

Université Paris-Sud

Licence et magistère de physique fondamentale

PROJETS EXPÉRIMENTAUX DE PHYSIQUE

Exercices d'initiation à la prise de données

<http://hebergement.u-psud.fr/projets>



Exercices d'initiation à la prise de données avec la carte interne National Instrument PCI 6221

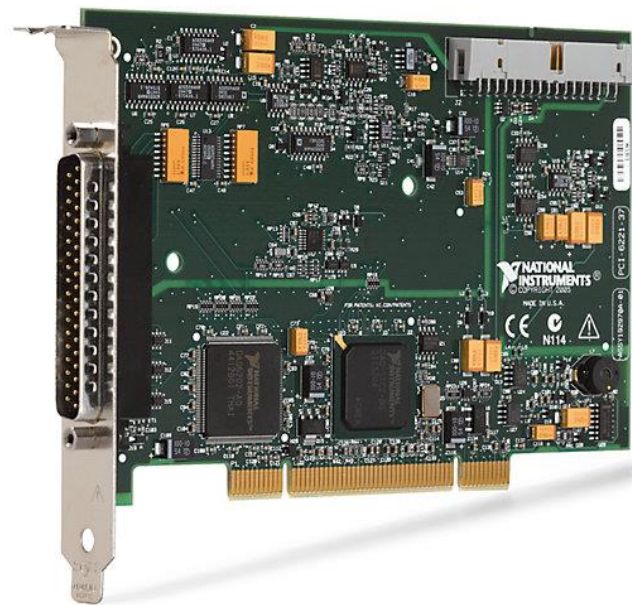




Table des matières

I.	Mesure d’une tension avec la carte d’acquisition	3
1.	Branchements au bornier.....	3
2.	Acquisition avec Labview	4
II.	Limitations observées lors d’une mesure de tension.....	5
1.	Gain	5
2.	Taux (ou Fréquence) d’échantillonnage.....	5
3.	Timeout (s).....	6
III.	Optimisation d’une mesure de tension : lissage du bruit	7
1.	Visualisation et caractérisation et du bruit blanc d’une source de tension.....	7
2.	Etude du bruit blanc avec une mesure moyennée	7
IV.	Mesures moyennes et simultanées sur plusieurs voies du bornier	8

Pour bien comprendre le fonctionnement de la carte NI PCI 6221, il est important de faire tous les exercices présentés ci-dessous. Il est tout à fait normal que tout ce travail prenne plusieurs heures.

Il est également très important, à partir de maintenant, de prendre des notes et de tenir, un cahier de manip dans lequel vous inscrirez tout ce qui vous semble important (valeurs typiques et signification des différents paramètres, valeurs typiques mesurées, branchements, etc...). Mieux vaut avoir trop de notes que pas assez. Ce cahier ne nous est pas destiné, il est pour vous. Vous serez très content de le ressortir, lorsque vous en aurez besoin dans quelques semaines, pour les séances S5 à S9.



I. Mesure d’une tension avec la carte d’acquisition

1. Branchements au bornier

La carte d’acquisition à votre disposition est notamment configurée pour faire des mesures de tensions dites différentielles (voir § 2.1.1 du poly *Manuel d’initiation à la prise de données*).

Pour toutes les configurations suivantes, indiquez s’il y a un problème de branchement, et, dans le cas où le branchement est correct, indiquez les valeurs mesurées par les différentes voies.

Attention : il est bien important de comprendre que la masse est déjà définie dans la carte d’acquisition !

