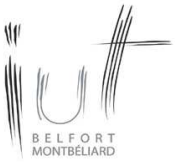


Stéphane BUHLER
Julien MATIVET

LabVIEW 7.1

IUT BELFORT MONTBELIARD
Licence Professionnelle VEGA

Travaux Pratiques

Edition : V9

Initiation LabVIEW 7.1 (Licence Professionnelle VEGA)

1. Présentation – généralités *3*

2. La programmation sous LabVIEW *4*

2.1. Fonctionnement 4

2.2. Palettes Fonctions et Commandes 5

2.3. La palette d'outil 10

2.4. Exécution des programmes 11

3. TP1 Création d'un V.I. *12*

3.1. Exercice 1 (calcul simple) : 12

3.2. Exercice 2 (boucle WHILE) : 13

3.3. Exercice 3 (boucle FOR) : 14

3.4. Exercice 4 (Registres à décalages) : 14

3.5. Exercice 6 (boite de calcul) : 15

3.6. Exercice 5 (Structure CASE) : 16

4. TP2 Acquisition et traitement numérique du signal *18*

4.1. Présentation d'une carte d'acquisition 18

4.2. Exercice 1 (Acquisition) : 18

4.3. Exercice 2 (DAQ Assistant) : 22

4.4. Exercice 3 (Traitement numérique des données) : 23

4.5. Exercice 4 (Acquisition multi voies) : 24

5. TP3 Réalisations de projets *25*

5.1. Projet N°1 : Dé électronique 25

5.2. Projet N°2 : Outil de contrôle CEM 25

6. ANNEXE *27*

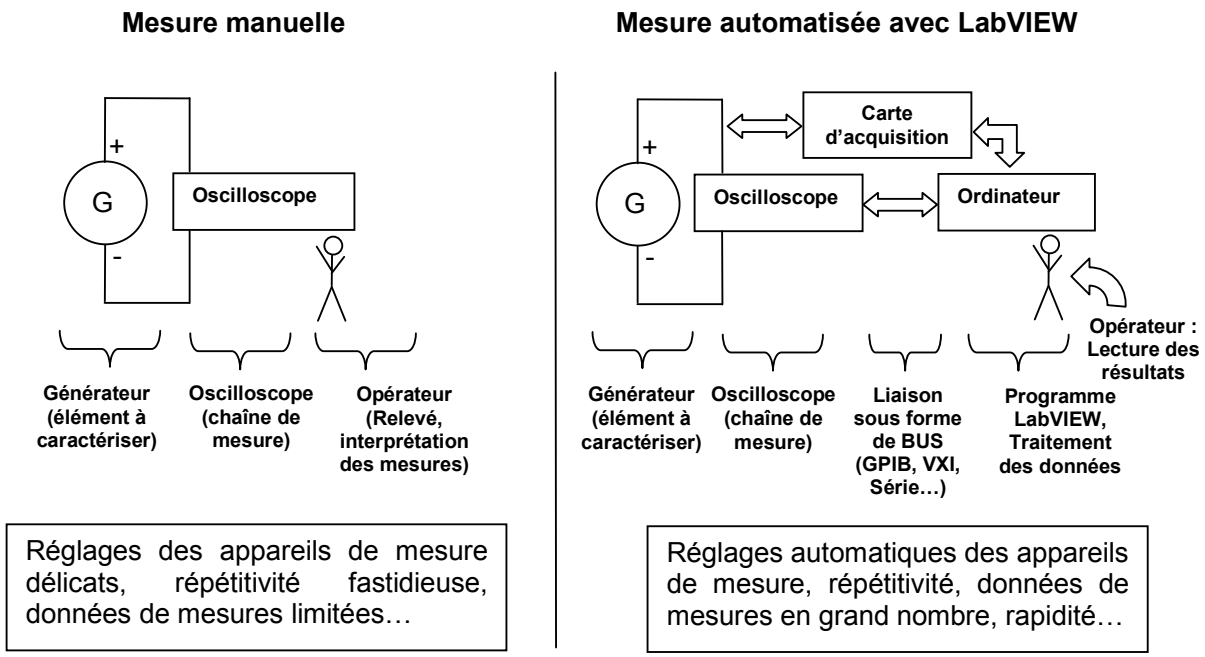
6.1. Carte d'acquisition 6024E et 6221 27

