

## Projet UE Technique Scientifique

---

# Gabarit d'un filtre passe bande du deuxième ordre

---

MALIK Daria

PIERSON Matthieu

Groupe TP 1

L3 EEA

## Contexte scientifique

Dans le cadre de l'UE Technique Scientifique nous avons été confrontés à un problème scientifique, et il nous a été demandé d'écrire un programme qui utiliserait la méthode proposée pour la résolution de ce problème.

Dans le cas de notre sujet, Gabarit d'un filtre passe bande du deuxième ordre, il nous a été demandé d'utiliser la méthode de Nelder-Mead, dite la méthode d'optimisation, afin de déterminer les valeurs des éléments électronique pour lesquelles la fonction de transfert du filtre rentre mieux dans un gabarit donné.

Les filtres passe-bande ne laissent passer qu'une intervalle de fréquences compris entre une fréquence de coupure basse et une fréquence de coupure haute du filtre. Les fréquences à l'extérieur de cette bande sont atténuées, les fréquences se trouvant dans la bande passante restent inchangées (légèrement atténuées suite aux imparfaits d'un montage) ou peuvent être amplifiées [1].

Cette fonction peut être réalisée avec des composants électroniques (Fig.1). Les valeurs des fréquences de coupure étant liées aux valeurs des composants utilisés, il est donc possible d'ajuster ces valeurs de telle façon que le circuit puisse répondre à nos besoins (p.ex. bande passante particulière, valeur exacte du gain statique). Un filtre passe bande à plusieurs utilités. Il peut servir à isoler une gamme d'un signal par exemple en radiocommunication. La réponse en fréquence souhaitée est représentée sur la Fig. 2.

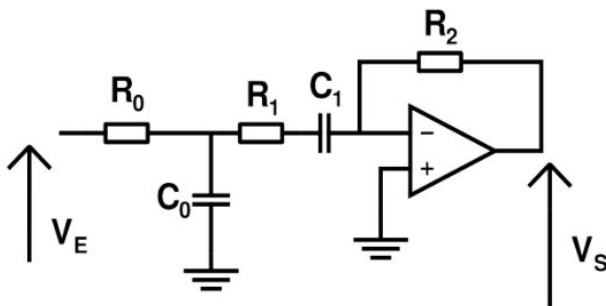


Fig.1 : circuit proposé dans le sujet

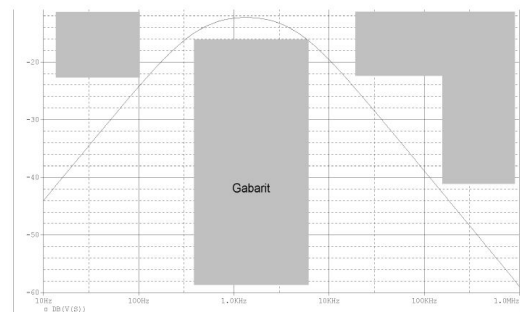


Fig. 2 : la réponse en fréquence souhaitée

Trois paramètres qui vont caractériser la fonction de transfert du filtre sont :

$$A = \frac{R_2}{R_1} \text{ - facteur d'amplification avec le gain en dB } G_{dB} = 20\log(A) \text{ associé}$$

$$\omega_0 = R_0 \cdot C_0 = 2\pi f_0 \text{ - pulsation de coupure associée à une fréquence de coupure basse}$$

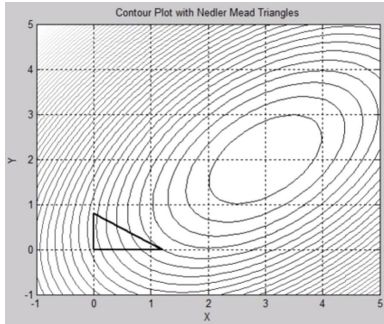
$$\omega_1 = R_1 \cdot C_1 = 2\pi f_1 \text{ - pulsations de coupure associée à une fréquence de coupure haute (}$$

$\omega_0 < \omega_1$ )

