

## Apprentissage Par Problème

### Réalisation d'un émetteur radio

Année 2021 - 2022



Concepteurs de l'APP :

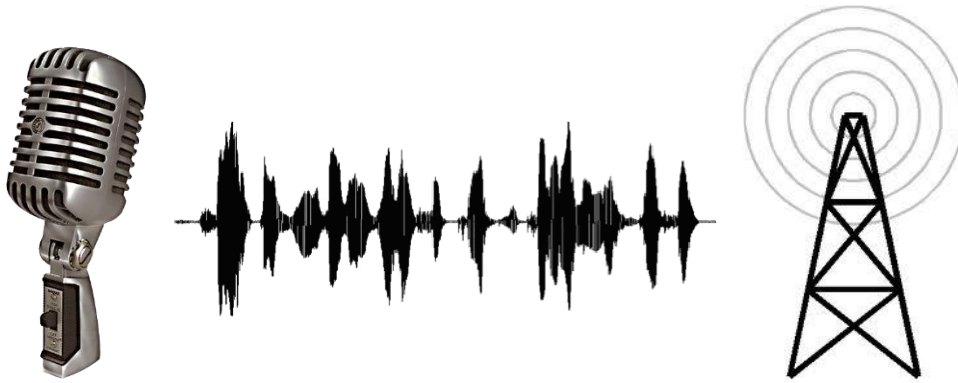
TORU Sylvain  
BESACIER Maxime

Tuteurs :

TORU Sylvain  
BESACIER Maxime

Ce livret appartient à : \_\_\_\_\_

## OBJECTIF GLOBAL



Avec quelques amis, vous avez décidé de monter un club radio à Polytech. Vous voudriez diffuser des émissions sur tout le campus de l'UGA, mais vous n'avez pas obtenu l'autorisation d'émettre dans la bande FM. Privés des équipements commerciaux classiques, vous décidez d'émettre quand même sur une fréquence secrète et de fabriquer votre émetteur.

Pour mener à bien ce projet, vous décidez de le scinder en 3 parties distinctes :

- Un filtre analogique pour appliquer des effets sur le son en sélectionnant différentes bandes de fréquences
- Un oscillateur sinusoïdal pour générer votre porteuse (la fréquence de votre radio)
- Le modulateur FM, à base de boucle à verrouillage de phase

Chacune de ces parties fera l'objet d'un projet APP à part entière.

Ce livret vous présente ce qu'est une APP et vous guide dans le déroulement de chacune de vos séances.

**BON TRAVAIL !**

# L'Apprentissage Par Problème (APP)

Dans l'APP, l'apprentissage est basé sur la résolution collective d'un problème concret dans le but d'apprendre des connaissances précises. Les objectifs pédagogiques sont de trois niveaux :

## 1<sup>er</sup> niveau : Objectifs disciplinaires

- ➔ Connaître la méthode de synthèse de filtres en électronique
- ➔ Connaître et savoir choisir les fonctions d'approximation
- ➔ Connaître les différentes structures matérielles de filtres
- ➔ Savoir réaliser un prototype et le caractériser

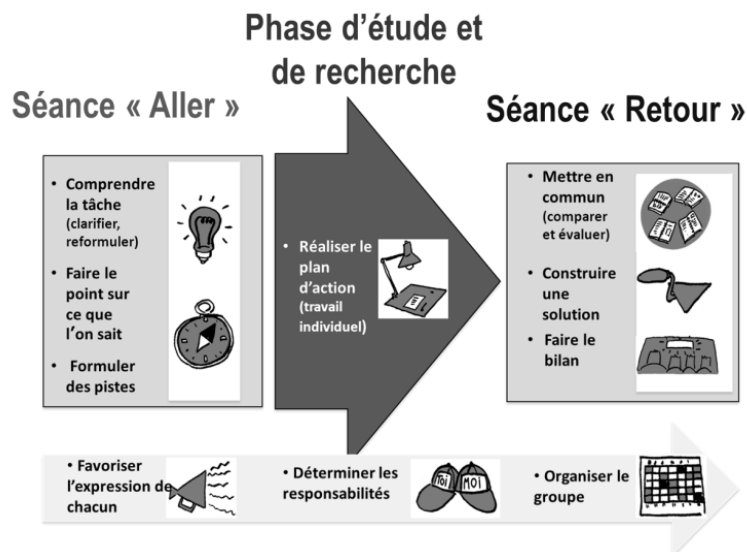
## 2<sup>e</sup> niveau : Objectifs transversaux

- ➔ Savoir travailler en groupe de manière coopérative.
- ➔ Savoir rechercher des informations.
- ➔ Développer son autonomie, sa motivation et sa prise d'initiative.
- ➔ Renforcer la capacité à faire des choix et à évaluer les risques.
- ➔ Savoir gérer le temps et les échéances.

## 3<sup>e</sup> niveau : Démarche réflexive

- ➔ Être capable d'analyser, de comprendre et d'évaluer son propre processus d'apprentissage.
- ➔ Être capable de s'améliorer continûment en tirant les leçons des expériences vécues.

## Méthodologie



## Le travail en groupe

Pour apprendre à travailler en groupe, nous souhaitons que vous formiez un **groupe d'apprentissage coopératif** qui réunit les valeurs suivantes :

- L'esprit de solidarité: «Un pour tous, Tous pour un !»
- L'écoute et le respect mutuel
- Le respect des consignes de travail et des horaires
- Une bonne ambiance
- L'implication de tous (pas de passager clandestin !)

L'objectif est d'optimiser la **participation active de chaque étudiant** au sein du groupe. C'est à chaque membre du groupe d'être attentif au respect de ces règles et à l'implication de tous. Pour que le travail de groupe soit efficace, nous vous recommandons d'attribuer des rôles spécifiques qui assureront le bon fonctionnement du groupe (voir page suivante).

## Travailler en groupe, ça s'organise

Pour faciliter le bon fonctionnement du groupe, il vous est conseillé de vous organiser en attribuant au sein du groupe les 3 rôles spécifiques décrits ci-après.

### Animateur

- S'assure que le groupe suit les étapes prévues.
- Veille à ce que le contenu de la discussion soit noté par le secrétaire.
- S'assure du respect du timing pour chaque étape et du timing général. Il informe régulièrement le groupe du temps qui reste.
- Anime la discussion :
  - distribue la parole, suscite /sollicite la participation ou modère les interventions
  - amène le groupe à clarifier les idées développées
  - réalise des synthèses au besoin

### Gestionnaire du temps

- S'assure du respect du timing pour chaque étape et du timing général. Il informe régulièrement le groupe du temps qui reste

### Scribe

- Note au tableau l'essentiel des échanges (support et mémoire de la discussion du groupe).
- Ne filtre pas les informations notées.
- Organise le tableau en fonction des étapes (de manière à garder la trace de toute la réflexion → ne pas effacer).

### Secrétaire

- Garde une trace écrite et complète de la production du groupe.
- Transmet si besoin cette trace par email à tous les membres du groupe.