6.2. Théorème de Shannon 38

1. Présentation – généralités

LabVIEW (**Lab**oratory **V**irtual **I**nstrument **E**ngineering **W**orkbenche = Environnement de développement pour instruments virtuels de laboratoire) est un logiciel crée par la société NATIONAL INSTRUMENT en fin des années 1980.

Ce logiciel permet d'automatiser les chaînes de mesures ou d'acquisitions, de traiter les données, ou de gérer des processus. La figure suivante présente les avantages que LabVIEW apporte pour une mesure faite à l'oscilloscope :



Réglages des appareils de mesure délicats, répétitivité fastidieuse, données de mesures limitées…

Réglages automatiques des appareils de mesure, répétitivité, données de mesures en grand nombre, rapidité…

LabVIEW est différent des applications de programmation classiques textuelles puisqu'il utilise un langage Graphique constitués de « Boîtes » (constituant les fonctions) reliées entre elles par des « Fils » (constituant les données). Ce langage orienté objet porte le nom de LANGAGE G. Un langage objet :

- Ne se contente pas des relations linéaires procédurales classiques.
- Utilise des objets indépendants qui coopèrent entre eux.

Le principal avantage de ce langage est de pouvoir développer des applications complexes sans connaissances approfondies de l'informatique.

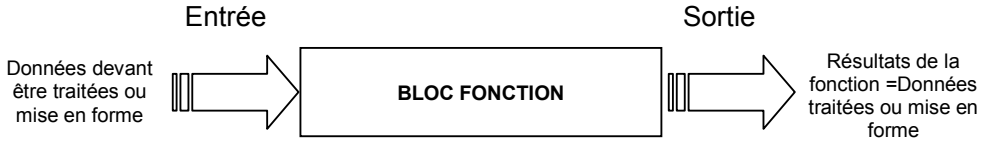
2. La programmation sous LabVIEW

2.1. Fonctionnement

Comme nous venons de le voir, LabVIEW permet de faire de l'acquisition de signaux ou de piloter des appareils de mesure (oscilloscope, voltmètre, alimentation …) à distance via l'utilisation de bus spécifiques comme les bus GPIB, VXI ou série. Les données ainsi récupérées peuvent être soumises à des calculs, stockées dans des fichiers ou affichées directement sous forme de graphes à l'écran.

Les programmes réalisés sous LabVIEW sont appelés V.I. (Virtual Instrument = Instruments Virtuels). De même, les sous programmes appelés par un programme principal porteront le nom de sous-V.I.

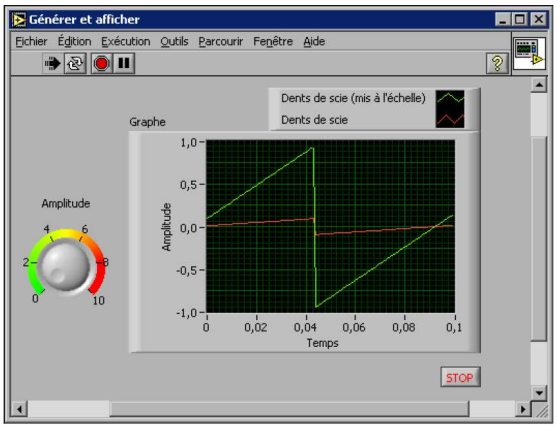
Les V.I. sont créés simplement de façon graphique en posant des blocs de fonctions sur la fenêtre de travail. On relie ensuite ces blocs entre eux par des fils représentant les flux de données. Les données arrivent toujours sur un bloc fonction par la droite et les résultats sortent sur la gauche :



