

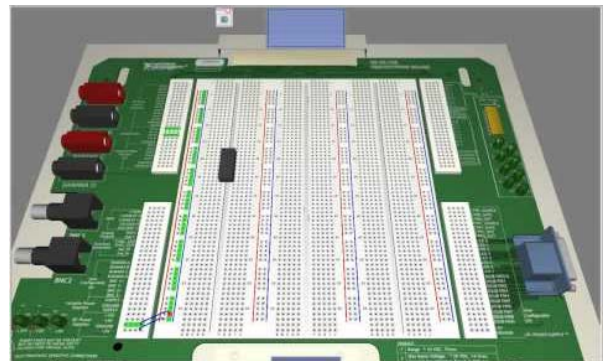
Objectifs :

- Concevoir un filtre à partir d'un cahier des charges.
- Etudier ses caractéristiques
- Faire les relevés et vérifier la concordance avec la théorie.
- Vérifier l'action d'un filtre sur le spectre d'un signal.
- Utiliser les appareils de mesures adaptés pilotés par Pc.
- **Faire un compte rendu** faisant états des méthodes de mesures, des analyses et des conclusions qui en découle.

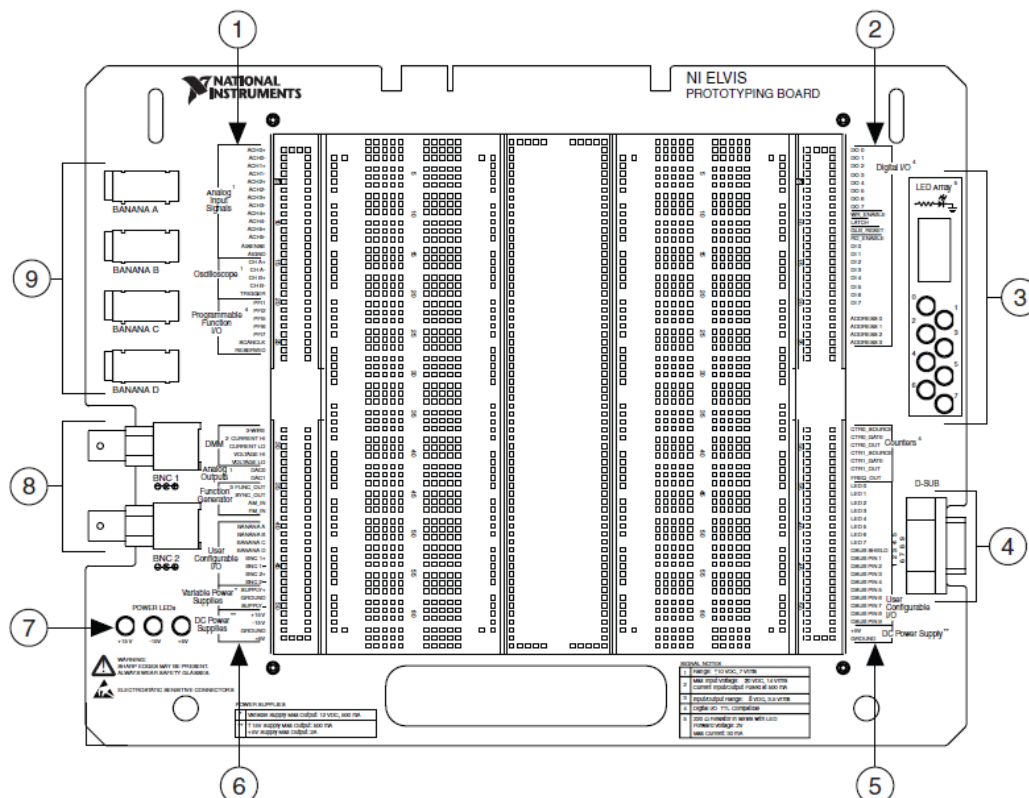
I. Rappels et compléments sur les outils de mesures :