---

### Tuteur

- Guide le groupe : l'empêche de s'égarer et l'incite à aller plus loin...
- Il connaît la réponse au problème, mais c'est à vous, étudiants, de faire le travail. Vous ne serez donc pas étonné qu'il refuse parfois de répondre directement aux questions que vous vous posez. Ce sera le cas notamment s'il estime que cette question n'a pas été assez débattue préalablement au sein du groupe.

### Enseignant

- Ce rôle apparaît à certains moments bien identifiés, noté « cours » dans l'organisation.
- Il répond aux questions scientifiques et techniques liées à la matière étudiée, il fait un cours sur la matière étudiée en fonction des besoins des étudiants.

Remarque : la même personne peut jouer les 2 rôles tout au long des APP.

## PRESENTATION DE L'APP n°1 : Synthèse de filtres analogiques

**Contexte :** Avant de fabriquer l'émetteur, fort de vos connaissances en électronique, vous décidez de concevoir un filtre analogique pour modifier le son et obtenir des effets intéressants en fonction des réglages de ce filtre.

Votre objectif sera donc de dimensionner et de construire un filtre coupe bande (notch) réglable.

### Organisation des séances de l'APP :

Séance	Type de travail	Timing	Description
S1	Cours	1h	Présentation APP & Cours filtrage
	Groupe	15'	Découverte du sujet, attribution des rôles
	Personnel	1h30	Lecture documentation + choix solution personnelle
	Groupe	45'	Mise en commun, choix de la solution commune + lister les questions
		30'	Présentation de votre solution aux tuteurs / bilan de groupe
S2	Cours	1h	Cours de restructuration
	Personnel	1h	Dimensionnement et simulation de la solution commune
	Groupe	1h30	Mise en commun, simulation et schéma à réaliser durant la phase pratique
	Groupe	30'	Présentation de votre schéma électronique + dimensionnement / bilan de groupe
S3	Binôme	2h	Converger vers une simulation aboutie
	Binôme	2h	Réalisation de la solution
S4	Binôme	2h	Réalisation et caractérisation de la solution
	Groupe	40'	Comparaison des caractéristiques entre les 2 binômes + évaluation de votre réalisation par les tuteurs (10' par groupe)
	Groupe	20'	Bilan de l'APP et du travail de groupe
	Personnel	1h	Evaluation

### Évaluation de l'APP :

La note sera attribuée sur les points ci-dessous:

- Les présentations intermédiaires (1/4)
- La rédaction d'un rapport technique sur votre réalisation (1/4)
- L'adéquation de votre réalisation avec le cahier des charges (1/4)
- L'évaluation finale (1/4)

## Consignes/Aides supplémentaires

- Le gabarit du filtre que vous devrez réaliser est donné sur la Figure 1.
- Le composant MF10 est imposé pour réaliser le filtre
- Vous choisirez un filtre ayant un gain le plus plat possible dans sa bande passante (Maximally Flat)
- La fréquence centrale de votre filtre doit ensuite être modifiable par la fréquence d'une horloge externe (GBF)
- Le facteur de qualité de votre filtre doit ensuite être modifiable par un potentiomètre, sans changer la fréquence centrale

Au cours de cet APP, vous devrez produire 5 livrables :

- Présentation du choix de la solution technique
- Liste des questions en suspens à remettre aux tuteurs
- Présentation du dimensionnement de votre solution technique + fichier de simulation
- Présentation de votre réalisation aux tuteurs
- Rapport technique de votre produit (description, schémas électriques, caractérisation des différents éléments...)

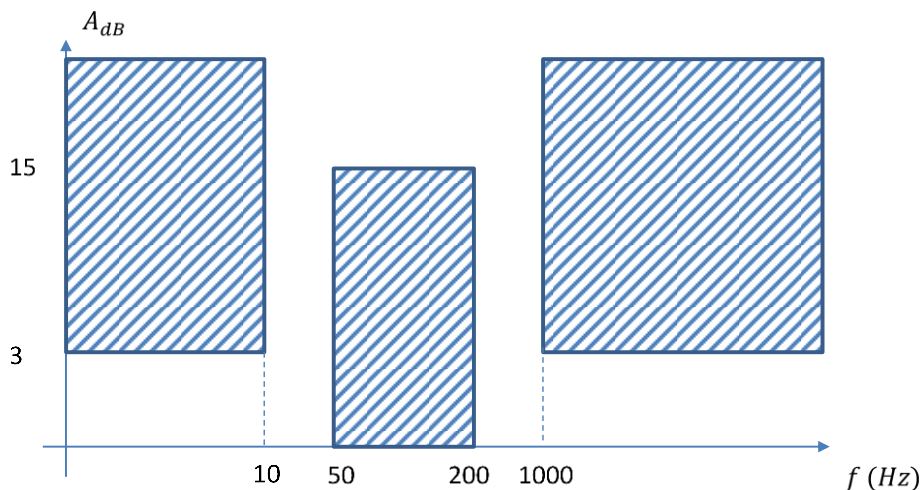


Figure 1 - Gabarit du filtre initial à réaliser

### Ressources disponibles

- Documentation technique du composant imposé (MF10)
- Références internet :
  - [http://edu.ens-rennes.fr/pluginfile.php/1741/mod\\_label/intro/DocPedagogiques/Generalites\\_filtrage.pdf](http://edu.ens-rennes.fr/pluginfile.php/1741/mod_label/intro/DocPedagogiques/Generalites_filtrage.pdf)
  - <http://ressource.electron.free.fr/bts/cours/le-filtrage-actif-passif.pdf>

A la fin de cette APP, vous devrez être en mesure de répondre à ce type de questions :

- Comment choisir le polynôme de la fonction de transfert d'un filtre (=fonction d'approximation) en fonction d'un cahier des charges donné ?
- Quel est l'intérêt d'un filtre à capacité commutée ?
- Qu'est-ce que le facteur de qualité d'un filtre du 2<sup>nd</sup> ordre ?