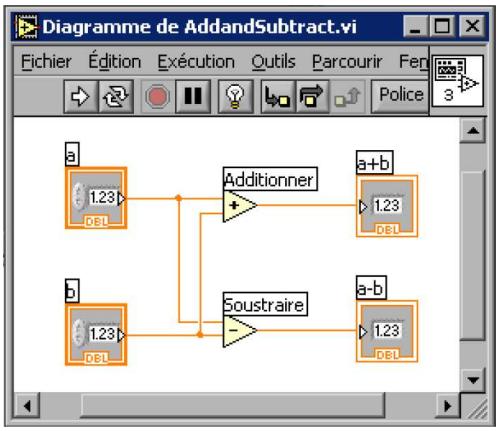
La programmation sous LabVIEW se fait par l'intermédiaire de deux fenêtres :

➔ **Le diagramme** : fenêtre de travail sur laquelle va être réalisé le programme par association de blocs de fonctions**.**

➔ **La Face-avant :** fenêtre permettant à l'utilisateur de commander et de visualiser l'exécution du programme à travers des boutons, des menus de sélection, des graphes, des indicateurs, etc.



Face-avant



Diagramme

2.2. Palettes Fonctions et Commandes

Les blocs graphiques composant les programmes sous LabVIEW sont répartis dans deux boîtes à outils. La première, appelée **Palette de Fonctions**, comporte tous les traitements de