	<p>Problèmes :</p> <p>Voie 0 =</p> <p>Voie 1 =</p>
	<p>Problèmes :</p> <p>Voie 0 =</p> <p>Voie 1 =</p>
	<p>Problèmes :</p> <p>Voie 0 =</p> <p>Voie 1 =</p>
	<p>Problèmes :</p> <p>Voie 0 =</p> <p>Voie 1 =</p>



	<p>Problèmes :</p> <p>Voie 0 =</p> <p>Voie 1 =</p>
	<p>Problèmes :</p> <p>Voie 0 =</p> <p>Voie 1 =</p>
	<p>Problèmes :</p> <p>Voie 0 =</p> <p>Voie 1 =</p>
	<p>Problèmes :</p> <p>Voie 0 =</p> <p>Voie 1 =</p>

2. Acquisition avec Labview

- Dans la bibliothèque d'exemples fournie (*Demo carte PCI.11b* dans Samba2), ouvrez **Acquisition Simple.vi** et essayez-le pour mesurer, sur la voie #1 (voir § 2.1.2 du *poly Manuel d'initiation à la prise de données*), la tension délivrée par un potentiomètre alimenté par une tension continue de 5 V (la numérotation des voies démarre à 0).

Les mesures que vous venez de faire ont été réalisées pour un nombre d'échantillons de 1000 et pour un taux d'échantillonnage de 10000 (Hz). Le « *nombre d'échantillons* » représente le nombre de mesures demandées et le « *taux d'échantillonnage* » (ou fréquence d'échantillonnage) représente la fréquence à laquelle vous avez réalisé les différentes mesures. L'inverse du taux d'échantillonnage donne le temps séparant 2 mesures.

- Activez ensuite plusieurs autres voies pour mesurer simultanément la tension sur plusieurs d'entre elles (vous pouvez aller jusqu'à 8). Vous remarquerez alors que le tableau affiche les valeurs de tensions par colonne pour chacune des voies mesurées, alors que le graphique ne trace la tension que de la voie dont le n° a été choisi dans « *n° de la colonne résultat à tracer* ». Attention, la première colonne du tableau correspond au n° 0.



Rmq : les tensions mesurées aux bornes des voies sur lesquelles aucune tension physique n'est connectée, peuvent prendre n'importe quelle valeur et notamment la valeur de tension d'une des voies connectées à un signal réel.

- Ouvrez le diagramme de ce VI, analysez-le et comprenez le fonctionnement de ce programme.

II. Limitations observées lors d'une mesure de tension

Vous allez tester, dans cette partie, les limites d'une acquisition, provenant de la carte d'acquisition elle-même, qui transforme un signal analogique en signal numérique. Pour cela, vous allez faire varier les différents paramètres modifiables du VI précédent.

1. Gain

- Réglez le potentiomètre pour qu'il délivre une tension de quelques Volts. Mesurez la tension aux bornes du potentiomètre avec la carte, sur la voie #1, avec un gain de 1 (+/- 5 V) et zoomez sur les données jusqu'à observer des sauts quantifiés de la tension. Quel est le pas en tension de ces sauts ? À quoi sont-ils dus ? En déduire la gamme dynamique de la carte, c'est-à-dire le nombre de bits utilisés par la carte pour la digitalisation.
- Réglez maintenant le potentiomètre pour qu'il délivre une tension inférieure à 200 mV et mesurez cette tension avec les différents gains proposés, du plus grand gain 25 (+/- 0.2 V) au plus petit gain 0.5 (+/- 10 V). Déterminez le pas en tension (changez le format de l'échelle verticale si nécessaire) et observez son évolution avec le gain. Pour chaque valeur du gain, la valeur du pas est-elle cohérente avec le nombre de bits sur lequel code la carte ?
- Réglez maintenant le potentiomètre pour qu'il délivre une tension un peu supérieure à 1 V et mesurez cette tension avec les différents gains proposés, du plus grand gain 25 (+/- 0.2 V) au plus petit gain 0.5 (+/- 10 V). Que constatez-vous ? Conclure sur la valeur du gain la mieux adaptée pour n'importe quelle valeur de la tension que l'on mesure.

2. Taux (ou Fréquence) d'échantillonnage

- Désactivez toutes les voies pour ne garder que la mesure sur la voie #1. Augmentez progressivement le taux d'échantillonnage. Y a-t-il une valeur limite ? Si oui laquelle ? Quel temps minimum entre 2 mesures est-il possible de spécifier à cette carte ?
- Activez une voie supplémentaire et refaire les mesures précédentes. Quelle est la nouvelle limite du taux d'échantillonnage ?
- Que se passet-il quand N voies sont activées ? Quelle est la nouvelle valeur du taux d'échantillonnage limite ?



