

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

**Programme physique appliquée**

**Systèmes numériques**

**Options :**

**Informatique et réseaux et**

**Électronique et communication**

**P4 Programme de Sciences Physiques**

FINALITÉ

Le programme de sciences physiques en Section de Techniciens Supérieur Systèmes Numériques est élaboré pour apporter, en s’appuyant sur la formation scientifique acquise dans le second cycle, une réponse aux besoins réels des étudiants de cette filière professionnelle : il est en cohérence avec le Référentiel des Activités Professionnelles établi par les membres de la profession.

L’enseignement des sciences physiques dans cette Section de Technicien Supérieur est destiné à développer, chez les étudiants, la compréhension et la connaissance des phénomènes et lois physiques mis en œuvre dans le domaine professionnel. Il vise aussi à renforcer la maîtrise de la démarche scientifique afin de donner à l’étudiant l’autonomie nécessaire pour réaliser les tâches professionnelles qui lui seront proposées dans son futur métier. Ainsi, les étudiants deviendront capables d’élaborer et de maîtriser les compétences générales de conceptualisation, d’action et de communication qui leur permettront de s’adapter à l’évolution des techniques et d’accéder à des niveaux supérieurs de qualification.

DÉMARCHE SCIENTIFIQUE – DÉMARCHE EXPÉRIMENTALE

Pour dispenser cet enseignement, le professeur devra s’appuyer sur la pratique professionnelle propre à la filière. Les compétences visées seront acquises à partir de l’étude de situations concrètes issues du domaine professionnel (documentation interne et données mises à disposition par les acteurs du secteur, observation, stage…).

La maîtrise des capacités propres à la démarche scientifique devra permettre de prendre des décisions éclairées et d’agir de manière adaptée. Celles-ci nécessitent la maîtrise de capacités qui dépassent largement le cadre de l’activité scientifique :

* confronter ses représentations avec la réalité ;
* observer en faisant preuve de curiosité ;
* mobiliser ses connaissances, rechercher, extraire et organiser l’information utile fournie par une situation, une expérience ou un document ;
* raisonner, démontrer, argumenter, exercer son esprit d’analyse.

En sciences physiques, la logique de construction des compétences chez les étudiants se fonde d’abord sur l’acquisition de connaissances et de capacités résultant d’un enseignement privilégiant la démarche expérimentale. Celle-ci doit être une composante essentielle de la démarche scientifique : elle joue un rôle fondamental dans l’enseignement des sciences physiques.

Grâce aux activités expérimentales, de nombreux points du programme peuvent être présentés de façon concrète et donc plus accessibles aux étudiants, permettant ensuite au professeur d’introduire les concepts en évitant toute mathématisation excessive. Chaque séance, en groupe à effectif réduit, correspond à une situation de mise en œuvre qui sera, dans la mesure du possible, associée à une application du domaine professionnel.

Aux objectifs de connaissances s’ajoutent des objectifs méthodologiques : la poursuite, entamée lors du second cycle, de la pratique de la méthode et du raisonnement scientifiques doit contribuer à développer chez le futur technicien l’esprit critique et l’autonomie nécessaires à l’analyse des situations qu’il rencontrera.

Une bonne maîtrise de la démarche et des compétences liées aux méthodes expérimentales associées est nécessaire. L’étudiant doit donc être capable :

* de mettre en œuvre un protocole expérimental ou éventuellement d’en proposer un ;
* d’exploiter des mesures ;
* d’interpréter des résultats ;
* de communiquer à l’écrit et à l’oral.

TECHNOLOGIE USUELLE de l’INFORMATION et de la COMMUNICATION : TUIC

L'utilisation de l'outil informatique sous ses différents aspects doit être aussi systématique que possible: tableurs pour les calculs, les représentations des graphes et les modélisations, logiciels d’acquisition et de traitement des signaux, logiciels de simulation,…

L’utilisation de ces derniers doit permettre d’explorer des points du programme difficiles à mettre en œuvre d’un point de vue expérimental ou de gagner du temps en évitant des tâches répétitives. Ces logiciels permettent aussi d’éviter certains calculs fastidieux et de donner la priorité à l’analyse et à l’exploitation des résultats sur la méthode de résolution. La simulation ne doit en aucun cas se substituer à l’expérience authentique.