données et est accessible uniquement sur la fenêtre **Diagramme**. Elle est en fait dédiée à la rédaction du programme. La seconde palette, appelée **Palette de Commandes**, contient des boutons, des afficheurs et des graphes et permet à l'utilisateur de rentrer des paramètres ou d'observer des résultats pendant l'exécution du programme. Celle-ci n'est accessible que depuis la fenêtre **Face-avant**.

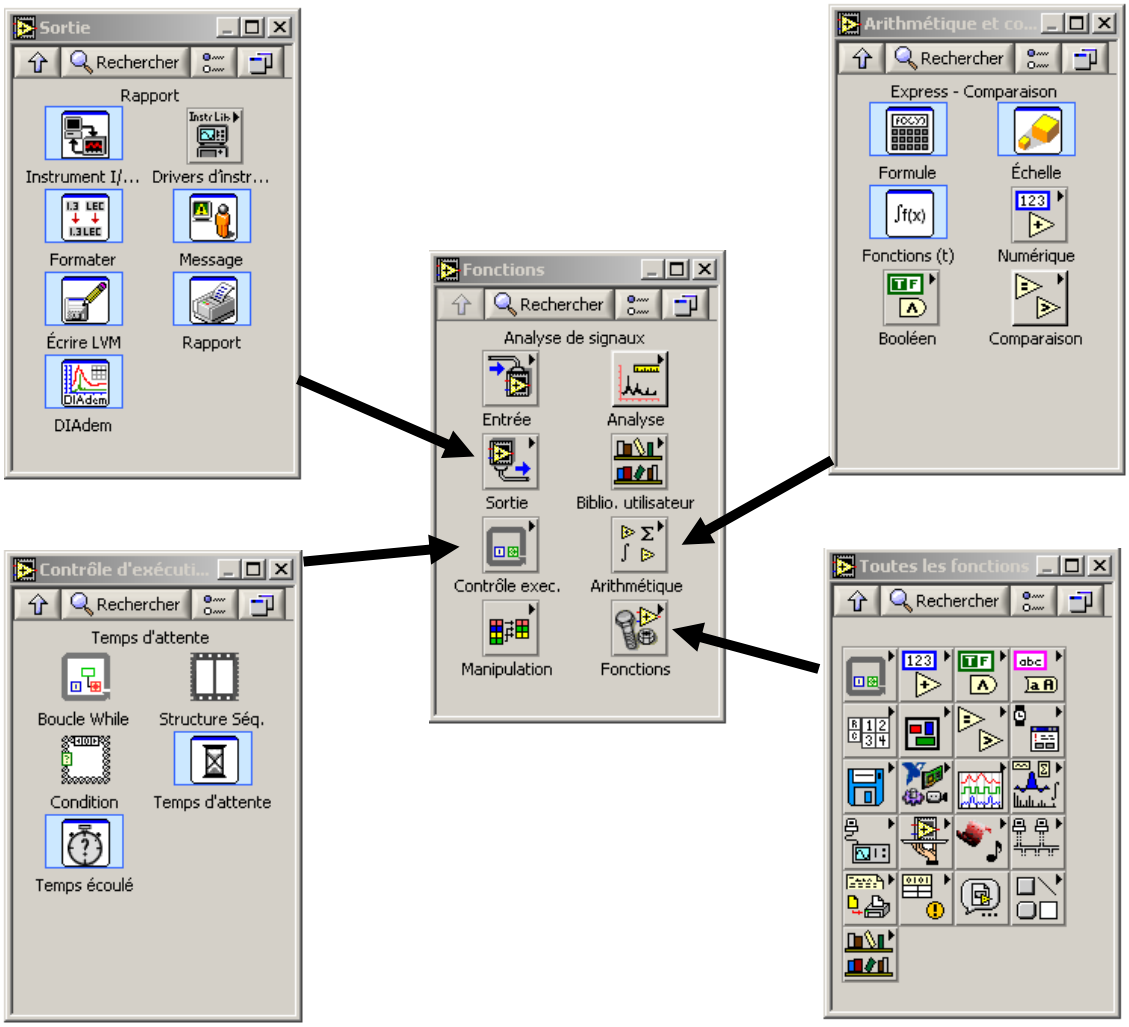
Remarque : Si les palettes n'apparaissent pas à l'écran, il faut aller dans le menu **Fenêtres** et choisir **Palette de fonctions** ou **Palette de commandes**. Ces palettes peuvent également être obtenues à partir d'un clic droit de la souris.