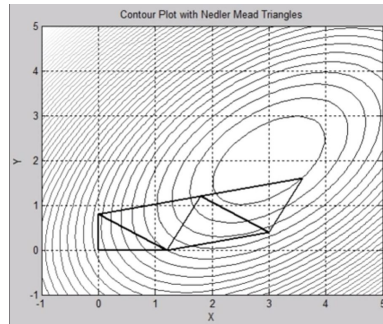
Une des méthodes pour savoir si la réponse du filtre satisfait bien les conditions données est de calculer sa fonction coût: pour un intervalle de fréquences échantillonné calculer le nombre de points de la réponse qui ne rentrent pas dans les gabarits. La méthode de Nelder-Mead permet de déterminer le minimum d'une fonction étudiée. Dans le cas du projet la méthode doit donc

converger vers le plus petit nombre de points hors gabarits (0 dans l'idéal) auquel vont correspondre les valeurs de  $A$ ,  $\omega_0$  et  $\omega_1$  caractérisant le montage du filtre.

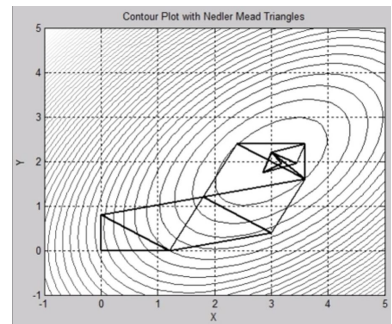
Cette méthode d'optimisation utilise le simplexe de dimension  $n+1$  - une généralisation du triangle à une dimension  $n+1$  - pour un espace de dimension  $n$ . Chaque sommet du simplexe a pour les coordonnées un vecteur des variables de la fonction étudiée. Afin de faire converger le simplexe vers le minima, il faut calculer les valeurs de la fonction en chaque sommet et se déplacer dans la direction des plus petites valeurs (réflexion, expansion ou contraction d'un sommet du simplexe, ou réduction du simplexe) (Fig. 3,4,5,6).



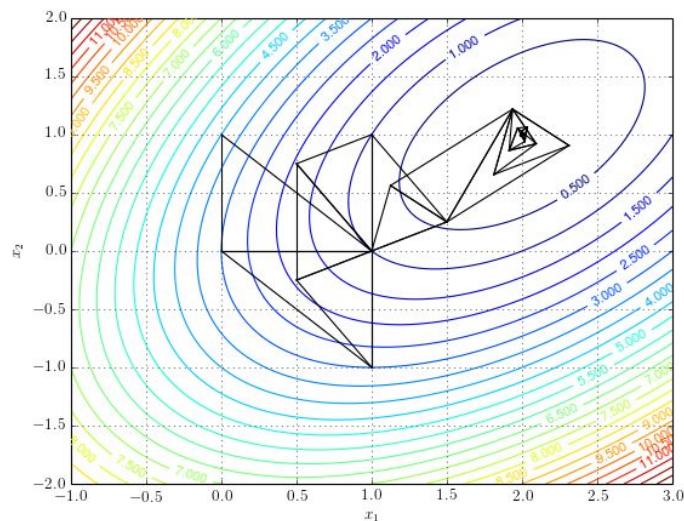
*Fig. 3 : simplexe initial*



*Fig. 4 : déplacement du simplexe dans la direction du minimum*



*Fig. 5 : convergence du simplexe vers le minimum*



*Fig. 6 : représentation graphique de la méthode de Nelder-Mead [2]*

## Projet

Le programme peut être décomposé en principales parties :

1. L'utilisateur saisit un nombre de points  $N$  d'échantillonnage ;
2. La fonction `logspace` échantillonne les fréquences entre 10 Hz et 1 MHz sur  $N$  points (Fig. 7);

```
1. void logspace(float a, float b, int n, double *u){
2.     double c;
3.     int i;
4.     // le pas "logarithmique"
5.     c = (b - a)/(n - 1);
6.     for(i = 0; i < n - 1; i++){
7.         u[i] = pow(10., a + i*c);
8.         //printf("%lf\n",u[i]);
9.     }
10.    // le dernier point
11.    u[n - 1] = pow(10., b);
12.    //printf("%lf\n",u[n-1]);
13.}
```