MISE EN ŒUVRE DU PROGRAMME

Le programme est présenté en deux parties : un programme commun aux deux options EC et IR pour la première année de formation et un programme spécifique en deuxième année pour chacune des deux options. Pour la mise en œuvre du programme en première ou en deuxième année, le découpage du programme n’implique aucun ordre chronologique dans la progression. Le professeur organise son enseignement en fonction des besoins du public et de manière à atteindre les objectifs attendus en coordination avec les autres enseignants. Le programme indique les connaissances et capacités à maîtriser par les étudiants à la fin de leur scolarité. Il relève de la responsabilité du professeur d’utiliser la liberté pédagogique qui est la sienne pour organiser sa progression à partir de thèmes ou d’applications relevant du champ professionnel et non uniquement à partir de savoirs, tout en s’assurant que toutes les connaissances de base, savoirs et savoir-faire attendus aient bien été enseignés.

Le programme est présenté selon deux colonnes intitulées :

* notions et contenus : il s’agit des concepts à étudier ;
* capacités exigibles : il s’agit des capacités à maîtriser pour la réalisation d’une tâche complexe (l’étudiant doit être capable de les mobiliser en autonomie).

Le professeur peut être amené à présenter des notions en relation avec des projets d’étudiants ou avec leurs stages, qui ne figurent pas explicitement au programme. Cette situation sera l’occasion pour les étudiants de mobiliser les connaissances et les capacités visées par la formation dans un contexte nouveau et d’en conforter la maîtrise.

L’enseignement dispensé durant des séances en classe entière et en groupe à effectif réduit constitue un tout. Il importe que les professeurs de sciences physiques en charge de l’enseignement sur les deux années organisent leurs progressions en liaison étroite avec les professeurs de sciences et techniques industrielles et les professeurs de mathématiques.

# Programme de sciences physiques de 1ère année : option EC et IR

|  |  |
| --- | --- |
| **1. COMPORTEMENT DYNAMIQUE DES SYSTEMES LINEAIRES ANALOGIQUES**  **(THERMIQUE, MECANIQUE, ELECTRIQUE) : DUALITE TEMPS FREQUENCE** | |
| Notions et contenus | Capacités exigibles |
| **1.1. Signaux** | |
| Les différents types de signaux | Définir un signal analogique, échantillonné (discret en temps), quantifié (discret en valeur), numérique. |
| Caractéristiques et représentations temporelles du signal sinusoïdal | Caractériser un signal sinusoïdal par son amplitude, sa pulsation, sa fréquence et sa phase à l’origine.  Définir la valeur efficace. |
| Caractéristiques et représentations temporelles des signaux périodiques | Énoncer qu’un signal périodique peut-être décomposé comme la somme d’une composante continue et d’une composante alternative.  Calculer la valeur moyenne et la valeur efficace dans le cas de signaux de formes simples.  Mesurer une valeur moyenne, une valeur efficace, un rapport cyclique, taux de distorsion harmonique. |
| Caractéristiques et représentations fréquentielles des signaux périodiques | Énoncer qu’un signal périodique de fréquence f peut- être décomposé en une somme de signaux sinusoïdaux de fréquence multiple de f.  Représenter et exploiter un spectre d’amplitude pour identifier la valeur moyenne, le fondamental et les harmoniques.  Exprimer la répartition de la puissance dans le domaine fréquentiel.  Énoncer que le spectre d’un signal non périodique est continu. |
| Puissance | Identifier les deux grandeurs intervenant dans le calcul de la puissance.  Définir, mesurer la puissance instantanée, la puissance moyenne transportée par un signal.  Calculer la puissance active dans le cas de signaux périodiques, connaissant leur contenu spectral  Définir, utiliser et mesurer des grandeurs exprimées en dB, dBV, dBm, dBu. |
| **1.2. Modélisation des systèmes linéaires** | |
| Modèles de connaissance  Systèmes linéaires : impédances complexes et transmittance isochrone | À partir des lois de la physique (mécanique, thermique, électrique), établir l’équation différentielle d’un système linéaire et en déduire sa transmittance isochrone.  Tracer et exploiter le diagramme de Bode d’un système linéaire.  Définir, déterminer et mesurer le coefficient de qualité d’un système résonant.  Circuits électriques linéaires :  -définir l’impédance et l’admittance complexe d’un dipôle passif.  -appliquer les lois des circuits linéaires en régime sinusoïdal.  -utiliser les modèles équivalents de Thévenin ou de Norton.  - calculer la transmittance isochrone d’un quadripôle linéaire.  Utiliser les analogies électriques-thermiques- mécaniques. |