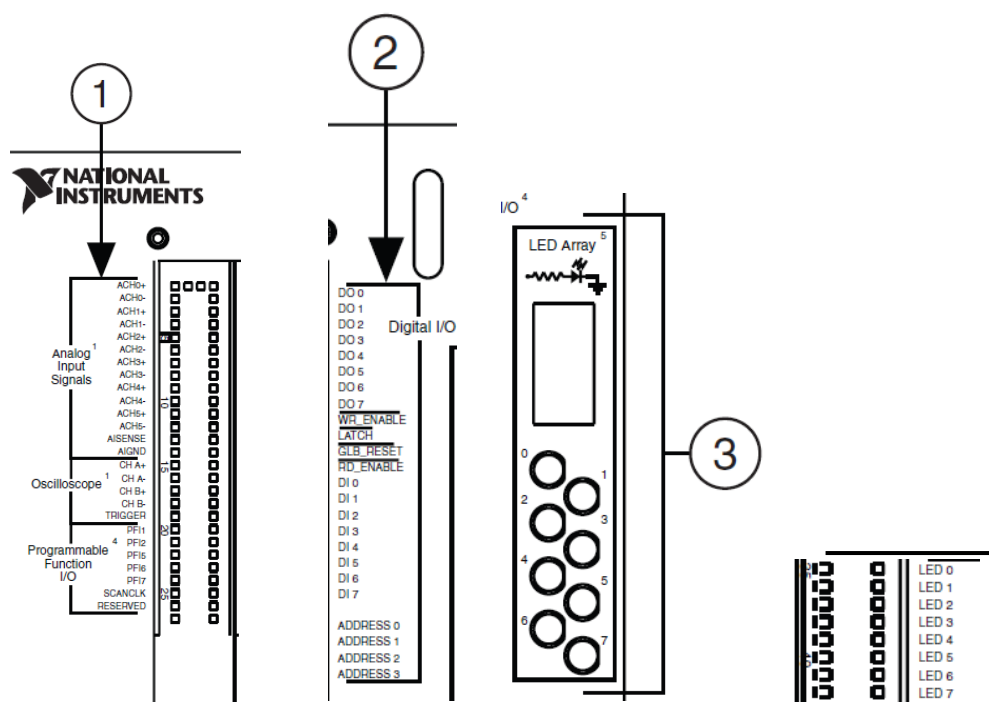
A. Platine d'essai NI-ELVIS :

L'ensemble de logiciels et de matériels d'instrumentation pour laboratoire NI ELVIS (Educational Laboratory Virtual Instrumentation Suite) est une plate-forme de mesure, de conception, de prototypage pour l'enseignement scientifique et technique. NI ELVIS se compose de 12 instruments LabVIEW virtuels : *oscilloscope, multimètre numérique isolé 5 chiffres 1/2, générateur de fonctions, générateur de signaux arbitraire, analyseur de signaux dynamique, alimentation variable, traceur de bode, analyseur courant-tension 2 fils, analyseur courant-tension 3 fils, analyseur d'impédance, entrées/Sorties numériques, d'un matériel d'acquisition de données multifonction* et d'un poste de travail doté d'une carte de prototypage. Cet ensemble fournit une suite complète d'instruments prêts-à-l'emploi logicielle et matérielle.