Séance 1	De la découverte du sujet vers une proposition de solution	4h
----------	--	----

Durée	Tâches à réaliser durant la séance
1h	<b>COURS de cadrage de l'APP et D'INTRODUCTION SUR LE FILTRAGE ET LES CAPACITES COMMUTEES</b>
15min	<p><b>TRAVAIL EN GROUPE</b>  <b>Objectif : démarrage du projet, attribution des rôles</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Organiser le groupe : Attribution des tâches (animateur, secrétaire, etc...)</li> </ul> <p>Les tâches sont déterminantes pour le déroulement du projet (à ne pas prendre à la légère).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Clarifier la tâche : Comprendre l'objectif et le fonctionnement d'une APP. Comprendre la problématique technique</li> </ul>
1h30	<p><b>TRAVAIL PERSONNEL</b>  <b>Objectif : Trouver la structure du filtre que vous allez utiliser</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lecture des documentations techniques fournies par les tuteurs</li> <li>- Recherche sur internet</li> <li>- Comment allez-vous utiliser le MF10 pour répondre au cahier des charges ?</li> <li>- Quelle est la méthode pour passer du gabarit proposé à une fonction de transfert ?</li> <li>- Comment prévoyez-vous le réglage de la fréquence centrale et du facteur de qualité ?</li> </ul> <p><i><b>NB :</b> Attention à ne pas lire tous les documents de manière exhaustive, vous n'en auriez pas le temps</i></p>
1h15	<p><b>TRAVAIL EN GROUPE</b>  <b>Objectif : Bilan de l'étude bibliographique, mise en commun</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Faire le bilan des lectures et discuter autour des points à éclaircir</li> <li>- Converger vers une proposition de solution d'une structure de filtre répondant au cahier des charges et commencer à réfléchir au calcul de la fonction de transfert à réaliser</li> <li>- Bilan de groupe de la première séance</li> <li>- <b>1<sup>er</sup> livrable : Présentation courte aux tuteurs (1 slide, 5') de votre solution retenue.</b></li> <li>- <b>2<sup>nd</sup> livrable : Faire la liste des questions en suspens (1 slide) et la remettre aux tuteurs</b></li> </ul>

#### Pourquoi faire le travail individuel entre les séances de groupe ?

- Le vrai but est que tout le monde apprenne... et pas uniquement que le système étudié soit bien dimensionné !
- Ce n'est pas le groupe qui doit devenir compétent, mais bien chacun de ses membres !
- Le travail collectif est certes important, mais l'objectif de cette activité est de rendre chaque étudiant compétent. Le travail réalisé entre les séances de groupe est la manière la plus efficace et la plus simple de vous préparer aux évaluations à venir.
- Chaque étudiant sera amené à présenter sa solution individuelle aux autres membres du groupe. Il est donc très important que chacun de vous fasse ce travail individuel !

### Auto-évaluation du travail de groupe de la séance

## Faire un bilan du travail de groupe

**Déterminez deux points qui ont bien fonctionné pour le travail en groupe :**

**Déterminez deux points qui ont mal fonctionné pour le travail en groupe :**

**Si c'était à refaire, quel engagement prendriez-vous pour que cela fonctionne mieux ?**



Séance 2	Dimensionnement et première réalisation pratique	4 h
----------	--	-----

Durée	Tâches à réaliser durant la séance
1h	<p><b>PROMO ENTIERE</b> <b>cours de restructuration</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- tri des questions et réponses détaillées</li> <li>- Phase de discussion : s'assurer que tout le monde a bien compris.</li> </ul>
1h	<p><b>TRAVAIL PERSONNEL</b> <b>Objectif : A partir de la solution choisie, réaliser la phase (théorique) de dimensionnement du filtre</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Calculer une fonction de transfert qui respecte le gabarit du cahier des charges</li> <li>- Conception et simulation du schéma à réaliser</li> </ul>
1h30	<p><b>TRAVAIL EN GROUPE</b> <b>Objectif : Mettre en commun les calculs de dimensionnement pour converger vers un schéma à réaliser</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bilan des différents calculs réalisés</li> <li>- Conception et simulation du schéma à réaliser</li> </ul>
30 min	<p><b>TRAVAIL EN GROUPE</b> <b>Objectif : Mettre en forme votre solution technique</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bilan de groupe de la 2<sup>ème</sup> séance</li> <li>- <b>3ème Livrable : présentation orale (1 slide, 5') de la solution électronique complète (schéma électronique, valeur des composants)</b></li> </ul>

## Auto-évaluation du travail de groupe de la séance

Faire un bilan du travail de groupe

Déterminez deux points qui ont bien fonctionné pour le travail en groupe :

Déterminez deux points qui ont mal fonctionné pour le travail en groupe :

Si c'était à refaire, quel engagement prendriez-vous pour que cela fonctionne mieux ?

Séance 3	Finalisation théorique, début de câblage	4 h
----------	--	-----

Durée	Tâches à réaliser durant ces séances
2h	<p style="text-align: center;"><b>TRAVAIL EN BINOME</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Objectif : Converger vers une simulation aboutie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Finir la simulation</li> <li>- Caractériser votre filtre en simulation (Diagramme de Bode)</li> <li>- Faire varier la fréquence centrale du filtre et valider le fonctionnement de votre solution</li> <li>- Faire varier le facteur de qualité du filtre et valider le fonctionnement de votre solution</li> </ul>
2h	<p style="text-align: center;"><b>TRAVAIL EN BINOME</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Objectif : Réalisation de votre solution</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Commencer le câblage de votre filtre</li> </ul>

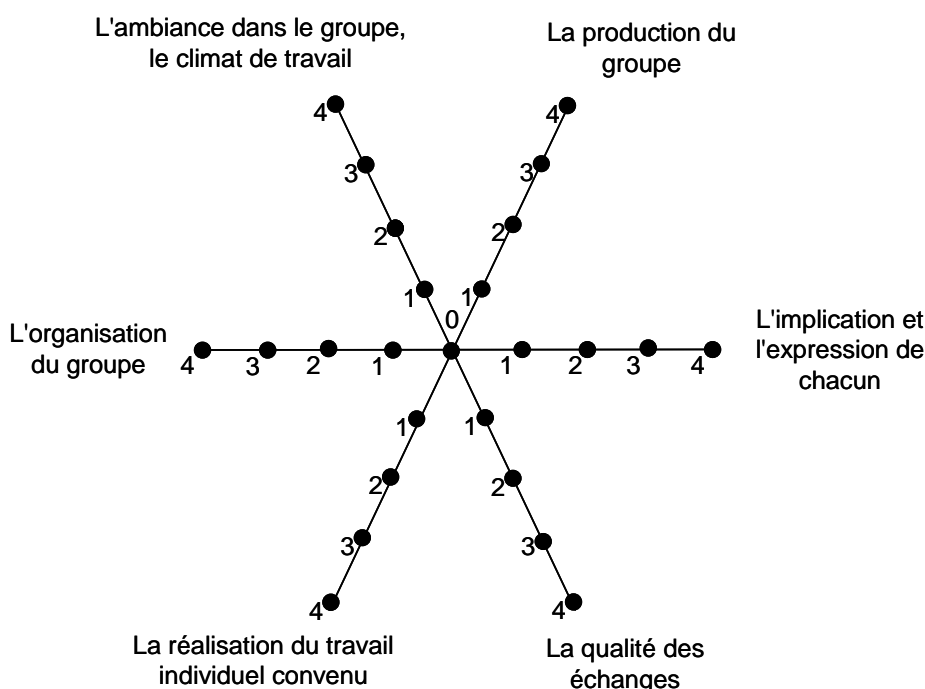
### Auto-évaluation du travail de groupe de la séance

Faire un bilan du travail de groupe

Déterminez deux points qui ont bien fonctionné pour le travail en groupe :
Déterminez deux points qui ont mal fonctionné pour le travail en groupe :
Si c'était à refaire, quel engagement prendriez-vous pour que cela fonctionne mieux ?