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| Modèles de comportement | Exploiter la réponse indicielle d’un système linéaire pour identifier ses paramètres caractéristiques : amplification statique, temps de réponse à 5%, pseudo période, coefficient d’amortissement, bande passante, ordre du système.  Exploiter la réponse fréquentielle d’un système linéaire pour identifier ses paramètres caractéristiques (amplification, facteur de qualité, ordre). |
| **1.3. Traitement des signaux analogiques** | |
| Amplification | Définir l’amplification de tension, de courant et de puissance, le gain, la bande passante, les impédances d’entrée et de sortie d’un amplificateur linéaire.  Mesurer les principales caractéristiques d’un amplificateur. |
| Filtrage analogique | Définir la fonction et les gabarits des filtres idéaux. Choisir un type de filtre en fonction d’un traitement fréquentiel donné.  Identifier un type de filtre analogique à partir de sa structure.  Établir la transmittance isochrone d’un filtre à partir de son schéma structurel : filtres passifs et filtres actifs.  Calculer et mesurer ses principales caractéristiques : fréquence de coupure à -3dB, fréquence centrale, bande passante.  Tracer et exploiter un diagramme de Bode pour identifier les propriétés d’un filtre.  Utiliser les fonctions d’approximation : Butterworth, Tchebychev à l’aide d’un logiciel de simulation. |
| Bruits, rapport signal sur bruit | Identifier à l’aide de la densité spectrale de puissance les différents types de bruit.  Calculer un rapport signal sur bruit. |
| **1.4. Numérisation des signaux analogiques et restitution** | |
| Caractéristiques et représentations fréquentielles des signaux périodiques échantillonnés | Représenter et exploiter un spectre d’amplitude et différencier ce qui relève du signal analogique d’origine de ce qui relève de l’échantillonnage. |
| Échantillonnage, condition de Shannon, filtre anti-repliement | Appliquer la condition de Shannon pour un signal à spectre limité.  Justifier le rôle du filtre anti-repliement et déterminer sa fréquence de coupure. |
| L’échantillonneur bloqueur | Définir et justifier le rôle d’un échantillonneur bloqueur. |
| Conversion analogique-numérique | Définir la fonction d’un convertisseur analogique- numérique (C.A.N).  Définir un signal quantifié, l’erreur de quantification et le rapport signal sur bruit de quantification.  Déterminer le nombre en sortie d’un CAN pour une tension donnée.  Utiliser une documentation technique pour déterminer les caractéristiques d’un CA.N : résolution, quantum, non-linéarité, temps de conversion. |

|  |  |
| --- | --- |
| Conversion numérique-analogique | Définir la fonction d’un convertisseur numérique- analogique (C.N.A).  Déterminer la tension de sortie d’un C.N.A pour un nombre donné.  Justifier le rôle du filtre de lissage et déterminer sa fréquence de coupure.  Utiliser une documentation technique pour déterminer les caractéristiques d’un C.N.A. : quantum, non- linéarité, temps de conversion. |