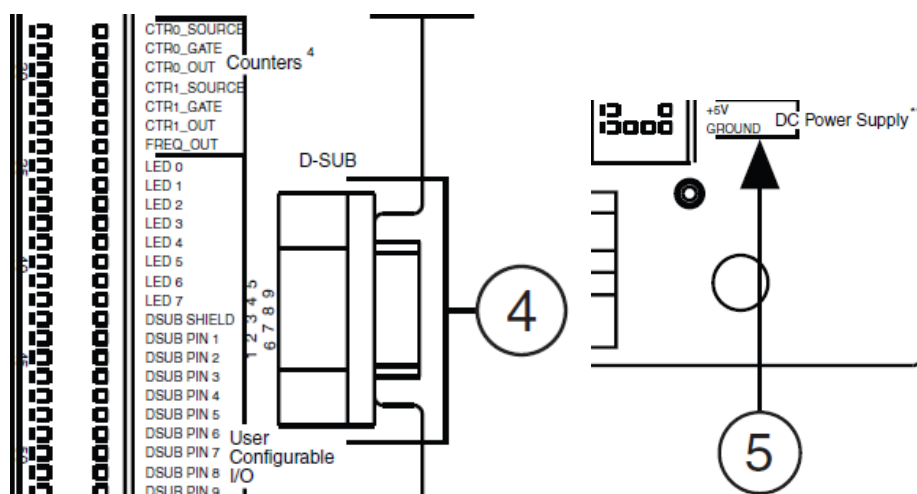


1. Description matérielle :

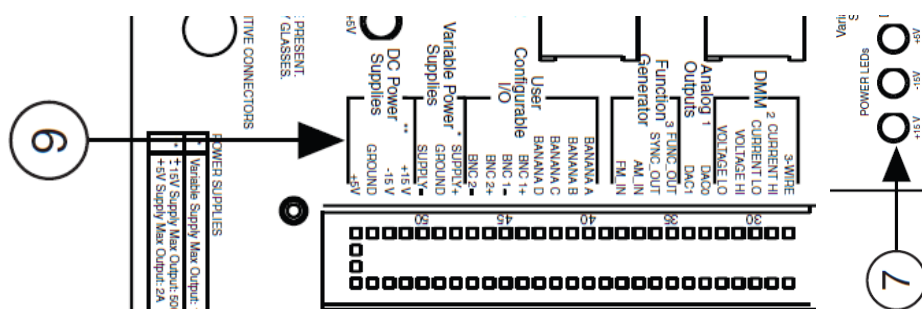


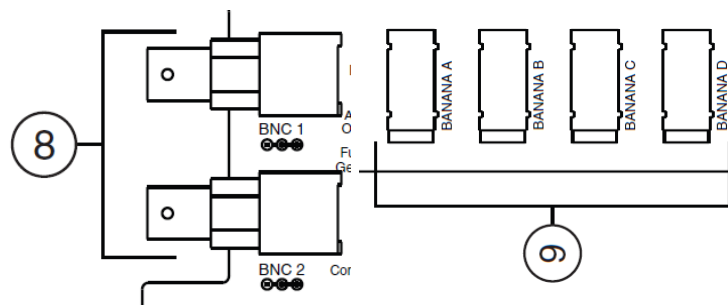


1. Entrée analogique (AI, oscilloscope):
2. Entrées-sorties numérique (Function I/O Signal Rows):
3. LED affichage de niveau de tension numérique (DIO Signal Rows):



4. Connecteur DB9 (D-SUB Connector), entrées-sorties comptage temporelle configurables (Counter/Timer, User-Configurable I/O):
5. Alimentation 5 Volt DC (Power Supply Signal Rows):





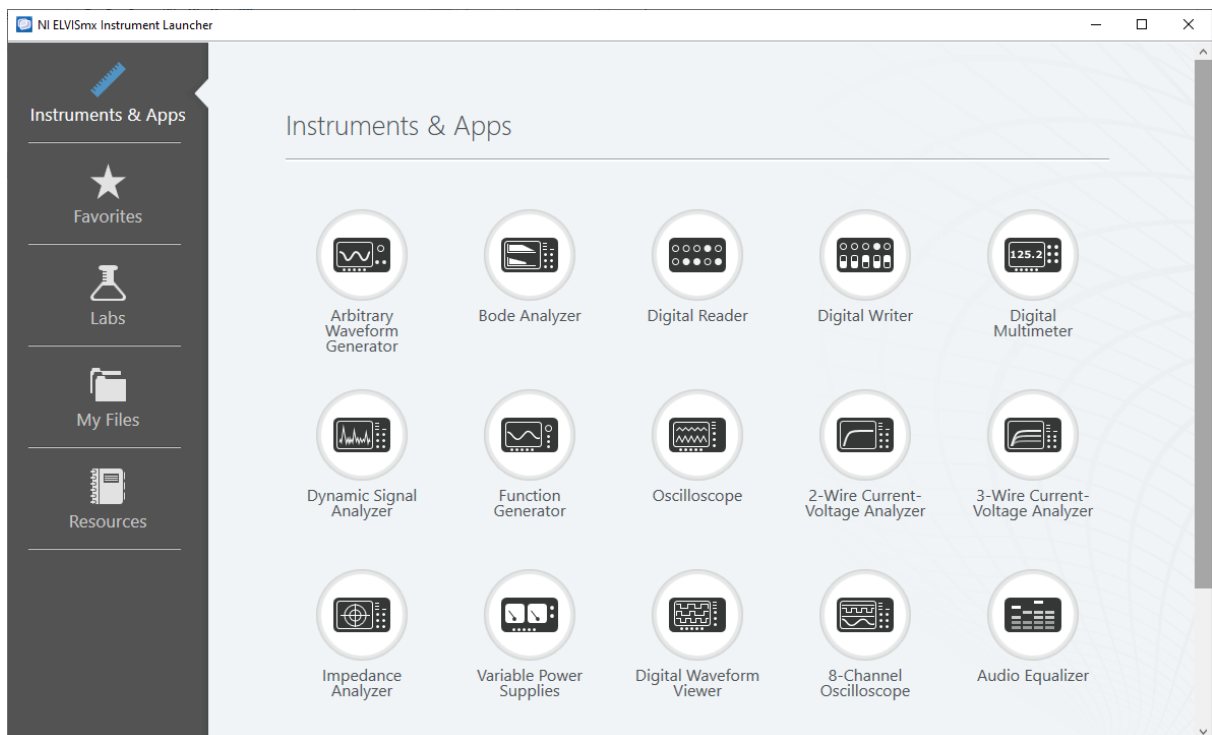
6. Multimètre numérique (DMM), sortie analogique (AO), générateur de fonction (Function Generator), entrées-sorties de déclenchement configurables (User-Configurable I/O), alimentation DC réglable (Variable Power Supplies), et fixe +5, -15 +15 Volt (Power Supplies Signal Rows).
7. Indicateur de mise sous tension (Power LEDs).
8. Connecteurs BNC (BNC Connectors) :
9. Connecteurs bananes (Banana Jack Connectors) :