## Faire un bilan du travail de groupe

### Détails des 6 critères du circept



**Votre niveau d'appréciation générale entre 0 et 4 :**

- 4 signifie « très satisfaisant »
- 0 signifie « très insatisfaisant »

### Détails des 6 critères du circept :

- **La production du groupe** (le groupe a produit quelque chose de satisfaisant et cette production est réellement le résultat d'un effort collectif).
- **L'implication et l'expression de chacun des membres** (chacun des participants a contribué de manière significative à l'efficacité du groupe, le groupe a donné l'occasion à chacun de ses membres d'exprimer son point de vue, les participants en retrait ont été sollicités).
- **La qualité des échanges** (il y a eu suffisamment d'interactions entre les membres du groupe, ces échanges ont permis de faire émerger des points de vue différents pour traiter le problème, les temps de mise en commun ont permis à chacun de confronter sa compréhension du problème et des notions travaillées... )
- **La réalisation du travail individuel convenu** (les membres du groupe ont fait leur part du travail individuel entre les séances, chacun a joué le jeu dans le travail en groupe, tous les membres ont mené à bien leurs responsabilités...)
- **L'organisation du travailler** (le groupe est parvenu à coordonner ses activités, les réunions étaient efficaces, le groupe est resté centré sur la tâche à accomplir, le groupe a fait suffisamment usage du tableau, le groupe s'est réparti les rôles : un secrétaire a gardé des traces des échanges, un animateur a joué son rôle, le timing a été respecté...)
- **L'ambiance dans le groupe, le climat de travail** (l'entente entre les membres du groupe a été bonne, les participants s'aident et s'encouragent mutuellement, le groupe est arrivé à surmonter ses divergences de vues, personne n'est arrivé à imposer son point de vue...)

Séance 4	Finalisation pratique, caractérisation et évaluation	4 h
----------	--	-----

Durée	Tâches à réaliser durant ces séances
2h	<p><b>TRAVAIL EN BINOME</b></p> <p><b>Objectif : Réalisation et Caractérisation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Finir de câbler et caractériser votre filtre (Diagramme de Bode)</li> <li>- Faire varier la fréquence centrale du filtre et valider le fonctionnement de votre solution</li> <li>- Faire varier le facteur de qualité du filtre et valider le fonctionnement de votre solution</li> </ul>
40 min	<p><b>TRAVAIL EN GROUPE</b></p> <p><b>Objectif : Comparer les caractéristiques obtenues par chaque binôme au sein du groupe.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Analyse des caractéristiques</li> <li>- Explication des différences...</li> <li>- <b>4<sup>ème</sup> livrable : présentation du projet en groupe aux tuteurs</b></li> </ul>
20 min	<p><b>TRAVAIL EN GROUPE</b></p> <p><b>Objectif : Faire le bilan de l'activité</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Faire le bilan de l'APP</li> <li>- Faire le bilan du travail en groupe</li> </ul>
1h	<p><b>PROMO ENTIERE</b></p> <p><b>Evaluation</b></p>

**Rappel :** Ne pas oublier le rapport technique (5<sup>ème</sup> livrable) !

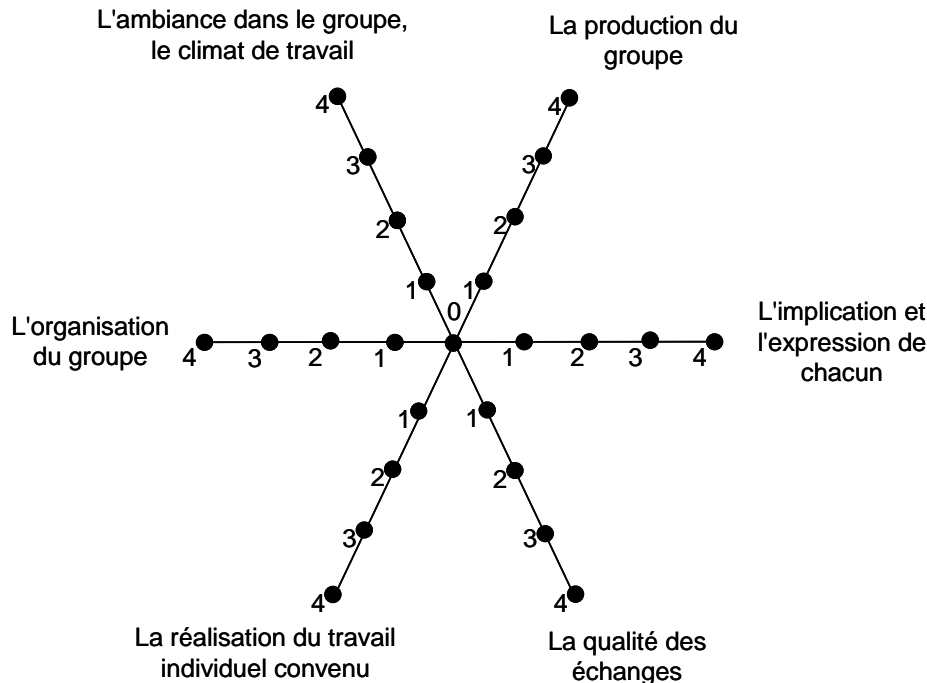
### Auto-évaluation du travail de groupe de la séance

Faire un bilan du travail de groupe

Déterminez deux points qui ont bien fonctionné pour le travail en groupe :
Déterminez deux points qui ont mal fonctionné pour le travail en groupe :
Si c'était à refaire, quel engagement prendriez-vous pour que cela fonctionne mieux ?

## Faire un bilan du travail de groupe

### Détails des 6 critères du circept



**Votre niveau d'appréciation générale entre 0 et 4 :**

- **4** signifie « très satisfaisant »
- **0** signifie « très insatisfaisant »

### Détails des 6 critères du circept :

- **La production du groupe** (le groupe a produit quelque chose de satisfaisant et cette production est réellement le résultat d'un effort collectif).
- **L'implication et l'expression de chacun des membres** (chacun des participants a contribué de manière significative à l'efficacité du groupe, le groupe a donné l'occasion à chacun de ses membres d'exprimer son point de vue, les participants en retrait ont été sollicités).
- **La qualité des échanges** (il y a eu suffisamment d'interactions entre les membres du groupe, ces échanges ont permis de faire émerger des points de vue différents pour traiter le problème, les temps de mise en commun ont permis à chacun de confronter sa compréhension du problème et des notions travaillées... )
- **La réalisation du travail individuel convenu** (les membres du groupe ont fait leur part du travail individuel entre les séances, chacun a joué le jeu dans le travail en groupe, tous les membres ont mené à bien leurs responsabilités...)
- **L'organisation du travailler** (le groupe est parvenu à coordonner ses activités, les réunions étaient efficaces, le groupe est resté centré sur la tâche à accomplir, le groupe a fait suffisamment usage du tableau, le groupe s'est réparti les rôles : un secrétaire a gardé des traces des échanges, un animateur a joué son rôle, le timing a été respecté...)
- **L'ambiance dans le groupe, le climat de travail** (l'entente entre les membres du groupe a été bonne, les participants s'aident et s'encouragent mutuellement, le groupe est arrivé à surmonter ses divergences de vues, personne n'est arrivé à imposer son point de vue...)