Fig. 7 : fonction `logspace`

3. La fonction `creation_sommets` remplit une matrice avec des nombres aléatoires (fonctions `randa` et `randw`) correspondants à  $A$ ,  $\omega_0$  et  $\omega_1$  (dans les limites physiques possibles pour ces valeurs);
4. La méthode de Nelder-Mead est ensuite appliquée (fonction `Nelder-Mead`) sur les 4 sommets initiaux dans une boucle `do...while` avec les conditions `if` pour le choix de déplacement du simplexe (les fonctions `hors_gabarits` (Fig. 8) pour calculer le nombre de points hors gabarits et `sorting_hat` pour trier les valeurs, qui à leur tour utilisent certaines autres fonctions, sont appelées dans cette boucle) ; Fig. 9 présente une partie de `Nelder_Mead` où les valeurs de la fonction aux points de réflexion et expansion sont testées et le simplexe est ensuite modifié en remplaçant le plus mauvais sommet par un meilleur sommet (réflexion/expansion) ;

```
14.int hors_gabarit (point X, double *frequence, int N){
15.    int i;
16.    int nbpts=0; // nbpts dans gabarit
17.    double *G;
18.    G = (double*)malloc(N*sizeof(double));
19.    for(i=0;i<N;i++){
20.        G[i]=gain(frequence[i],X[0],X[1],X[2]);
21.    }
```

```

22.     for(i=0; i<N; i++){
23.         if((frequence[i]<100 && G[i]<-15)|| (frequence[i]<7000 &&
           frequence[i] > 2000 && G[i]>5)|| (frequence[i]>200000 && G[i]<-20)){
24.             nbpts+=1;
25.         }
26.         if( (frequence[i]>=100 && frequence[i]<=2000) ||
           (frequence[i]>=7000 && frequence[i]<=200000) ){
27.             nbpts+=1;
28.         }
29.     }
30.     free (G);
31.     return (N-nbpts);
32. }

```

*Fig. 8 : calcul des points hors gabarit aux valeurs des composants donnée*

```

33. // b) expansion / réflexion
34. if (Fr<F[0]){
35.     for (i=0; i<3; i++) E[i] = G[i] + gamma*(R[i] - G[i]);
36.     if (hors_gabarit(E, frequences, n)<=Fr){
37.         for (i=0; i<3; i++) S[3][i] = E[i];
38.     }
39.     else{
40.         for (i=0; i<3; i++) S[3][i] = R[i];
41.     }
42. } // RETOUR A L'ETAPE 1 SI EFFECTUÉ
43.
44. // c) contraction / réduction
45. if (Fr>=F[2]){
46.     for (i=0; i<3; i++) C[i] = G[i] + rho*(S[3][i] - G[i]);
47.     if (hors_gabarit(C, frequences, n)<F[3]){
48.         for (i=0; i<3; i++) S[3][i] = C[i];
49.     } // RETOUR A L'ETAPE 2 SI EFFECTUÉ
50.     else{
51.         for (i=1; i<4; i++){
52.             for (j=0; j<3; j++){
53.                 S[i][j] = S[0][j] + sigma*(S[i][j]-S[0][j]);
54.             }
55.         }
56.     }
57. } // RETOUR A L'ETAPE 1 SI EFFECTUÉ

```

*Fig. 9 : exemple de test et de déplacement du simplexe*

5. Les étapes 3 et 4 sont répétées dans *do...while* tant que le nombre de points hors gabarits est différent de 0, au moins une valeur des  $A$ ,  $\omega_0$  et  $\omega_1$  est négative et  $\omega_0 > \omega_1$  ;
6. Une fois la solution trouvée, le programme affiche à l'écran le nombre de points hors gabarits ainsi que les valeurs de  $A$ ,  $\omega_0$  et  $\omega_1$  correspondante à cette fonction de transfert ;
7. Il est possible d'afficher à la suite les valeurs du gain en dB à 100, 2k, 7k et 200k Hz (les fréquences limites des conditions données) ;
8. Enfin la fonction **fichier\_bode** crée un fichier *gain.txt* et le remplit avec des fréquences échantillonnées et les valeurs du gain associées afin de tracer la fonction de transfert sous Octave.