Pour utiliser un bloc fonction ou une commande graphique, il suffit de cliquer sur le bloc désiré dans une palette puis de placer le curseur de la souris à l'endroit ou on veut placer le bloc dans la fenêtre de travail concernée. Un second clic de souris dépose le bloc à l'endroit où se trouve le curseur de la souris.

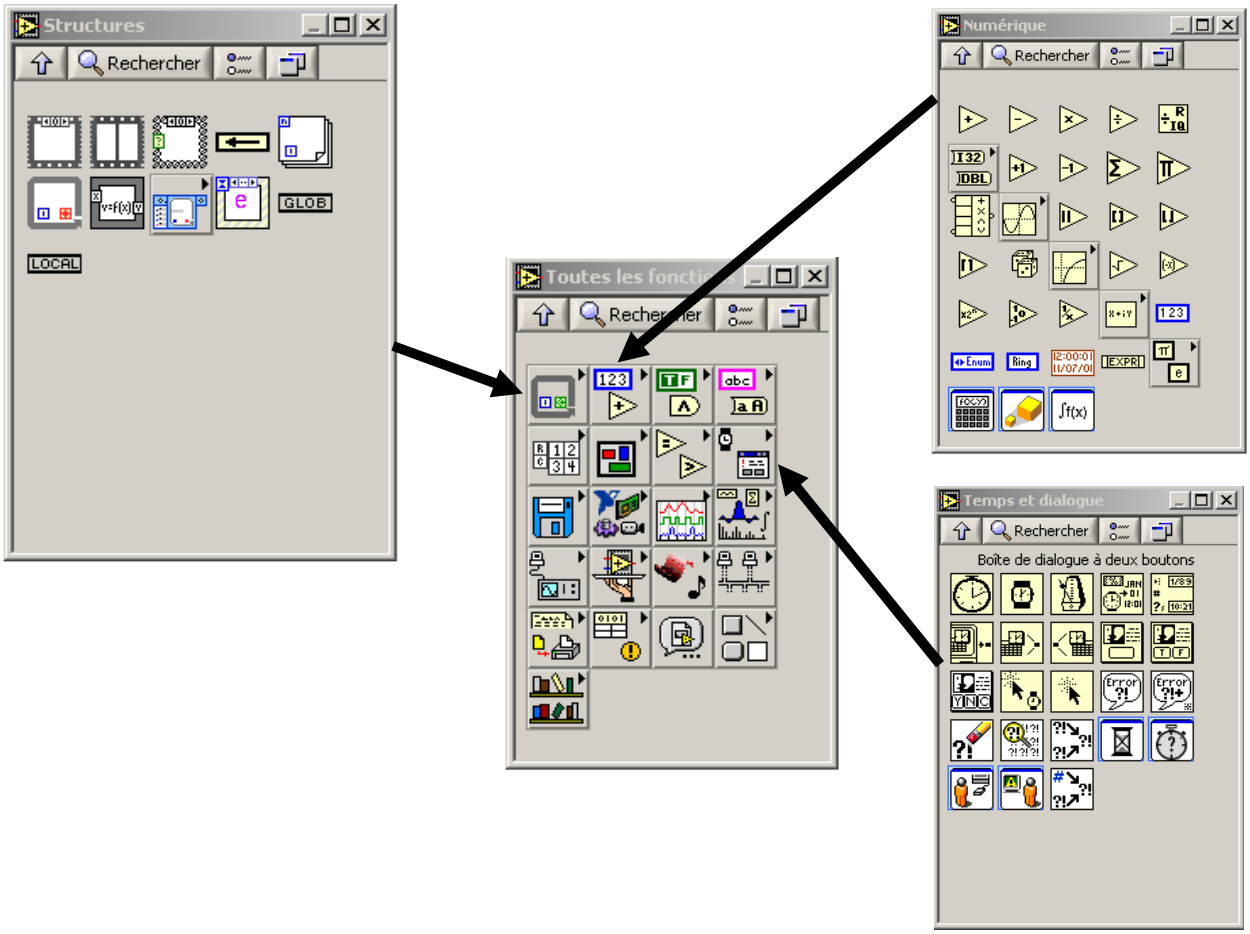
Remarque : Vous pouvez obtenir l'aide en ligne sur un bloc en effectuant un clic droit sur celui-ci. Celle-ci peut se révéler très utile si vous ne savez pas comment utiliser un bloc fonction.

Les figures suivantes présentent les deux palettes et quelques uns de leurs menus.