|  |  |
| --- | --- |
| **2. ONDES MECANIQUES ET ELECTROMAGNETIQUES GUIDAGE (BIFILAIRE, COAXIAL, FIBRE OPTIQUE)**  **REFLEXION, TRANSMISSION, ABSORPTION, POLARISATION, PHOTON** | |
| Notions et contenus | Capacités exigibles |
| **2.1. Ondes mécaniques** | |
| Onde mécanique progressive | Analyser la propagation d’une perturbation dans un milieu élastique.  Distinguer onde transversale, onde longitudinale, onde plane et onde sphérique.  Mesurer un retard, une célérité. |
| Ondes mécaniques progressives sinusoïdales | Citer et exploiter la relation entre fréquence, longueur d’onde et célérité.  Identifier le phénomène de dispersion.  Exploiter le lien entre l’amplitude et la puissance moyenne transportée par une onde. |
| Ondes sonores et ultrasonores | Caractériser les ondes sonores et ultrasonores. Présenter des applications utilisant les ultrasons |
| **2.2. Ondes électromagnétiques** | |
| Classification | Classer les ondes électromagnétiques selon leur fréquence et leur longueur d’onde dans le vide. |
| Grandeurs physiques | Définir la structure d’une onde électromagnétique comme l’association d’un champ électrique et d’un champ magnétique  Définir et mesurer les grandeurs physiques associées à une onde électromagnétique : période, fréquence, longueur d’onde, célérité, puissance. |
| Polarisation, onde TEM | Présenter les différents types de polarisation. Définir l’onde TEM. |
| Puissance transportée | Relier quantitativement le champ électrique d’une onde électromagnétique en un point à la puissance et à la distance de la source. |

|  |  |
| --- | --- |
| **2.3. Dualité onde-corpuscule** | |
| Modèle corpusculaire de la lumière, énergie d’un photon | Décrire et justifier le modèle corpusculaire de la lumière.  Connaître la relation entre l’énergie d’un photon et la fréquence.  Interpréter les échanges d’énergie entre rayonnement et matière à l’aide du modèle corpusculaire.  Décrire le fonctionnement des composants de l’optoélectronique. |
| **2.4. Lignes de transmissions** | |
| Modélisation de la ligne de transmission | Présenter les différents types de lignes de transmission : Ligne bifilaire, coaxiale.  Décrire le modèle équivalent de la ligne de transmission à l’aide de ses paramètres linéiques |
| Impédance caractéristique | Définir l’impédance caractéristique d’une ligne de transmission. Donner et utiliser son expression dans le cas d’une ligne sans pertes |
| Comportement en régime transitoire d’une ligne sans pertes. | Étudier expérimentalement la transmission d’une impulsion et d’un échelon dans le cas d’une charge nulle, infinie ou adaptée.  Définir le coefficient de réflexion. |
| Comportement en régime sinusoïdal d’une ligne sans pertes. | Étudier expérimentalement la transmission d’une onde sinusoïdale dans le cas d’une charge nulle, infinie ou adaptée.  Définir le taux d’onde stationnaire, et l’impédance ramenée. |
| **2.5. Fibres optiques et composants optoélectroniques** | |
| Loi de Snell-Descartes | Définir l’indice optique d’un milieu.  Appliquer les lois de la réflexion et de la réfraction d’un faisceau lumineux.  Présenter le phénomène de réflexion totale. |
| Caractéristiques d’une fibre optique monomode ou multimode. | Décrire les différents types de fibres optiques. Définir l’ouverture numérique et la vitesse de groupe.  Exploiter les caractéristiques d’une fibre optique : bande passante, atténuation linéique. |
| Composants optoélectroniques | Mettre en œuvre expérimentalement une photodiode ou un phototransistor.  Expliquer le principe d’un capteur CCD.  Utiliser une documentation technique pour déterminer les caractéristiques d’un composant optoélectronique : surface utile, sensibilité, dynamique, RSB. |
| Émetteur, récepteur | Présenter quelques composants utilisés comme émetteur et comme récepteur. |