Le nombre d'itérations de chaque application de Nelder-Mead est limité à 20 itérations car :

- Les essais de notre algorithme ont montré que dans la plupart des cas la méthode converge vers une valeur en moins de 20 itérations ;
- Le programme ne converge pas toujours vers 0 mais vers une autre valeur en moins de 20 itérations, il est donc inutile de continuer au-delà de 20 itérations si cette valeur n'est pas nulle et le programme recommence la méthode de l'étape 3 avec le nouveau simplex initial.

## Contexte humain

Dans le cadre du Projet de l'UE Technique Scientifique, il nous a été demandé de former des groupes de deux à trois membres. Nous nous sommes regroupé tous les deux car nous désirions travailler ensemble.

Avant de commencer la partie programmation nous nous sommes renseignés sur la méthode de Nelder-Mead et avons acquis certaines connaissances. Tout d'abord nous avons cherché ensemble des informations sur la méthode de Nelder-Mead, par la suite nous avons continué nos recherche séparément. A la fin de nos recherche indépendante nous avons mis en commun nos résultats. Cette organisation nous a permit d'avoir des visions différentes, nous les avons donc retranchées pour nous permettre de bien comprendre l'intégrité du sujet.

Une fois le sujet compris, nous nous sommes réparti les tâches entre nous par préférences et aisance. Daria a principalement travaillé sur Nelder-Mead, calcul de gain et module, et Matthieu sur l'échantillonnage (fonction logspace) et le nombres de points hors gabarit. Après avoir fini nos tâches respectives nous avons mit en commun nos codes ensemble et expliqué l'un à l'autre notre travail. Nous avons dû adapter nos code pour les assembler et corriger les erreurs.

Nous avons décidé d'ajouter quelques améliorations à notre programme tel que la génération de A,  $w_0$  et  $w_1$  aléatoires, le stockage de valeurs ainsi que leur tracé dans Octave.

Daria à travaillé sur le stockage des valeurs et Matthieu sur la générations de valeurs aléatoires. Nous avons travaillé à deux pour la création d'un script Octave qui nous permet de tracer la courbe d'un passe bande généré avec la méthode de Nelder-Mead. Nous avons atteint les objectifs que nous nous sommes fixés, nous pensons donc que le travail en groupe s'est très bien déroulé.

Durant ce projet nous avons pas ressentis de manque de compétences en Langage C, cependant cela nous a permit de revoir certaines méthode que nous avons vu en cours tel que la lecture de fichier ou les mallochs. Nous pensons que la principale difficulté du projet a été pour nous la compréhension du sujet et de Nelder-Mead.

Lors de ce projet nous avons acquis diverses compétences.

D'un point de vu numérique nous avons appris comment créer des valeurs logarithmique régulièrement espacé dans l'espace.

D'un point de vu informatique nous avons appris à utiliser un peu mieux Octave et créer une fonction générant des nombres aléatoires.

D'un point de vu scientifique nous avons appris ce qu'est la Méthode de Nelder-Mead, et comment elle fonctionne.

D'un point de vu humain nous avons appris à travailler en petite équipe, à nous organiser, à avoir un sens des priorités et à communiquer le plus clairement possible.

D'un point de vu organisationnel nous avons appris à utiliser plus en détails certains outils de gestions de projet et à utiliser des outils de collaborations à distance.

## Gestion de projet

Suite à la distribution du sujet nous indiquant les objectifs et contraintes à respecter nous avons organisé le projet. Lors de ce projet nous avons rédigé un rapport décrivant toutes les activités réalisées pendant le projet.

### 1. L'organisation

A l'issue de la première séance de TP nous avons défini les tâches à réaliser. Pour nous organiser efficacement nous avons planifié ces tâches en utilisant un diagramme de Gantt prévisionnel. Lors de la création du Gantt prévisionnel nous avons tenu compte des semaines de révisions/partiels et des projets adjacents.