Quelques sous menus de la palette Fonctions

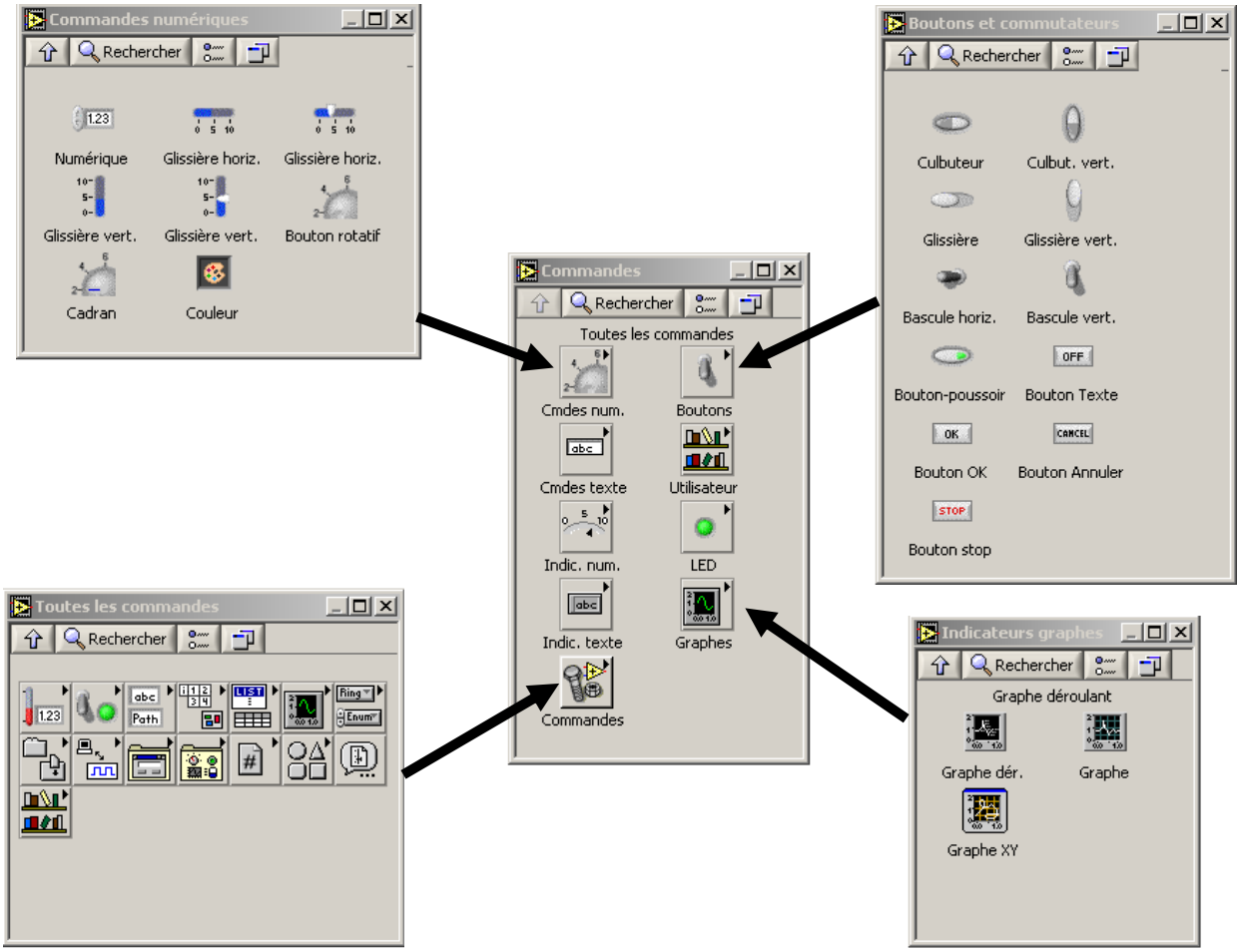


Toutes les Fonctions

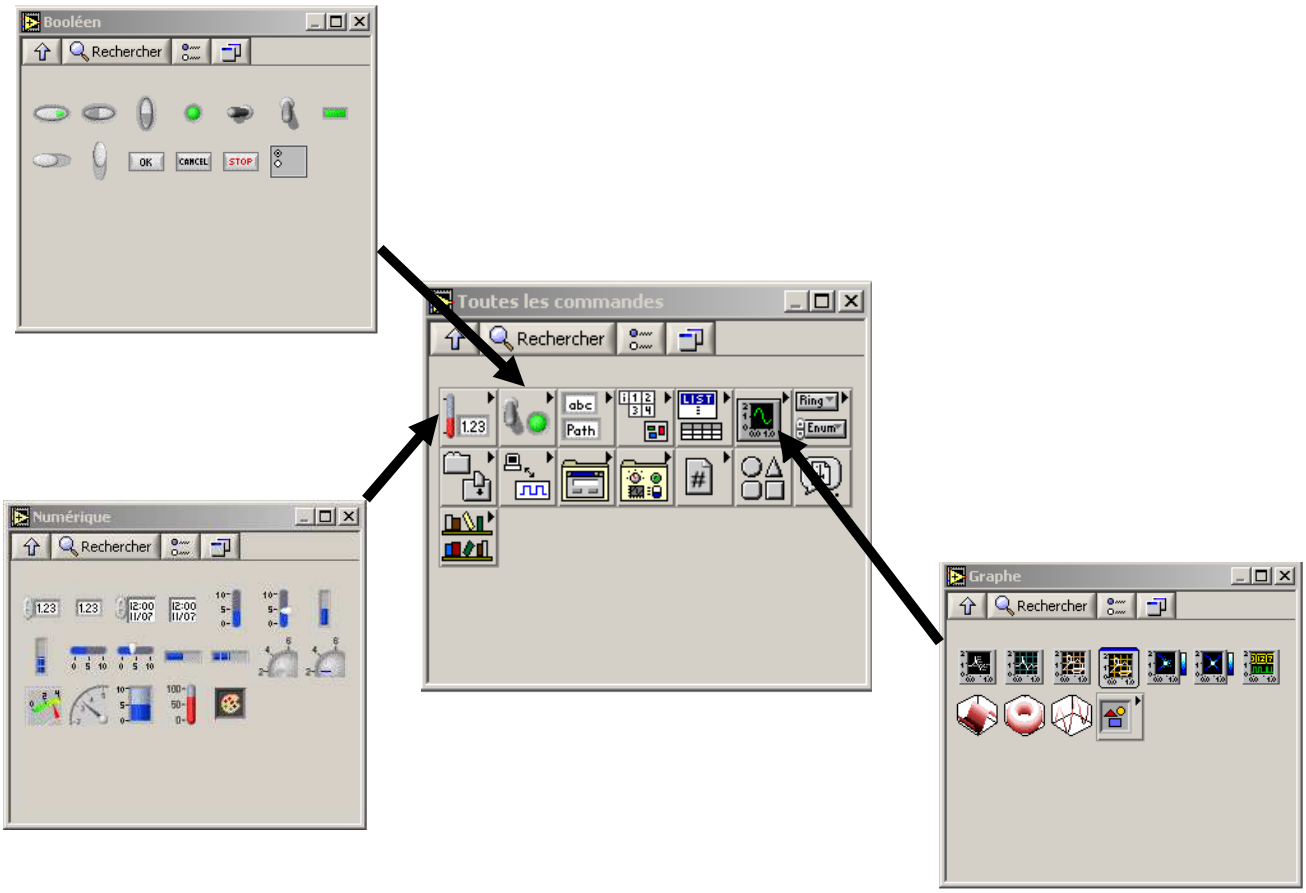


Remarque : Cette palette de fonctions est celle que vous retrouvez par défaut dans les précédentes versions de LabVIEW.

Quelques sous menus de la palette Commandes



Toutes les commandes



Remarque : Cette palette de commandes est celle que vous retrouvez par défaut dans les précédentes versions de LabVIEW.

2.3. *La palette d'outil*

La **Palette d'outils** est disponible sur la **Face-avant** et sur le **Diagramme**. Le curseur de la souris prend l'apparence de l'icône de l'outil sélectionné sur la palette.

Remarque : Si la palette d'outils n'apparaît pas à l'écran, sélectionnez le menu **Fenêtre\Palette d'outils**. Vous pouvez aussi appuyer sur la touche <Majuscule> du clavier et cliquer avec le bouton droit pour afficher une version temporaire de la palette d'outils à l'emplacement du curseur.

Sélection automatique de l'outil → Si la sélection automatique de l'outil est activée et que vous déplacez le curseur sur les objets de la Face-avant ou du diagramme, LabVIEW sélectionne automatiquement l'outil correspondant dans la palette d'outils. Vous pouvez désactiver la sélection automatique de l'outil et sélectionner un outil manuellement.

L'outil Doigt → Change la valeur d'une commande ou sélectionne le texte à l'intérieur d'une commande.

L'outil Flèche → Positionne, redimensionne et sélectionne des objets.

Texte → Crée des étiquettes libres, des sous-titres et édite des étiquettes existantes et des sous-titres existants.

Bobine → Relie des objets entre eux sur le diagramme.

Menu local de l'objet → Ouvre le menu local d'un objet (équivalent à un clic droit de la souris).

Main → Permet de faire défiler la fenêtre sans utiliser les barres de défilement.

Point d'arrêt → Définit un point d'arrêt sur un VI, une fonction, un noeud, un fil de liaison ou une structure pour mettre en pause l'exécution à cet endroit.

Sonde → Crée une sonde sur les fils de liaison pour vérifier les valeurs intermédiaires dans un VI.