## Notes





## Notes

## Notes

## PRESENTATION DE L'APP n°2 : L'oscillateur sinusoïdal

**Contexte :** Après avoir étudié le spectre sonore de vos émissions, vous avez conclu que la transmission des fréquences situées entre 250 Hz et 4 kHz étaient suffisante. Vous choisissez d'émettre en FM autour de 100 kHz car les ondes radio sont peu encombrées à cette fréquence vous semble-t-il. Parmi les différentes fonctions électroniques que vous devez réaliser se trouve l'oscillateur. Vous tenterez de comprendre à quoi sert un oscillateur et quel sera son rôle dans votre réalisation spécifique.

Votre objectif sera donc de dimensionner et de construire cet oscillateur.

### Organisation des séances de l'APP :

Séance	Type de travail	Timing	Description
S5	Cours	1h	Introduction faite par les enseignants
	Personnel	2h	Lecture documentation + choix solution personnelle + remise de questions
	Groupe	1h	Cours de restructuration
S6	Groupe	30'	Choix structure finale
	Personnel	1h	Dimensionnement de la structure choisie
	Groupe	1h	Mise en commun (théorie)
	Personnel	1h30	Simulation et vérification
S7	binôme	4h	Câblage, caractérisation ampli, rebouclage, caractérisation des différents étages
S8	Binôme + Groupe	3h	Fin caractérisation + comparaison
	Personnel	1h	Evaluation

### Évaluation de l'APP :

La note sera attribuée sur les points ci-dessous:

- Les présentations intermédiaires (1/4)
- La rédaction d'un rapport technique sur votre réalisation (1/4)
- L'adéquation de votre réalisation avec le cahier des charges (1/4)
- L'évaluation finale (1/4)

### Consignes/Aides supplémentaires

Pour réaliser votre oscillateur, voici quelques éléments supplémentaires :

- L'oscillateur sera sinusoïdal et analogique
- Le composant 2N2222 est imposé pour réaliser l'oscillateur
- Fréquence de l'oscillation : 100kHz

Au cours de cet APP, vous devrez produire 5 livrables :

- Liste des questions en suspens à remettre aux tuteurs
- Présentation du choix de la solution technique
- Présentation de l'avancement (simulation & pratique)
- Présentation de votre réalisation aux tuteurs
- Rapport technique de votre produit (description, schémas électriques, caractérisation des différents éléments...)

### **Ressources disponibles**

- Document de cours photocopié sur les oscillateurs
- TD corrigés
- Documentation technique du composant imposé (2N2222)
- Références internet :

[http://avrj.cours.pagesperso-orange.fr/Cours/SE\\_017\\_Les\\_Oscillateurs.pdf](http://avrj.cours.pagesperso-orange.fr/Cours/SE_017_Les_Oscillateurs.pdf)

<http://www.ta-formation.com/acrobat-modules/oscillateur.pdf>

### **A la fin de cette APP, vous devrez être en mesure de répondre à ce type de questions :**

- Comment l'oscillation est-elle créée et entretenue ?
- Comment choisit-on la fréquence de l'oscillation ?
- De quels blocs est constitué un oscillateur ?

S5	De la découverte du sujet vers une ébauche de solution	3h
----	--	----

Durée	Tâches à réaliser durant la séance
1h	<b>COURS D'INTRODUCTION SUR LES OSCILLATEURS SINUSOÏDAUX</b>
2h	<p><b>TRAVAIL PERSONNEL</b></p> <p><b>Objectif : Comprendre et approfondir le fonctionnement d'un oscillateur.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lecture des documentations techniques fournies par les tuteurs</li> <li>- Recherche sur internet</li> <li>- Choix de deux structures répondant au cahier des charges</li> <li>- <b>1<sup>er</sup> livrable : Etablir une liste de question, que vous remettrez à votre tuteur au fil de l'eau</b></li> </ul> <p><i>NB : Attention à ne pas lire tous les documents de manière exhaustive, vous n'en auriez pas le temps</i></p>
1h	<p><b>PROMO ENTIERE</b></p> <p><b>Cours de restructuration</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tri des questions et réponses détaillées</li> <li>- Phase de discussion, s'assurer que tout le monde a bien compris.</li> </ul>

### Auto-évaluation du travail de groupe de la séance

Faire un bilan du travail de groupe

Déterminez deux points qui ont bien fonctionné pour le travail en groupe :

Déterminez deux points qui ont mal fonctionné pour le travail en groupe :

Si c'était à refaire, quel engagement prendriez-vous pour que cela fonctionne mieux ?

S6	<b>Choix, dimensionnement et premiers essais par la simulation</b>	4 h
----	--	-----

Durée	Tâches à réaliser durant la séance
30'	<p><b>TRAVAIL EN GROUPE</b></p> <p><b>Objectif : Choisir votre oscillateur</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Converger vers une proposition de solution d'un oscillateur</li> </ul>
1h	<p><b>TRAVAIL PERSONNEL</b></p> <p><b>Objectif : Dimensionner les composants</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Calculer la valeur des différents composants</li> <li>- Conception du schéma à réaliser</li> </ul>
1h	<p><b>TRAVAIL EN GROUPE</b></p> <p><b>Objectif : Dimensionner les composants</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Converger vers une proposition de solution dimensionnée d'un oscillateur</li> <li>- <b>2<sup>nd</sup> livrable : Présentation courte aux tuteurs (1 slide, 5min) de la solution retenue</b></li> </ul>
1h30	<p><b>TRAVAIL PERSONNEL</b></p> <p><b>Objectif : Simuler votre oscillateur</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Simuler votre solution</li> <li>- Vérifier que la polarisation des différents composants est conforme à vos attentes</li> <li>- Vérifier que la fréquence est bonne</li> </ul>

### Auto-évaluation du travail de groupe de la séance

Faire un bilan du travail de groupe

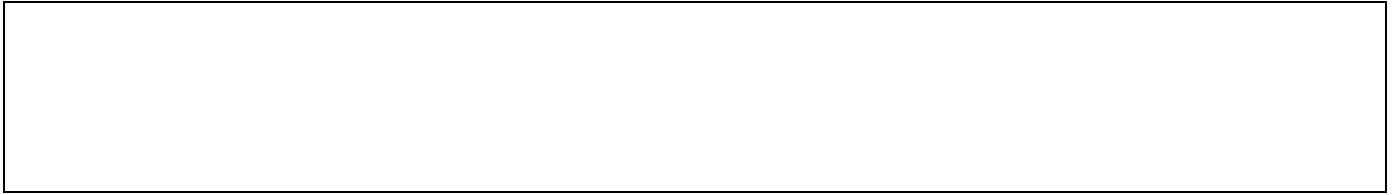
Déterminez deux points qui ont bien fonctionné pour le travail en groupe :

--

Déterminez deux points qui ont mal fonctionné pour le travail en groupe :

--

Si c'était à refaire, quel engagement prendriez-vous pour que cela fonctionne mieux ?