2. Environnement Logiciel :

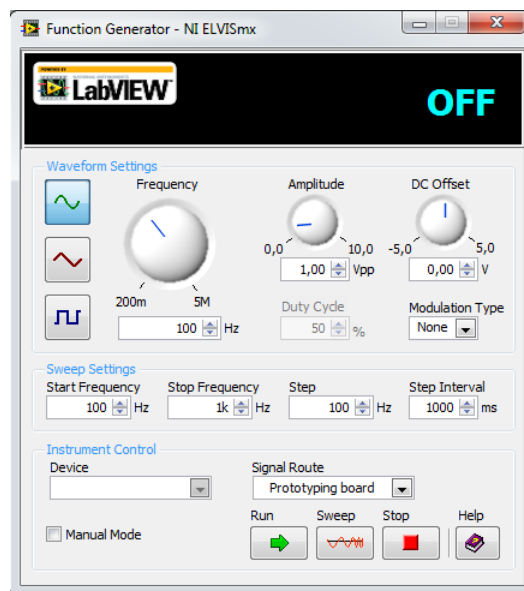
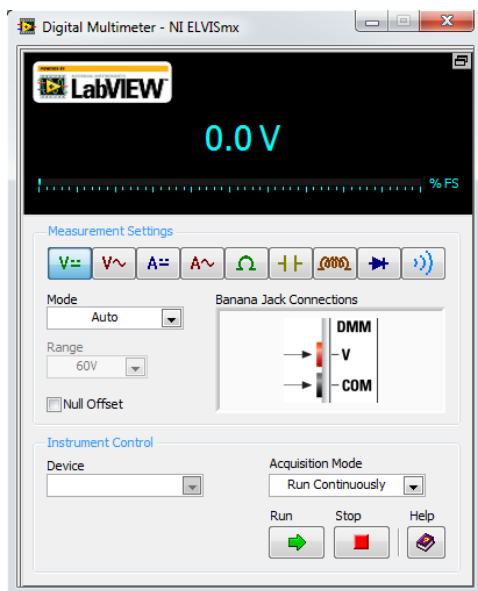
La particularité de la solution de tests NI-ELVIS est de proposer des instruments de mesures intégrés autour d'une plaque de prototypage avec la possibilité de les contrôler à partir de la barre de lancement « NI-ELVISmx Instrument Launcher », mais aussi par programmation à travers le langage de programmation graphique Labview.

Barre de lancement « NI-ELVISmx Instrument Launcher » :

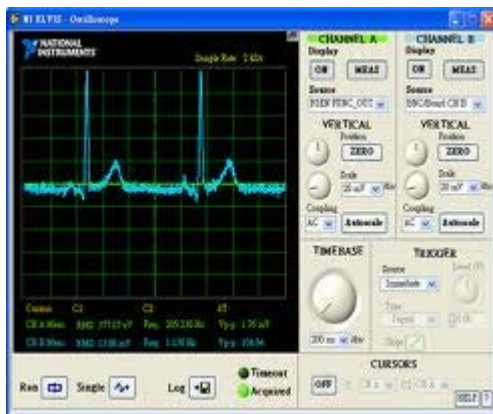
La barre de lancement des instruments contient une large palette d'instrument de mesures directement exploitable à partir du PC.



On citera les instruments les plus couramment utilisés.