**Programme de sciences physiques de 2ème année : option EC**

|  |  |
| --- | --- |
| **3. TRAITEMENT NUMERIQUE DU SIGNAL** | |
| Notions et contenus | Capacités exigibles |
| **3.1. La chaîne de traitement numérique du signal** | |
| Schéma fonctionnel | Identifier les éléments constitutifs d’une chaîne de traitement numérique du signal. |
| **3.2. Fonctions de transfert échantillonnées** | |
| Unité de traitement, opérations élémentaires | Énoncer que l'unité de traitement réalise, sur les nombres d'une séquence, les opérations suivantes : addition, soustraction, multiplication par une constante et retard.  Énoncer que l’opération retard d’une période d’échantillonnage correspond à une multiplication par z-  1.  Établir l’équation de récurrence à partir de l’équation différentielle modélisant le système.  Déterminer, dans des cas simples, la suite des échantillons d’un signal dont on connaît la représentation temporelle sous forme graphique.  Calculer les échantillons successifs d’un signal dont on connaît l’expression discrétisée.  Tracer la réponse d’un système numérique en déterminant les échantillons successifs obtenus à sa sortie, les échantillons d’entrée et son équation de récurrence étant donnés. |
| **3.3. Filtrage numérique** | |
| Schéma fonctionnel, équation de récurrence | Représenter le schéma bloc d’un filtre numérique. Définir les filtres récursifs et non-récursifs.  Établir l’équation de récurrence d’un filtre numérique à partir de son schéma. |
| Filtres à réponse impulsionnelle finie : RIF | Déterminer les réponses indicielle et impulsionnelle pour un filtre RIF.  Établir la transmittance en z d’un filtre RIF à partir de son équation de récurrence.  Calculer la réponse en fréquence d’un filtre RIF à partir de sa transmittance en z.  Mettre en œuvre un filtre numérique à RIF. |
| Filtres à réponse impulsionnelle infinie : RII | Définir la stabilité d’un filtre RII.  Déterminer les réponses indicielle et impulsionnelle pour un filtre RII.  Établir la transmittance en z d’un filtre RII à partir de son équation de récurrence.  Étudier la stabilité d’un filtre RII à l’aide des pôles de sa transmittance en z.  Calculer la réponse en fréquence d’un filtre RII à partir de sa transmittance en z.  Mettre en œuvre un filtre numérique à RII. |

|  |  |
| --- | --- |
| **4. TRANSMISSIONS ANALOGIQUES ET NUMERIQUES ANTENNES** | |
| Notions et contenus | Capacités exigibles |
| **4.1 Transmission analogique** | |
| Modulations d’amplitude avec porteuse et à suppression de porteuse. | Énoncer qu’un signal modulé est obtenu à partir d’un signal modulant et d’une porteuse.  Représenter le spectre d’un signal modulé en amplitude et mettre en évidence la translation dans le domaine fréquentiel.  Définir le taux de modulation et déterminer l’encombrement spectral.  Mettre en œuvre un dispositif de modulation et de démodulation d’amplitude. |
| Modulation de fréquence | Définir un signal modulé en fréquence : indice de modulation, déviation maximale de fréquence.  Exploiter le spectre d’un signal modulé en fréquence et déterminer l’encombrement spectral. |
| **4.2. Transmissions numériques** |  |
| Transmission en bande de base Codage de source, codage de canal | Définir le codage binaire, le codage M-aire, le débit binaire et la rapidité de modulation.  Présenter différents codes et leurs DSP associées (NRZ, RZ, Manchester, …)  Analyser la structure d’un récepteur et ses performances : erreurs dues au bruit, taux d’erreur binaire TEB.  Visualiser et interpréter le diagramme de l’œil Définir les interférences entre symboles (IES).  Présenter un exemple de codes correcteurs d’erreurs. |
| Transmission sur fréquence porteuse | Définir les modulations ASK, PSK, FSK et QAM, les signaux en phase i(t) et en quadrature q(t) à partir des données binaires.  Visualiser et interpréter les diagrammes de constellation.  Déterminer l’encombrement spectral pour chaque modulation.  Analyser le fonctionnement d’un démodulateur PSK. Définir les modulations multiporteuses : OFDM.  Définir les différents types de multiplexage : TDMA, CDMA. |
| **4.3. Antennes** | |
| Principes | Décrire le principe de fonctionnement d’une antenne. |
| Caractéristiques | Définir l’impédance d’entrée, le diagramme de rayonnement, le gain, le coefficient PIRE, la polarisation d’une antenne. |
| Les différents types d’antennes | Présenter quelques types d’antenne et leurs applications.  Effectuer un bilan de liaison. |