Vous allez, maintenant, simuler un bruit extérieur parasite provenant des différents appareils environnants en fonctionnement avec une tension sinusoïdale de fréquence 50Hz. Vous allez constater l'importance de la valeur de la fréquence d'échantillonnage pour bien caractériser ce signal parasite périodique.

- Désactivez toutes les voies pour ne garder que la mesure sur la voie #1. Prenez un générateur de fréquence et générez une tension sinusoïdale à la fréquence de 50 Hz avec une amplitude crête-à-crête de 100 mV. Observez cette tension sinusoïdale sur la voie#1 de la carte avec un taux d'échantillonnage de 1 KHz en ayant pris soin de mettre le gain le mieux adapté. Qu'observez-vous ? Pouvez-vous caractériser le bruit du générateur de tension ? Est-il mesurable ?
- Quel signal obtenez-vous sur la carte si vous faites varier le taux d'échantillonnage typiquement de 1 KHz à 1 Hz ? Regardez plus précisément le signal mesuré à 25, 49, 50, 51 et 100 Hz. Interprétez ces résultats. A partir de quelle fréquence d'échantillonnage, la fréquence mesurée du signal est-elle correcte ?
- Même question que la précédente avec un signal délivré par le générateur ayant une fréquence 1, 10 et 100 kHz.
- Y-a-t-il un lien entre la fréquence d'échantillonnage minimum donnant la bonne valeur de la fréquence réelle du signal et la valeur réelle de cette fréquence ? Connaissez-vous le nom du théorème qui illustre la relation précédemment trouvée ?

3. *Timeout (s)*

- Reprenez le potentiomètre et fixez une valeur de la fréquence d'échantillonnage de 10 kHz. Augmenter progressivement le « *nombre d'échantillons* » jusqu'à ce que le programme renvoie un signal d'erreur. Pour quelle valeur du « *nombre d'échantillons* » ce message apparaît-il ?
- Quel temps met la carte pour acquérir le « *nombre d'échantillons* » sur la mesure de tension ? Ce temps est-il supérieur au « *timeout* » ?

Rmq : L'erreur envoyée par Labview est liée à valeur du « *time-out* » qui correspond au temps que ne doit pas dépasser la carte pour faire la totalité des mesures qui lui sont demandées. Cette limitation n'est pas due à la carte, mais au programme, qui permet de limiter le temps de la mesure.

- Choisissez alors une nouvelle valeur du « *time-out* » cohérente avec les mêmes valeurs de taux d'échantillonnage et de nombre d'échantillons que précédemment et vérifiez que tout se passe, cette fois-ci, correctement : la mesure totale prend alors plus de temps.



III. Optimisation d'une mesure de tension : lissage du bruit

Vous allez, dans cette partie, observer le bruit blanc de la source de tension (= potentiomètre) et voir l'effet d'une moyenne sur ce bruit. On montre ainsi que l'on peut mesurer des tensions avec une précision meilleure que le pas de digitalisation.

1. Visualisation et caractérisation et du bruit blanc d'une source de tension

- Réglez le potentiomètre pour qu'il délivre une tension de quelques mV. Adaptez le gain pour avoir la meilleure précision et mesurez la tension aux bornes du potentiomètre avec la carte, sur la voie #1 pour les paramètres initiaux de « *nombres d'échantillons* » (1000) et « *taux d'échantillonnage* » (10 KHz). Donnez l'ordre de grandeur du bruit de la source qui alimente le potentiomètre pour une tension de quelques mV.
- Pourquoi ce bruit est-il qualifié de blanc ? Que faudrait-il faire comme calcul pour prouver que ce bruit est bien blanc ?
- Réglez le potentiomètre pour qu'il délivre maintenant une tension de un peu moins d'1 V puis de quelques V. Adaptez le gain et mesurez les tensions. Donnez les nouvelles valeurs du bruit de la source qui alimente le potentiomètre pour les 2 valeurs tensions précédentes.
- Le bruit de la source est-il constant ? Qu'observeriez-vous si ce bruit était inférieur au pas de digitalisation de la carte ?