- Le multimètre numérique multifonction :
- Le générateur de fonction :



- L'oscilloscope :
- L'analyseur de Bode :



- L'analyseur de spectre (Digital Signal Analyser -DSA):

II. Conception d'un filtre passe-bas:

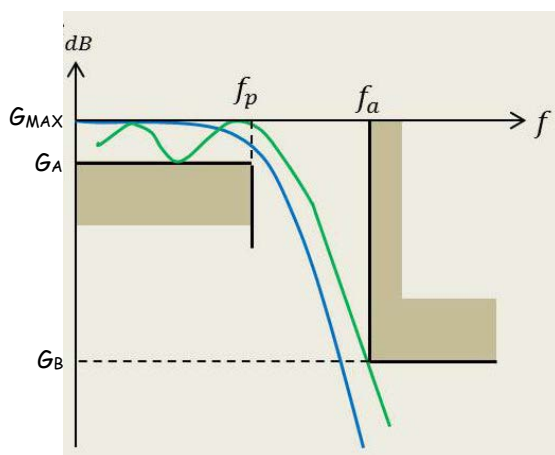
B. Cahier des charges :

1. Objectifs :

On souhaite mettre en œuvre un filtre capable de réduire le niveau de bruit d'un signal ECG. On choisit un filtre passe-bas qui va transmettre la bande de fréquence utile du signal ECG en basse fréquence et atténuer le bruit situé dans les fréquences les plus hautes.

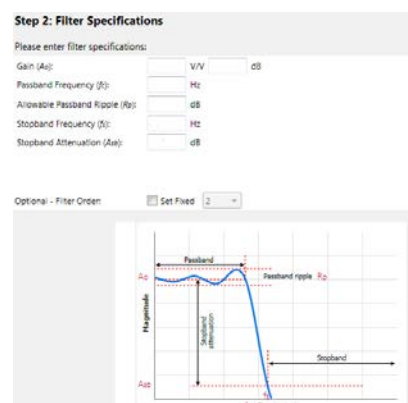
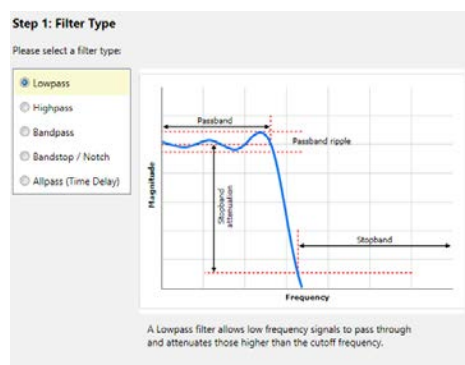
Rem : Un bruit blanc est un processus aléatoire dans lequel la densité spectrale est la même pour toutes les fréquences. Il est présent sur toute l'étendue du spectre du signal à filtrer par analogie avec la lumière blanche qui contient toutes les fréquences lumineuses avec la même intensité.

2. Le Gabarit et FilterPro:



A partir du cahier des charges, on fixe les grandeurs suivantes : $f_p=40\text{Hz}$, $f_a=400\text{Hz}$, $G_{\text{MAX}}=14\text{dB}$, $G_A=13\text{dB}$ et $G_B=-45\text{dB}$.

On utilise le logiciel « FilterPro » de chez Texas Instrument pour concevoir le filtre. Pour cela, on utilise l'assistant au moment du lancement et on suit les différentes étapes en intégrant les contraintes du cahier des charges jusqu'à l'obtention d'un schéma de montage avec des valeurs de composants que l'on imposera avec une tolérance de 10%.



III. Etude du filtre passe bas:

C. Etude en régime sinusoïdal:

On analyse la réponse $v_{\text{OUT}}(t)$ à une tension $v_{\text{IN}}(t)$ sinusoïdale.

1. Etude qualitative :

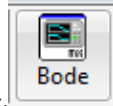
On souhaite réaliser le montage à partir des valeurs des composants disponibles.

- Rechercher la documentation constructeur de l'amplificateur opérationnel TL082 ainsi que son brochage.
 - Réaliser le montage sur la platine NI Elvis.
 - Raccorder les appareils de mesures permettant d'observer l'évolution des tensions d'entrée et de sortie.
- On utilisera les outils de la barre de lancement NI Elvis.