|  |  |
| --- | --- |
| **5. COLORIMETRIE ET IMAGES NUMERIQUES** | |
| Notions et contenus | Capacités exigibles |
| **5.1. Colorimétrie** |  |
| Synhèse additive et soustractive | Illustrer expérimentalement les synthèses additive et soustractive des couleurs.  Citer les différentes représentations de l’espace colorimétrique.  Exploiter les données relatives à une couleur à partir de ses coordonnées colorimétriques (pureté, longueur d’onde dominante, couleur complémentaire).  Calculer les coordonnées du mélange de deux ou trois couleurs.  Décrire l’analyse et la synthèse d’une couleur à travers une chaîne vidéo. |
| **5.2. L’œil** |  |
|  | Citer les défauts de l’œil et les méthodes de correction. Définir le pouvoir séparateur de l’œil et la différence noir  /blanc-couleur pour justifier la réduction de la bande  passante de la chrominance.  Justifier le rafraîchissement des images d’une séquence vidéo par la persistance rétinienne. |
| **5.3. Image numérique** |  |
|  | Définir le pixel et estimer ses dimensions dans le cas d’un appareil photo numérique, d’un écran vidéo.  Expliquer le principe du codage en niveaux de gris et en couleur RVB.  Énoncer qu’une image numérique est associée à un tableau de nombres.  Expliquer le principe de la compression d’une image fixe. |

|  |  |
| --- | --- |
| **6. OSCILLATEURS ET SYSTEMES ASSERVIS** | |
| Notions et contenus | Capacités exigibles |
| **6.1. Production de signaux** | |
| Oscillateurs | Définir la fonction.  Déterminer la condition d’entretien des oscillations pour un oscillateur sinusoïdal.  Calculer et mesurer la fréquence des oscillations d’un oscillateur. |

|  |  |
| --- | --- |
| **6.2. Systèmes asservis analogiques** | |
| Schéma fonctionnel, chaîne d’action et de retour, correcteur. | Identifier et connaître les différents éléments d’un système asservi. Distinguer le fonctionnement en mode poursuite ou en régulation.  Modéliser un système linéaire à l’aide d’une transmittance isomorphe.  Etablir le schéma bloc d’un asservissement linéaire.  Calculer la fonction de transfert isomorphe en boucle ouverte et en boucle fermée. |
| Performances d’un système bouclé. | Connaître la définition de la stabilité d’un système bouclé.  Enoncer le critère du revers et l’utiliser dans le plan de Bode.  Utiliser la marge de phase et la marge de gain pour évaluer le degré de stabilité. Définir la précision et la rapidité et vérifier expérimentalement les performances d’un système bouclé. |
| Correcteur | Analyser le réglage d’un correcteur P.I sur les performances d’un asservissement (stabilité-précision) et les mettre en évidence expérimentalement sur un système réel ou à l’aide d’un logiciel de simulation. |
| **6.3. Systèmes asservis numériques** | |
| Schéma fonctionnel, stabilité et correction | Analyser le schéma bloc d’un asservissement échantillonné.  Utiliser un logiciel de simulation pour étudier la stabilité. Mettre en œuvre un correcteur PI numérique |