Séance 7	Réalisation pratique	4 h
----------	----------------------	-----

Durée	Tâches à réaliser durant ces séances
4h	<p style="text-align: center;"><b>TRAVAIL EN BINOME</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Objectif : Débuter la phase de réalisation pratique</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Câbler le circuit à transistor.</li> <li>- Caractériser l'amplificateur (à faire apparaître dans le rapport)</li> <li>- Effectuer <b>ensuite</b> le rebouclage via le bloc filtre.</li> <li>- Vérifier le fonctionnement de l'oscillateur (fréquence d'oscillation, amplitude)</li> <li>- <b>3<sup>ème</sup> livrable : Présentation courte aux tuteurs (1 slide, 5min) de l'avancement du travail (aspect simulation : fichier à déposer sur chamilo &amp; pratique)</b></li> </ul>

### Auto-évaluation du travail de groupe de la séance

Faire un bilan du travail de groupe

Déterminez deux points qui ont bien fonctionné pour le travail en groupe :
Déterminez deux points qui ont mal fonctionné pour le travail en groupe :
Si c'était à refaire, quel engagement prendriez-vous pour que cela fonctionne mieux ?



S8	caractérisation et évaluation	4 h
----	-------------------------------	-----

Durée	Tâches à réaliser durant ces séances
2h30	<p><b>TRAVAIL EN BINOME</b></p> <p><b>Objectif : Terminer la phase pratique, caractérisation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Terminer la réalisation de l'oscillateur</li> <li>- Relever les résultats qui vous paraissent pertinents (comparaison avec la simulation)</li> <li>- visualiser le régime transitoire</li> </ul>
30min	<p><b>TRAVAIL EN GROUPE</b></p> <p><b>Objectif : Comparaison des performances et des caractéristiques obtenues par chaque binôme</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Analyse des caractéristiques</li> <li>- Explication des différences</li> <li>- <b>4<sup>ème</sup> livrable : Présentation du projet en groupe aux tuteurs</b></li> </ul>
1h	<p><b>PROMO ENTIERE</b></p> <p><b>Evaluation</b></p>

Rappel : Ne pas oublier le rapport technique (5<sup>ème</sup> livrable)

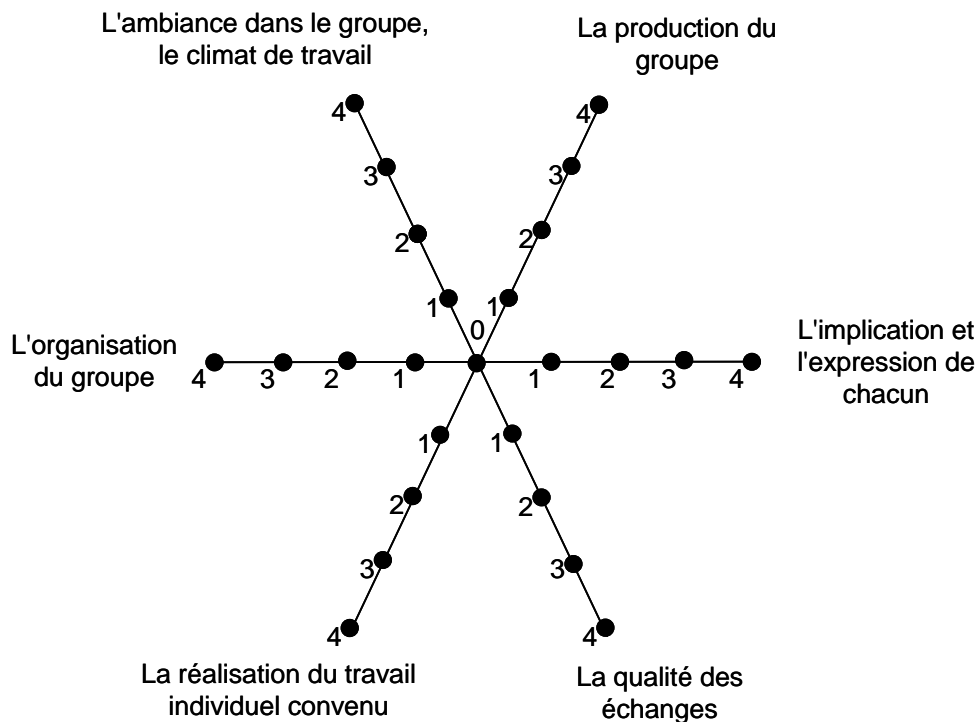
## Auto-évaluation du travail de groupe de la séance

Faire un bilan du travail de groupe

<b>Déterminez deux points qui ont bien fonctionné pour le travail en groupe :</b>
<b>Déterminez deux points qui ont mal fonctionné pour le travail en groupe :</b>
<b>Si c'était à refaire, quel engagement prendriez-vous pour que cela fonctionne mieux ?</b>

## Faire un bilan du travail de groupe

### Détails des 6 critères du circept



**Votre niveau d'appréciation générale entre 0 et 4 :**

- 4 signifie « très satisfaisant »
- 0 signifie « très insatisfaisant »

**Détails des 6 critères du circept :**

- **La production du groupe** (le groupe a produit quelque chose de satisfaisant et cette production est réellement le résultat d'un effort collectif).
- **L'implication et l'expression de chacun des membres** (chacun des participants a contribué de manière significative à l'efficacité du groupe, le groupe a donné l'occasion à chacun de ses membres d'exprimer son point de vue, les participants en retrait ont été sollicités).
- **La qualité des échanges** (il y a eu suffisamment d'interactions entre les membres du groupe, ces échanges ont permis de faire émerger des points de vue différents pour traiter le problème, les temps de mise en commun ont permis à chacun de confronter sa compréhension du problème et des notions travaillées... )
- **La réalisation du travail individuel convenu** (les membres du groupe ont fait leur part du travail individuel entre les séances, chacun a joué le jeu dans le travail en groupe, tous les membres ont mené à bien leurs responsabilités...)
- **L'organisation du travailler** (le groupe est parvenu à coordonner ses activités, les réunions étaient efficaces, le groupe est resté centré sur la tâche à accomplir, le groupe a fait suffisamment usage du tableau, le groupe s'est réparti les rôles : un secrétaire a gardé des traces des échanges, un animateur a joué son rôle, le timing a été respecté...)
- **L'ambiance dans le groupe, le climat de travail** (l'entente entre les membres du groupe a été bonne, les participants s'aident et s'encouragent mutuellement, le groupe est arrivé à surmonter ses divergences de vues, personne n'est arrivé à imposer son point de vue...)