- Observer à l'oscilloscope les évolutions de $v_{OUT}(t)$ par rapport à $v_{IN}(t)$ quand la fréquence varie dans une large plage de fréquences. Vérifier de façon qualitative le bon fonctionnement du montage et localiser le domaine de fréquences qu'il semble utile d'étudier.

2. Etude quantitative :

On souhaite automatiser le relevé des diagrammes de gain et de phase du filtre ci-dessus. Dans un premier



temps, on utilise l'outil « Bode Analyser ».

- Paramétrer l'instrument de mesure pour faire vos relevés avec un maximum de précision.
- Faire une copie d'écran et la placer les points remarquables sur les diagrammes.

3. Exploitations des mesures et vérifications :

A partir de vos relevés, comparer à vos mesures et la courbe théorique de G et φ_{u_s/u_e} . Pour $f=f_c$, effectuer la mesure de G et φ_{u_s/u_e} avec l'oscilloscope. Conclure.

D. Action d'un filtre passe bas sur un signal périodique:

On analyse la réponse $u_s(t)$ du montage à une tension carrée variant entre -1V et +3V et de fréquence 200Hz.

On donne la décomposition en série de FOURIER de v_e signal carré:

$$v_e(t) = 1 + \frac{8}{\pi} \left[\sin \omega t + \frac{1}{3} \sin 3\omega t + \frac{1}{5} \sin 5\omega t + \dots \right].$$

- Comparer les signaux d'entrée et de sortie.
- Que deviennent les différentes composantes du signal $u_e(t)$?
- Relever et comparer le spectre des tensions d'entrée et de sortie. On peut utiliser la fonction FFT.
- Vérifier, la conformité des mesures en vous aidant de la courbe de gain précédente. Conclure.

E. Application - cas d'un signal ECG :

Dans un premier temps, on étudie le spectre d'un signal ECG de fréquence 1Hz. On utilise la sortie analogique A00 piloter par l'application Labview ECG_simul-simpleAO.vi.

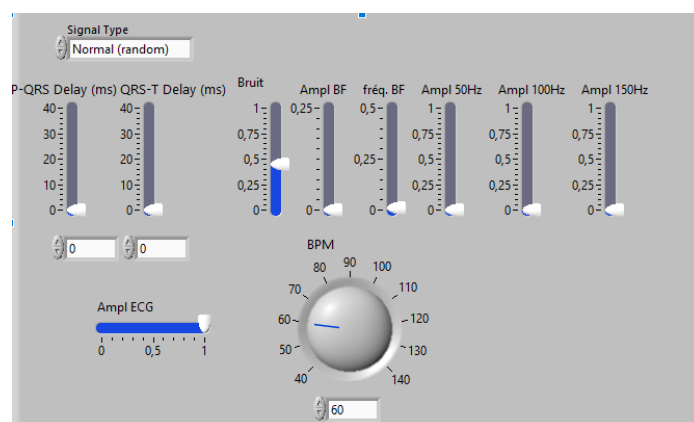


Figure 1: Interface de l'application ECG_Simul-simpleGPIB.vi

- A partir du spectre du signal ECG « parfait » (à relever), estimer la bande de fréquence significative ou utile.

On souhaite utiliser le montage afin de filtrer le signal E.C.G bruité ci-dessous issu d'un dispositif de mesure (ECG_simul-simpleAO.vi).

- Générer un fichier ECG bruité et envoyer le signal sur la sortie BNC du générateur à la fréquence de 1Hz.

- Relever le spectre du signal et noter les évolutions par rapport à un signal propre.
- Appliquer le signal bruité au filtre précédent (montage 1) et relever les évolutions du signal d'un point de vue temporel puis fréquentiel en comparant les signaux d'entrée et de sortie. Analyser vos résultats.