**Programme de sciences physiques de 2ème année : option IR**

|  |  |
| --- | --- |
| **3. TRAITEMENT NUMERIQUE DU SIGNAL** | |
| Notions et contenus | Capacités exigibles |
| **3.1. La chaîne de traitement numérique du signal** | |
| Schéma fonctionnel | Identifier les éléments constitutifs d’une chaîne de traitement numérique du signal. |
| **3.2. Fonctions de transfert échantillonnées** | |
| Unité de traitement, opérations élémentaires | Énoncer que l'unité de traitement réalise, sur les nombres d'une séquence, les opérations suivantes : addition, soustraction, multiplication par une constante et retard.  Énoncer que l’opération retard d’une période d’échantillonnage correspond à une multiplication par z-  1.  Établir l’équation de récurrence à partir de l’équation différentielle modélisant le système.  Déterminer, dans des cas simples, la suite des échantillons d’un signal dont on connaît la représentation temporelle sous forme graphique.  Calculer les échantillons successifs d’un signal dont on connaît l’expression discrétisée.  Tracer la réponse d’un système numérique en déterminant les échantillons successifs obtenus à sa sortie, les échantillons d’entrée et son équation de récurrence étant donnés. |
| **3.3. Filtrage numérique** | |
| Schéma fonctionnel, équation de récurrence | Représenter le schéma bloc d’un filtre numérique. Définir les filtres récursifs et non-récursifs.  Établir l’équation de récurrence d’un filtre numérique à partir de son schéma. |
| Filtres à réponse impulsionnelle finie : RIF | Déterminer les réponses indicielle et impulsionnelle pour un filtre RIF.  Établir la transmittance en z d’un filtre RIF à partir de son équation de récurrence.  Calculer la réponse en fréquence d’un filtre RIF à partir de sa transmittance en z.  Mettre en œuvre un filtre numérique à RIF. |
| Filtres à réponse impulsionnelle infinie : RII | Définir la stabilité d’un filtre RII.  Déterminer les réponses indicielle et impulsionnelle pour un filtre RII.  Établir la transmittance en z d’un filtre RII à partir de son équation de récurrence.  Étudier la stabilité d’un filtre RII à l’aide des pôles de sa transmittance en z.  Calculer la réponse en fréquence d’un filtre RII à partir de sa transmittance en z.  Mettre en œuvre un filtre numérique à RII. |

|  |  |
| --- | --- |
| **4. TRANSMISSIONS NUMERIQUES ANTENNES** | |
| Notions et contenus | Capacités exigibles |
| **4.1. Transmissions numériques** |  |
| Transmission en bande de base Codage de source, codage de canal | Définir le codage binaire, le codage M-aire, le débit binaire et la rapidité de modulation.  Présenter différents codes et leurs DSP associées (NRZ, RZ, Manchester, …)  Analyser la structure d’un récepteur et ses performances : erreurs dues au bruit, taux d’erreur binaire TEB.  Visualiser et interpréter le diagramme de l’œil Définir les interférences entre symboles (IES).  Présenter un exemple de codes correcteurs d’erreurs. |
| Transmission sur fréquence porteuse | Définir les modulations ASK, PSK, FSK et QAM, les signaux en phase i(t) et en quadrature q(t) à partir des données binaires.  Visualiser et interpréter les diagrammes de constellation.  Déterminer l’encombrement spectral pour chaque modulation.  Analyser le fonctionnement d’un démodulateur PSK. Définir les modulations multiporteuses : OFDM.  Définir les différents types de multiplexage : TDMA, CDMA. |
| **4.2. Antennes** | |
| Principes | Décrire le principe de fonctionnement d’une antenne. |
| Caractéristiques | Définir l’impédance d’entrée, le diagramme de rayonnement, le gain, le coefficient PIRE, la polarisation d’une antenne. |
| Les différents types d’antennes | Présenter quelques types d’antenne et leurs applications.  Effectuer un bilan de liaison. |

|  |  |
| --- | --- |
| **5. COLORIMETRIE ET IMAGES NUMERIQUES** | |
| Notions et contenus | Capacités exigibles |
| **5.1. Colorimétrie** |  |
| Synhèse additive et soustractive | Illustrer expérimentalement les synthèses additive et soustractive des couleurs.  Citer les différentes représentations de l’espace colorimétrique.  Exploiter les données relatives à une couleur à partir de ses coordonnées colorimétriques (pureté, longueur d’onde dominante, couleur complémentaire).  Calculer les coordonnées du mélange de deux ou trois couleurs.  Décrire l’analyse et la synthèse d’une couleur à travers une chaîne vidéo. |

|  |  |
| --- | --- |
| **5.2. L’œil** |  |
|  | Citer les défauts de l’œil et les méthodes de correction. Définir le pouvoir séparateur de l’œil et la différence noir  /blanc-couleur pour justifier la réduction de la bande  passante de la chrominance.  Justifier le rafraîchissement des images d’une séquence vidéo par la persistance rétinienne. |
| **5.3. Image numérique** |  |
|  | Définir le pixel et estimer ses dimensions dans le cas d’un appareil photo numérique, d’un écran vidéo.  Expliquer le principe du codage en niveaux de gris et en couleur RVB.  Énoncer qu’une image numérique est associée à un tableau de nombres.  Expliquer le principe de la compression d’une image fixe. |