## Notes

## Notes

## PRESENTATION DE L'APP n°3 : Modulateur FM & boucle à verrouillage de phase (PLL)

### Contexte :

On rappelle qu'il faut que vous implémentiez la transmission des fréquences situées entre 250 Hz et 4 kHz autour d'une porteuse à 100 kHz. Il ne vous reste plus qu'à réaliser le modulateur qui vous servira à émettre vos émissions. Une façon intéressante de le réaliser est d'utiliser une boucle à verrouillage de phase (PLL).

Votre objectif sera donc de dimensionner et de construire ce modulateur FM, ainsi de comprendre l'intérêt de l'utilisation d'une PLL.

### Organisation des séances de l'APP :

Séance	Type de travail	Timing	Description
S9	Cours	1h	Cours d'introduction Principe de fonctionnement
	Personnel	1h15	Lecture documentation + choix solution personnelle
	Groupe	1h25	Mise en commun + questions
		20'	Présentation de votre solution aux tuteurs / bilan de groupe
S10	Cours	1h	Cours de restructuration
	Personnel	1h10	Dimensionnement de la structure choisie
	Groupe	1h30	Mise en commun du dimensionnement
	Groupe	20'	Remise de questions
S11	Cours	30'	Cours de restructuration
	Personnel	1h30	Simulation
	Binôme	2h	Câblage
S12	Binôme + Groupe	4h	Réalisation + Caractérisation
S13	Personnel	1h	Evaluation

### Évaluation de l'APP :

La note sera attribuée sur les points ci-dessous:

- Les présentations intermédiaires (1/4)
- La rédaction d'un rapport technique sur votre réalisation (1/4)
- L'adéquation de votre réalisation avec le cahier des charges (1/4)
- L'évaluation finale (1/4)

### Consignes/Aides supplémentaires

Pour réaliser votre modulateur, voici quelques éléments supplémentaires :

- Vous vous appuyerez sur une PLL pour résoudre le problème
- Le composant 74HC4046AN pour réaliser la PLL est imposé
- Plage de verrouillage de la PLL: 10 kHz au moins (canal plus large que le spectre du son à transmettre)
- Marge de phase de 45° (assure une bonne stabilité)

Au cours de cet APP, vous devrez produire 5 livrables :

- Liste des questions en suspens à remettre aux tuteurs
- Présentation du choix de la solution technique
- Présentation du dimensionnement de votre solution technique + livraison de la simulation
- Présentation de votre réalisation aux tuteurs
- Rapport technique de votre produit (description, schémas électriques, caractérisation des différents éléments...)

#### Ressources disponibles

- Document de cours polycopié sur les PLL
- TD corrigés
- Documentation technique du composant imposé (HC4046x)
- Références internet :
  - [http://avrj.cours.pagesperso-orange.fr/Cours/SE\\_018\\_Synthese\\_de\\_frequence.pdf](http://avrj.cours.pagesperso-orange.fr/Cours/SE_018_Synthese_de_frequence.pdf)
  - <http://www.ta-formation.com/acrobat-modules/pll.pdf>

**A la fin de cette APP, vous devrez être en mesure de répondre à ce type de questions :**

- Pourquoi choisit-on d'utiliser une PLL pour de la modulation de fréquence ?
- Comment choisit-on la fréquence de coupure du filtre de boucle ?
- Comment fonctionne un comparateur de phase XOR ?

Séance 9	Introduction, découverte du sujet	4h
----------	-----------------------------------	----

Durée	Tâches à réaliser durant la séance
1h	<b>COURS D'INTRODUCTION SUR LA PLL et SON PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT</b>
1h15	<p><b>TRAVAIL PERSONNEL</b></p> <p><b>Objectif : Comprendre le fonctionnement d'une PLL et trouver des applications pour illustrer son utilisation.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lecture des documentations techniques fournies par les tuteurs</li> <li>- Recherche sur internet</li> <li>- Recherche d'application de la PLL (notamment modulation FM)</li> </ul> <p><i>NB : Attention à ne pas lire tous les documents de manière exhaustive, vous n'en auriez pas le temps</i></p>
1h25 +25'	<p><b>TRAVAIL EN GROUPE</b></p> <p><b>Objectif : Bilan de l'étude bibliographique, mise en commun</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Faire le bilan des lectures et discuter autour des points à éclaircir</li> <li>- Proposer la structure d'un modulateur FM répondant au cahier des charges</li> <li>- Bilan de groupe de la première séance</li> <li>- <b>1<sup>er</sup> livrable : Faire la liste des questions en suspens (1 slide) et la remettre aux tuteurs</b></li> <li>- <b>2<sup>nd</sup> livrable : Présentation courte aux tuteurs (1 slide, 5min) de la solution retenue</b></li> </ul>

### Auto-évaluation du travail de groupe de la séance

Faire un bilan du travail de groupe

Déterminez deux points qui ont bien fonctionné pour le travail en groupe :
Déterminez deux points qui ont mal fonctionné pour le travail en groupe :
Si c'était à refaire, quel engagement prendriez-vous pour que cela fonctionne mieux ?

<b>Séance 10</b>	<b>Mise en commun et choix de la solution</b>	<b>4 h</b>
------------------	---	------------

<b>Durée</b>	<b>Tâches à réaliser durant la séance</b>
1h	<p align="center"><b>PROMO ENTIERE</b> <b>Cours de restructuration</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tri des questions et réponses détaillées</li> <li>Phase de discussion, s'assurer que tout le monde a bien compris.</li> </ul>
1h10	<p align="center"><b>TRAVAIL PERSONNEL</b> <b>Objectif : Travail personnel de dimensionnement</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Réaliser les calculs pour la détermination des composants respectant le cahier des charges</li> <li>- Conception du schéma à réaliser</li> </ul>
1h30 +20'	<p align="center"><b>TRAVAIL EN GROUPE</b> <b>Objectif : Finaliser la solution avancée lors de la séance précédente</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Converger vers une proposition de solution dimensionnée d'un modulateur FM</li> <li>- <b>2<sup>nd</sup> livrable : Présentation courte aux tuteurs (1 slide, 5min) de la solution retenue</b></li> <li>- <b>3<sup>ème</sup> livrable : regrouper les questions</b></li> </ul>

### Auto-évaluation du travail de groupe de la séance

Faire un bilan du travail de groupe

Déterminez deux points qui ont bien fonctionné pour le travail en groupe :
Déterminez deux points qui ont mal fonctionné pour le travail en groupe :
Si c'était à refaire, quel engagement prendriez-vous pour que cela fonctionne mieux ?