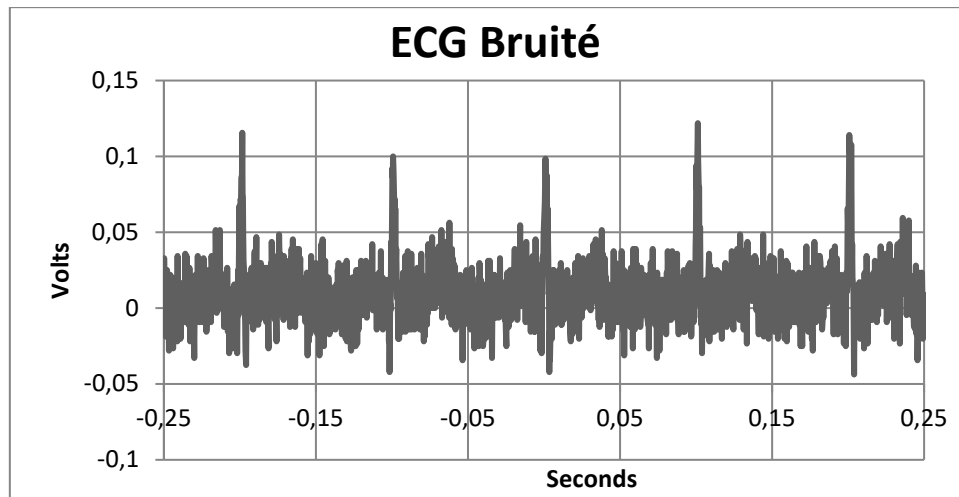


Figure 2: Signal ECG bruité

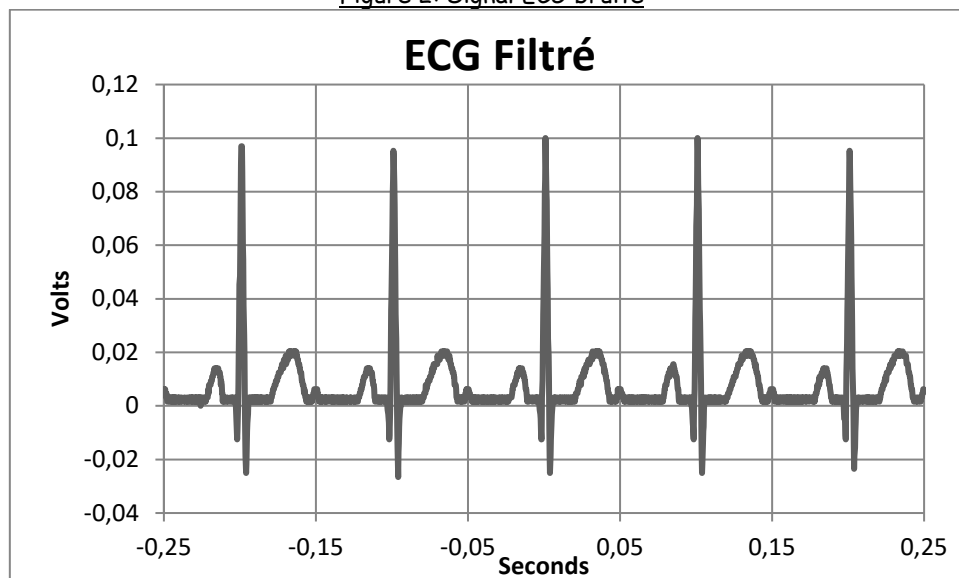


Figure 3: Signal ECG filtré

REDACTION D'UN COMPTE-RENDU DE TP :

Le compte-rendu doit être rédigé en version numérique.

I. Pensez à rédiger une petite introduction.

On peut se poser les questions suivantes :

- Quel est l'objectif du TP ?
- Quel est l'intérêt du TP ?
- Quelles sont les notions que l'on va aborder lors de ce TP
- Quelle méthode va être utilisée pour mettre en valeur ces notions ?

II. Corps du compte-rendu

- Tout au long de votre rapport, veillez à ce que la mise en page, soit aérée, propre et attrayante.
- Respectez la numérotation des questions ainsi que les notations du protocole. Si nécessaire, définissez soigneusement vos notations sur des schémas. Attention à la lisibilité de votre écriture.
- Citez les figures dans vos commentaires.
- Vos figures devront comporter :
 - le nom des axes
 - les unités pour chaque axe
 - une échelle pour chaque axe
 - une légende
 - un titre
- Vos résultats littéraux devront respecter les notations de l'énoncé
- Vos résultats numériques devront être présentés :
 - en notation scientifique
 - avec une indication d'incertitude et/ou les erreurs par rapport à la théorie
 - avec, le cas échéant, une unité convenable

III. Conclusion

- Commentez et analysez vos résultats :
 - Vérification de la validité du résultat : Le résultat est-il cohérent ? Le comparer avec une référence (théorie ou autre mesure)
 - explication du « phénomène physique »
 - Dans le cas de 2 mesures similaires : où a-t-on les meilleures performances ?
- Eventuellement, ouvrez des perspectives :
 - Que peut-on proposer pour aller plus loin ?
 - Bilan sur la notion étudiée