Entre chaque TP nous discutons des tâches suivantes et des imprévus que nous avons eu. Ainsi nous essayons de trouver des solutions et de nous adapter par rapport aux prévisions que nous avons faites.

### Outils de gestion de projet

Utilisé	Connu, non utilisé
Diagramme de Gantt Matrice SWOT	Roue de Deming/PDCA Pert Suivi de réunion Matrice RACI Work Breakdown Structure (WBS) Ordonnancement

Ci-dessus un tableau listant les outils de gestion de projet connus. Nous avons décidé d'utiliser le diagramme de Gantt et une matrice SWOT. Nous n'avons pas utilisé de matrice RACI ou WBS car nous n'étions que deux dans le groupe, et n'avons pas d'intérêts à créer une hiérarchie. Nous n'avons pas utilisé de Roue de Deming/PDCA car cet outil est utilisé pour des projets en constante amélioration.

### 2. Diagramme de Gantt

Pour suivre l'avancement du projet nous avons réalisé un diagramme de Gantt prévisionnel et réel. Le diagramme de Gantt sert essentiellement à planifier des tâches dans le temps pour optimiser l'organisation. Cependant en comparant ces deux diagrammes cela nous permettait de savoir si nous avons un retard/avance et/ou sous estimé/surestimé la quantité de travail.

Nous avons décomposé le projet en 3 grand axes : compréhension du sujet, codage et rédaction du rapport.



Si nous suivons la quantité de tâches du projet que nous avons prévue nous pouvons dire que nous avons surestimé la quantité de recherche mais que nous avons sous-estimé la quantité de codage. Nous avons su garder l'allure que nous nous sommes fixée, néanmoins vers la fin de projet nous avons commencé la rédaction du rapport plus tardivement que prévu.

### 3. Matrice Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats (SWOT)

Nous avons l'avantage d'avoir déjà travaillé ensemble pour des projets antérieurs. Notre groupe a une bonne cohésion et nous sommes intéressés par le sujet.

Néanmoins nous avons certaines faiblesses par exemple aucun d'entre nous ne connaissait ce qu'était la méthode de Nelder Mead. De plus nous avons parfois du mal à nous organiser.

La plus grande menace pour ce projet était le temps car la L3 EEA demande un temps de travail personnel important.

	Positif	Négatif
Interne	<b>Forces</b> Nous avons déjà travaillé ensemble Motivé par le sujet Quelques connaissances en Langage C	<b>Faiblesses</b> Aucun de nous deux ne connaissait la méthode de Nelder Mead Le temps de compréhension Organisation
Externe	<b>Opportunités</b>	<b>Menaces</b> Disponibilité des étudiants Temps

## Bibliographie

- [1] "Filtre passe-bande", Wikipedia, 2017. [Online] Disponible sur: [https://fr.wikipedia.org/wiki/Filtre\\_passe-bande](https://fr.wikipedia.org/wiki/Filtre_passe-bande). [Visité le 14 Octobre 2018].
- [2] "Nelder-Mead Optimization", Sachin Joglekar's blog, 2016. [Online] Disponible sur: <https://codesachin.wordpress.com/2016/01/16/nelder-mead-optimization/>. [Visité le 28 Octobre 2018].
- [3] "Méthode de Nelder-Mead", Wikipedia. [Online] Disponible sur: [https://fr.wikipedia.org/wiki/M%C3%A9thode\\_de\\_Nelder-Mead](https://fr.wikipedia.org/wiki/M%C3%A9thode_de_Nelder-Mead). [Visité le 1 Novembre 2018].