2. Etude du bruit blanc avec une mesure moyennée

- Dans la bibliothèque d'exemples fournie (*Demo carte PCI.llb* dans Samba2), ouvrez le panneau avant de *Mesure PCI.vi* ainsi que son diagramme. Comparez avec le diagramme de *Acquisition Simple.vi*, visualisez les différences entre les 2 programmes et comprenez son fonctionnement. Pourquoi, d'après vous, a-t-on rajouté les nouveaux éléments dans *Mesure PCI.vi* ?
- Testez son fonctionnement en mesurant la tension du potentiomètre avec les paramètres par défaut du programme *Mesure PCI.vi* (le gain ayant été adapté à la valeur de la tension). Que sont devenus les pas de digitalisations observés avec *Acquisition Simple.vi* ?
- Mesurez la tension aux bornes du potentiomètre pour une tension de quelques mV en choisissant le gain le mieux adapté et affichez plusieurs moyennes avec le programme *Mesure PCI.vi*. Observez l'amplitude du bruit des moyennes et notez qualitativement, dans un premier temps, comment ce bruit évolue avec le « *nombre d'échantillons* » en laissant tous les autres paramètres identiques.
- On va maintenant essayer de quantifier précisément cet effet. Pour cela, sauvegardez d'abord le programme *Mesure PCI.vi* sous le nouveau nom *Mesure Bruit.vi*. Modifiez le ensuite de manière à déterminer automatiquement l'écart type d'un grand nombre de moyennes. Evaluer cet écart type des moyennes pour différents « *nombres d'échantillons* » par mesure, pour un nombre de moyennes à peu près équivalent. Tracez



la variation de l'écart type des moyennes avec le « *nombre d'échantillons* ». Quelle loi mathématique suit cet écart type ? Est-ce surprenant ?

Rmq : Le fait de moyenner diminue l'écart type des moyennes et permet donc d'obtenir une meilleure précision sur la mesure.

Rmq : Le résultat que vous avez obtenu précédemment est visible seulement si le bruit de la source de tension est le même pour différentes gamme de temps d'exploration. En effet, quand on augmente le nombre d'échantillons par moyenne en gardant le même taux d'échantillonnage, la durée de la mesure augmente et donc le temps pendant lequel on sonde le signal.

IV. Mesures moyennes et simultanées sur plusieurs voies du bornier

Vous allez, dans cette dernière partie, écrire un programme qui servira de base à celui que vous devrez réaliser dans les mini-projets "Seebeck" ou "Semi-conducteurs" lors de la prochaine séance de TP. Pour cela, vous allez transformer le programme *MesurePCI.vi* de manière à lire simultanément 2 tensions mesurées au bornier de la carte d'acquisition.

- En vous basant sur le programme *Mesure PCI.vi* ainsi que sur les programmes précédemment fournis, réalisez un nouveau programme que vous appellerez *Mesure2voies.vi* qui permet de tracer en temps réel, un *Graph XY* représentant une voie mesurée en fonction d'une autre.
- Modifiez votre programme *Mesure2voies.vi* pour que les résultats de mesures des deux voies (X et Y) s'enregistrent en colonne dans un fichier.

V. Pour aller plus loin.....

- Ecrire un programme qui simule un signal sinusoïdal à 350 Hz d'amplitude 5 V (crête-à-crête), auquel se rajoute un bruit aléatoire à haute fréquence d'amplitude contrôlable et un signal sinusoïdal de 50 Hz d'amplitude également contrôlable. Enregistrez votre signal dans un fichier texte. Sauver ce programme sous le nom *SimuleBruit.vi*.
- Utilisez un filtre (*Functions, Signal Processing, Filters*) pour supprimer le signal à 50 Hz et le bruit aléatoire à haute fréquence. Comparer graphiquement le signal originel non bruité et le signal réel filtré. Enregistrez votre signal filtré dans un fichier texte. Sauver le programme sous le nom *UtilisationFiltre.vi*.