires :
 - Objectifs et problématiques de la planification cellulaire.
 - Systèmes Cellulaires.
 - Cellules, Tailles de cellules.
 - Modèle hexagonal.
 - Motif régulier, Cluster.
 - Distance de réutilisation.
 - Couronnes d'interférences.
 - Interférences co-canal.
 - Interférences sur canal adjacent.
 - Contrôle de puissance.
 - Lois de propagations.
 - Calcul du rapport signal sur interférences $\frac{C}{I}$ et $\frac{C}{N+I}$.
 - Effet de masque : Shadowing log-normale.

- Ch V : Propagation en Contexte Radio-Mobile :
 - Propagation en visibilité, propagation en non visibilité.
 - Réflexion, Diffusion, Réfraction, ...
 - Multitrajets.
 - Antennes.
 - Sensibilité d'un récepteur.
 - Propagation en zones rurales, Propagation en zones urbaines.
 - Bilan de liaison en espace libre et en espace non libre.
 - Modèle de propagation de Cost Hata.
 - Modèle de propagation d'Okumura Hata.
 - Modèle de propagation de Walfish-Ikegami.
 - Calcul des portées des cellules.
 - Calcul des Performances d'une liaison sans fil.

- **Ch VI : Système 2G : Le Réseau GSM :**
 - Objectif du réseau GSM.
 - GSM 900, DCS 1800.
 - IS-136, IS-95.
 - Bandes de fréquences dédiées GSM.
 - Voie montante, Voie descendante.
 - Numérotation des porteuses GSM 900, DCS 1800.
 - Différentes identités d'un terminal.
 - Architecture du réseau GSM : Sous-système radio BSS, Sous-système réseau NSS, Sous-système d'exploitation et de maintenance OS
 - Partage en fréquence.
 - Partage en temps.
 - Multiplexage, Duplexage.
 - Canaux radios.
 - Canaux logiques.
 - Handover ou transfert intercellulaire automatique.
 - Roaming ou Itinérance.
 - Codage de parole dans le réseau GSM.
 - Contrôle et protection des erreurs, Entrelacement, Concaténation.
 - Format du burst d'information, Time slot.
 - Transmission sur l'interface radio.
 - Canaux logiques.
 - Ingénierie cellulaire et bilan de liaison.
 - Bilan de liaison urbain et rurale.

- **Ch VII : Phase d'Évolution 2G+ : Systèmes GPRS & EDGE :**
 - Évolution du système GSM.
 - Augmentation des débits.
 - Mode orienté circuit, mode paquet.
 - Différence par rapport au système GSM.
 - Modulations utilisées.

- **Ch VIII : Modulations Numériques Utilisées dans les Réseaux Sans Fils :**
 - Modulation MSK, Modulation GMSK.
 - Modulation QPSK, 8PSK.
 - Modulation M-QAM.
 - Autres modulations numériques.
 - Modulations multiporteuses OFDM.
 - Porteuses orthogonales.

- Occupation spectrale.
 - Intervalle de garde.
 - Efficacité spectrale.
 - Probabilité d'erreur.
- **Ch IX : CDMA et Étalement de Spectre :**
- Partage de ressources.
 - Accès Multiples à Répartition dans les Fréquences FDMA.
 - Accès Multiples à Répartition dans le Temps TDMA.
 - Accès Multiples à Répartition dans le Codes CDMA.
 - Techniques d'étalement de spectre.
 - Caractéristiques principales d'un système CDMA.
 - Étalement à Séquence Directe : DS-SS (Direct Sequence Spread Spectrum).
 - Étalement à Saut de Fréquence : FH-SS (Frequency Hopping Spread Spectrum).
 - Séquences pseudo-aléatoires.
 - Séquences de Walsh Hadamard, Séquences de Gold, Séquences de Kasami, Séquences à base de registres à décalage.
 - Interférents et bruit dans un système CDMA.
 - Calcul du rapport signal sur bruit plus interférences.
 - Calcul du nombre d'utilisateurs simultanés dans un système CDMA.
- **Ch X : Systemes 3G : Le Réseau UMTS :**
- Génération 3G.
 - Technique WCDMA/UMTS.
 - Étalement et Désétalement.
 - Code de canalisation OVSF.
 - Codes d'embrouillage.
 - Architecture du réseau d'accès radio.
 - Architecture du système UMTS.
 - Mode UTRA-FDD, Mode UTRA-TDD.
 - Services et Applications UMTS.
 - Contrôle de puissance.
 - Synchronisation.
 - Capacité et calcul d'interférences.
 - - Évolutions 3G+.
- **Ch XI : Les normes IEEE 802.11 (WiFi) et IEEE 802.16 (WiMax) :**
- Sous-couches MAC et LLC.

- Architecture IEEE 802.
- Couche physique IEEE. 802.11.
- Architecture et services IEEE 802.11.
- Mode infrastructure.
- Mode ad hoc.
- Méthode d'accès CSMA/CA.
- Sécurité.
- Évolution.
- Normes d'accès sans fil à large bande IEEE 802.16.
- Architecture IEEE 802.16.
- Amendements IEEE 802.16.

● Ch XII : **Système 4G : Le Réseau LTE_{Ad}** :

- Technologie HSPA+ et les étapes de maximisation des débits avant la 4G.
- Débits, fréquences du réseau 4G, caractéristiques fondamentales de la 4G .
- Latence et agilité en fréquence.
- Multiplexage, Modulation adaptative et codage.
- Modulation M-QAM.
- MIMO, antennes intelligentes.
- Voix sur IP, qualité de service, gestion de la mobilité.
- Architecture et éléments d'un réseau 4G (UE, eNodeB, MME, SGW, PGW, HSS).
- Interface radio, OFDMA/OFDMA, SC-FDMA, ...
- Transmission multiporteuse, structure temporelle par sous-trame et trame, concept de bloc de transport. - Mécanismes d'allocation et d'accès, gestion des flux de données, gestion de la mobilité.
- Mécanismes de sécurité : authentification, chiffrement, contrôle d'intégrité, allocation d'identité temporaire.
- Évolutions 4G+, nouveaux services, enjeux et perspectives.

— **Travaux Pratiques** :

- Modulation GMSK selon les normes GSM et DECT.
- Dimensionnement et planification d'un réseau GSM.
- CDMA, Étalement de spectre.
- OFDM selon les spécifications IEEE 802.11a (WiFi-5).

— **Bibliographie :**

1. Réseau GSM, 5^{ème} Edition, Hermes, Xavier Lagrange.
2. Les réseaux radiomobiles, Hermes, Collectif d'auteurs.
3. Réseaux mobiles, Editeur : Hermès - Lavoisier. Sami Tabbane.
4. Wireless Communications : Principles and Practice, 2nd Edition. Theodore Rappaport.
5. Cours 'Radiocommunications Numériques' du CNAM de Paris, B. Fino et M. Terre.
6. Réseaux et communications sans fil, 2^{ème} Edition : Pearson Education, William Stallings.
7. Polycopiés distribués en cours.