## **Annexe**

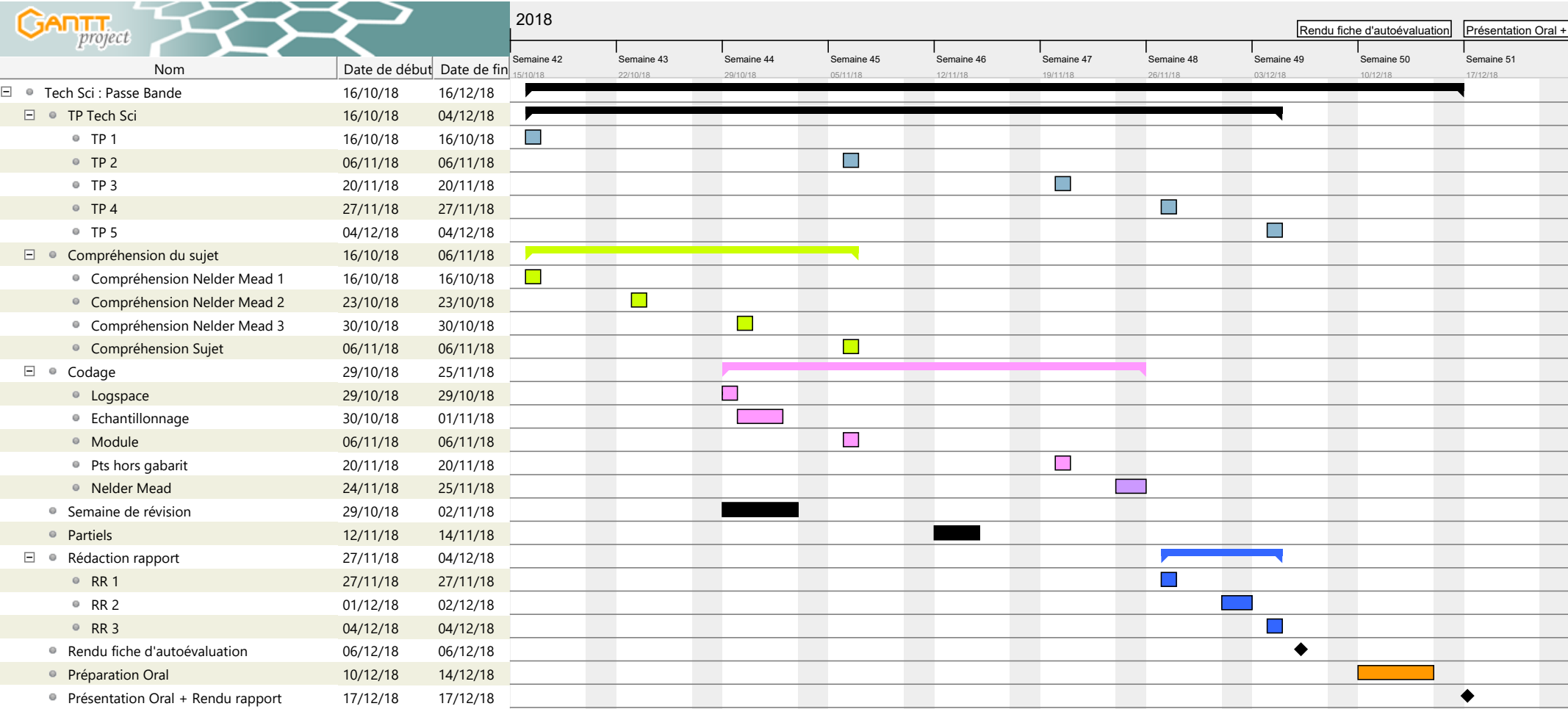
1. Gantt prévisionnel
2. Gantt réel
3. Fiche d'autoévaluation de Daria MALIK
4. Fiche d'autoévaluation de Matthieu PIERSON