<b>Séance 11</b>	<b>Finalisation dimensionnement et simulation</b>	<b>4 h</b>
------------------	---	------------

<b>Durée</b>	<b>Tâches à réaliser durant ces séances</b>
30'	<p><b>PROMO ENTIERE</b>  <b>Cours de restructuration</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tri des questions et réponses détaillées</li> <li>- Phase de discussion, s'assurer que tout le monde a bien compris.</li> </ul>
1h30	<p><b>TRAVAIL PERSONNEL (simulation)</b>  <b>Objectif : Réaliser des tests par simulation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Implémentation du schéma dans la simulation</li> <li>- 4<sup>ème</sup> livrable : présentation orale (1 slide, 5min) de la solution électronique complète + livraison de la simulation</li> </ul>
2h	<p><b>TRAVAIL EN BINOME</b>  <b>Objectif : Phase pratique</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Câbler le modulateur FM</li> </ul>

### Auto-évaluation du travail de groupe de la séance

Faire un bilan du travail de groupe

Déterminez deux points qui ont bien fonctionné pour le travail en groupe :
Déterminez deux points qui ont mal fonctionné pour le travail en groupe :
Si c'était à refaire, quel engagement prendriez-vous pour que cela fonctionne mieux ?

Séance 12	Finalisation pratique & caractérisation	4 h
-----------	---	-----

Durée	Tâches à réaliser durant ces séances
3h30	<p><b>TRAVAIL EN BINOME</b>  <b>Objectif : Phase pratique</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Câbler le modulateur FM</li> <li>- Relever les résultats qui vous paraissent pertinents (comparaison avec la simulation)</li> </ul>
30'	<p><b>TRAVAIL EN GROUPE</b>  <b>Objectif : Comparaison des performances et des caractéristiques obtenues par chaque binôme</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Analyse des caractéristiques</li> <li>- Explication des différences</li> </ul> <p><b>5<sup>ème</sup> livrable : Présentation du projet en groupe aux tuteurs</b></p>

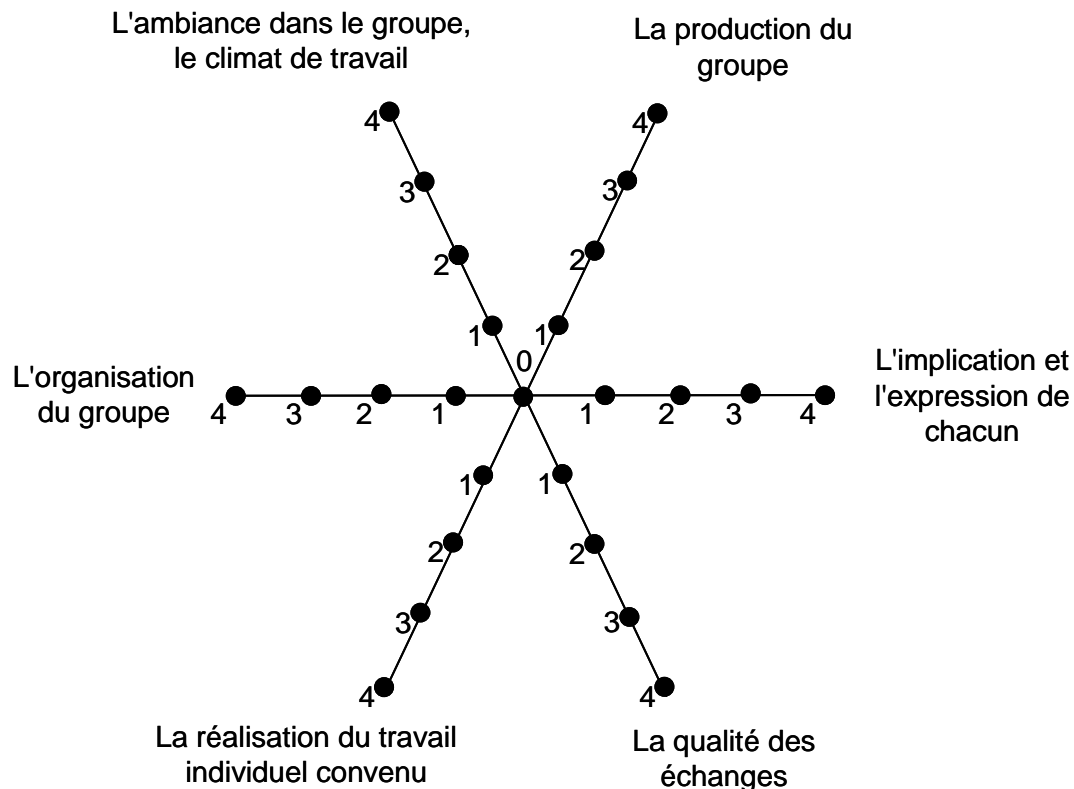
### Auto-évaluation du travail de groupe de la séance

Faire un bilan du travail de groupe

Déterminez deux points qui ont bien fonctionné pour le travail en groupe :
Déterminez deux points qui ont mal fonctionné pour le travail en groupe :
Si c'était à refaire, quel engagement prendriez-vous pour que cela fonctionne mieux ?

## Faire un bilan du travail de groupe

### Détails des 6 critères du circept



**Votre niveau d'appréciation générale entre 0 et 4 :**

- 4 signifie « très satisfaisant »
- 0 signifie « très insatisfaisant »

**Détails des 6 critères du circept :**

- **La production du groupe** (le groupe a produit quelque chose de satisfaisant et cette production est réellement le résultat d'un effort collectif).
- **L'implication et l'expression de chacun des membres** (chacun des participants a contribué de manière significative à l'efficacité du groupe, le groupe a donné l'occasion à chacun de ses membres d'exprimer son point de vue, les participants en retrait ont été sollicités).
- **La qualité des échanges** (il y a eu suffisamment d'interactions entre les membres du groupe, ces échanges ont permis de faire émerger des points de vue différents pour traiter le problème, les temps de mise en commun ont permis à chacun de confronter sa compréhension du problème et des notions travaillées... )
- **La réalisation du travail individuel convenu** (les membres du groupe ont fait leur part du travail individuel entre les séances, chacun a joué le jeu dans le travail en groupe, tous les membres ont mené à bien leurs responsabilités...)
- **L'organisation du travailler** (le groupe est parvenu à coordonner ses activités, les réunions étaient efficaces, le groupe est resté centré sur la tâche à accomplir, le groupe a fait suffisamment usage du tableau, le groupe s'est réparti les rôles : un secrétaire a gardé des traces des échanges, un animateur a joué son rôle, le timing a été respecté...)
- **L'ambiance dans le groupe, le climat de travail** (l'entente entre les membres du groupe a été bonne, les participants s'aident et s'encouragent mutuellement, le groupe est arrivé à surmonter ses divergences de vues, personne n'est arrivé à imposer son point de vue...)

## Notes

## Notes

Séance 13	Assemblage complet et Evaluation	2h
-----------	----------------------------------	----

Durée	Tâches à réaliser durant ces séances
1h	<b>PROMO ENTIERE</b> <b>Evaluation</b>
2h	<b>TRAVAIL EN BINOME</b> <b>Objectif : Assemblage des différents blocs</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Réalisation de l'émetteur complet</li> <li>- Validation pratique et concrète</li> </ul>
1h	<b>EVALUATION PRATIQUE DU MONTAGE COMPLET FINAL</b>