# Untitled Gantt Project

## Diagramme de Gantt

12 déc. 2018

3

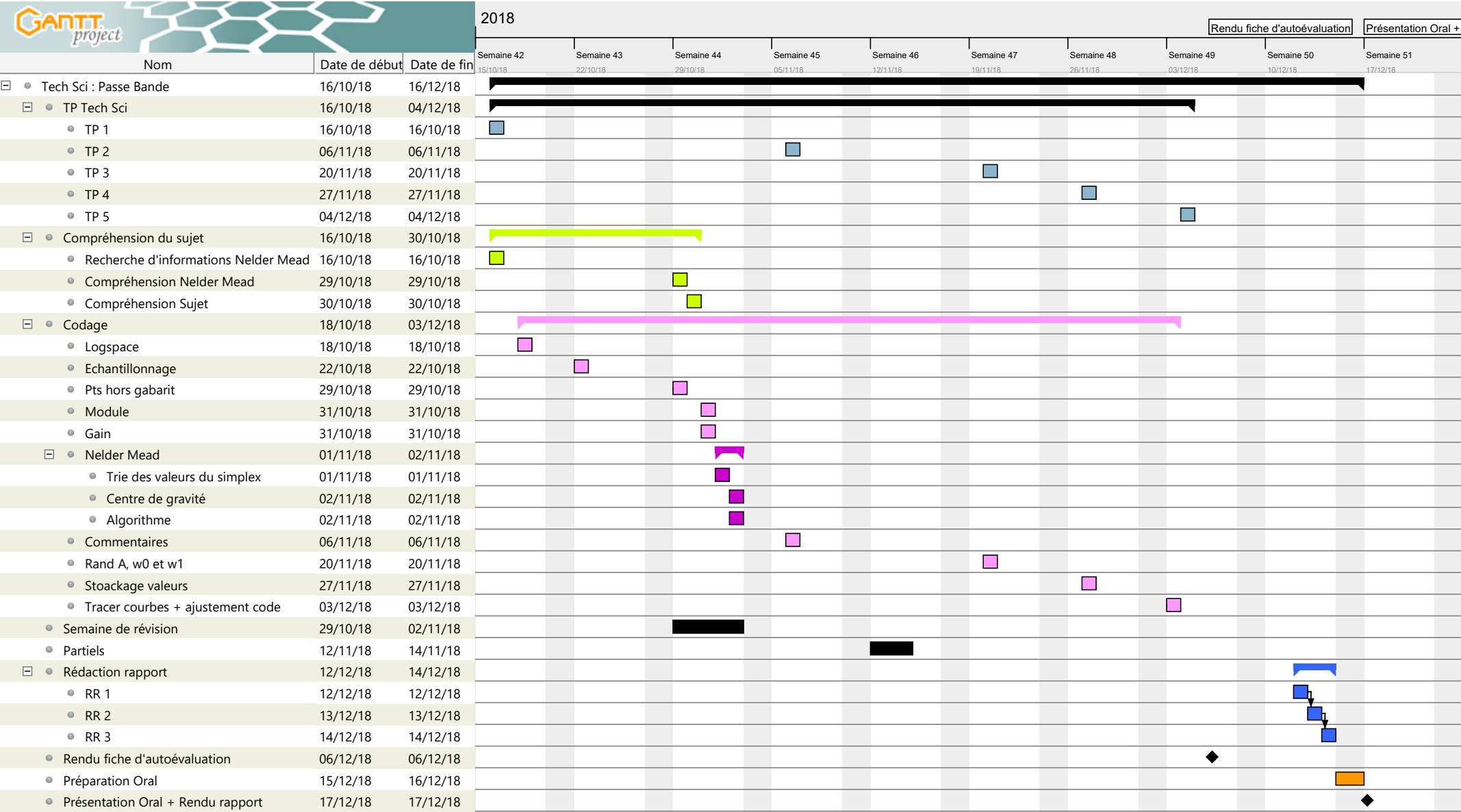


# Untitled Gantt Project

## Diagramme de Gantt

12 déc. 2018

4



**Autoévaluation des groupes de projet Info L3 EEA parcours Fondamental**

**Titre du projet :** *Gabarit d'un filtre passe bande du deuxième ordre*

**Rédacteur de la fiche individuelle :** MALIK Daria

**Titre du projet :** *Gabarit d'un filtre passe bande du deuxième ordre*

**Rédacteur de la fiche individuelle :** MALIK Daria

**GROUPE NIVEAU A et GROUPE NIVEAU B**

CONSTITUTION DE L'EQUIPE		
Nom	Prénom	Groupe TP
MALIK	Daria	1
PIERSON	Matthieu	1

**Ce qui suit n'est que pour les groupes de niveau A.**

Cette évaluation est à réaliser par chaque membre du groupe.

Vous devez donner une note (de 1 à 5) à chaque membre de votre groupe de projet. Mentionnez les noms des membres (dont vous-même) de l'équipe dans la première colonne et cochez la case (mettez un « x ») correspondant à la note que vous attribuez.

Etudiants du groupe	Constitution de l'équipe					
	Contribution rare, peu de suggestions utiles, peu d'informations utiles apportées	1 =bad	2	3	4	5
1 MALIK Daria						x
2 PIERSON Matthieu						x
Commentaire						

Etudiants du groupe	Coopération					
	Refuse de travailler coopération difficile ; ne répond que rarement aux emails, téléphone, ...	1= bad	2	3	4	5
1 MALIK Daria						x
2 PIERSON Matthieu						x
<p>Commentaire</p> <p>Nous étions que deux dans le groupe, en plus nous nous entendons bien ce n'était donc pas difficile de nous communiquer et de nous coopérer.</p>						

Etudiants du groupe	Organisation et coordination					
	Ne prépare pas, n'organise pas, les réunions du groupe. Est toujours en retard dans le travail qu'il doit faire pour le projet	1= bad	2	3	4	5
1 MALIK Daria						x
2 PIERSON Matthieu						x
Commentaire Pour les tâches nous fixions les délais plus ou moins flexible étant donné le nombre de personnes dans le groupe et l'emploi du temps chargé susceptible d'être modifié à tout moment. L'organisation des réunions flexible encore une fois étant donné le nombre de personnes dans le groupe.						



## Autoévaluation des groupes de projet Info L3 EEA parcours Fondamental

**Titre du projet :** *Gabarit d'un filtre passe bande du deuxième ordre*

**Rédacteur de la fiche individuelle :** PIERSON Matthieu

## GROUPES NIVEAU A et GROUPES NIVEAU B

CONSTITUTION DE L'EQUIPE		
Nom	Prénom	Groupe TP
MALIK	Daria	1
PIERSON	Matthieu	1

**Ce qui suit n'est que pour les groupes de niveau A.**

Cette évaluation est à réaliser par chaque membre du groupe.

Vous devez donner une note (de 1 à 5) à chaque membre de votre groupe de projet. Mentionnez les noms des membres (dont vous-même) de l'équipe dans la première colonne et cochez la case (mettez un « x ») correspondant à la note que vous attribuez.

Etudiants du groupe	Constitution de l'équipe					
	Contribution rare, peu de suggestions utiles, peu d'informations utiles apportées	1 =bad	2	3	4	5
1 MALIK Daria						x
2 PIERSON Matthieu						x
Commentaire						

Etudiants du groupe	Coopération					
	Refuse de travailler coopération difficile ; ne répond que rarement aux emails, téléphone, ...	1= bad	2	3	4	5
1 MALIK Daria						x
2 PIERSON Matthieu						x
Commentaire Nous nous connaissons et entendons bien donc c'était simple de coopérer.						

Etudiants du groupe	Organisation et coordination					
	Ne prépare pas, n'organise pas, les réunions du groupe. Est toujours en retard dans le travail qu'il doit faire pour le projet	1= bad	2	3	4	5
1 MALIK Daria						x
2 PIERSON Matthieu						x
Commentaire						
Nous étions que deux dans le groupe donc nous n'avons pas eu de mal à nous organiser et coopérer.						



Etudiants du groupe	Ponctualité					
	En retard ou absent à la plupart des réunions pour le projet sans justifications suffisantes	1= bad	2	3	4	5
1 MALIK Daria						x
2 PIERSON Matthieu						x
Commentaire						
Toujours à l'heure						

Etudiants du groupe	Influence sur le groupe					
	Influence négative, contribue à démotiver l'équipe	1= bad	2	3	4	5
1 MALIK Daria						x
2 PIERSON Matthieu						x
Commentaire Nous nous sommes investis autant dans le projet l'un que l'autre.						

Etudiants du groupe	Conflits dans le groupe					
	Est à l'origine de conflits, aucun effort pour résoudre les conflits	1 =bad	2	3	4	5
1 MALIK Daria						x
2 PIERSON Matthieu						x
Commentaire Pas de conflit.						
Commentaire général :						