Pipette → Copie les couleurs à coller avec l'outil Pinceau.

Pinceau → Définit les couleurs de premier plan et d'arrière-plan.

2.4. *Exécution des programmes*

Un V.I. sous LabVIEW peut être exécuté grâce aux icônes suivantes (celle-ci se trouvent dans la barre de tâches supérieure du diagramme et de la Face-avant) :

Exécuter → Exécute un VI. Vous pouvez exécuter un VI si le bouton Exécuter apparaît sous la forme d'une flèche blanche pleine (représentée ici).

VI est en cours d'exécution → Le bouton Exécuter apparaît comme indiqué à gauche si un VI principal est en cours d'exécution.

Sous-VI en cours d'exécution → Si le VI en cours d'exécution est un sous-VI, le bouton Exécuter apparaît comme indiqué à gauche.

Exécuter brisé → Le VI que vous éditez contient des erreurs ou vous n'avez pas câblé toutes les entrées/sorties. Votre VI ne sera donc pas exécuté. Toutefois, un clic sur cette flèche vous donnera la liste des erreurs contenues dans le VI.

Exécuter en continu → Exécute le VI jusqu'à ce que vous abandonniez ou interrompiez l'exécution.

Abandonner l'exécution → Abandonne l'exécution du VI de niveau principal.

Pause → Stop momentanément ou reprend l'exécution du VI. Lorsque vous cliquez sur le bouton Pause, LabVIEW affiche en surbrillance, sur le diagramme, l'emplacement où vous avez interrompu l'exécution. Cliquez une nouvelle fois sur ce bouton pour continuer l'exécution du VI. Le bouton Pause apparaît en rouge lorsque l'exécution est suspendue.

Animer → Affiche une animation de l'exécution du diagramme lorsque vous cliquez sur le bouton Exécuter. On peut alors observer l'ensemble des flux de données sur les fils de liaisons. Toutefois, cette option ralentit l'exécution du programme.

Exécuter de façon détaillée → Exécute le VI en détaillant les boucles et les sous VI.

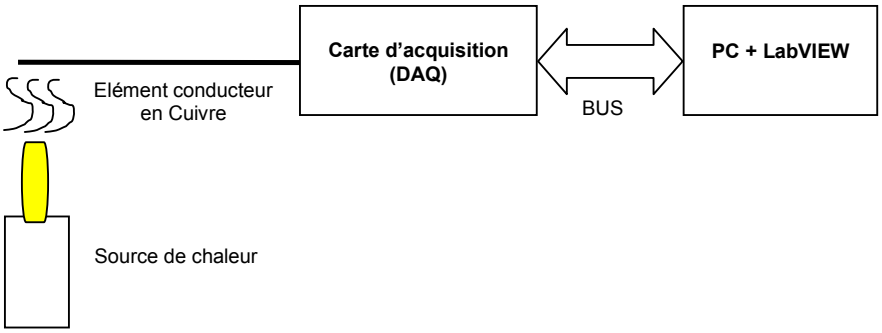
Exécuter de façon semi détaillée → Exécute le VI sans détailler les boucles et les sous VI.

Sortir → Permet de sortir d'une boucle ou d'un sous VI.

3. TP1 Création d'un V.I.

3.1. Exercice 1 (calcul simple) :

On considère la chaîne de mesure suivante permettant de mesurer les variations d'un élément conducteur en cuivre :



La résistance R de l'élément conducteur en cuivre est donnée par la relation suivante :

R= Ro.(1+α.T) **avec :**
- **R :** résistance de l'élément de cuivre
- **Ro :** Résistance du cuivre à 0°C, soit **Ro=48 Ω**
- **α :** Coefficient de température, soit **$\alpha=4.10^{-3}$**

Q1? : Créez un VI sous LabVIEW calculant le comportement de l'élément en cuivre en fonction de la température (simulée ici par un nombre aléatoire entre 1 et 10).

Pour cela vous pouvez utiliser les blocs fonction suivants (**Fonctions/Numérique**) :

Multiplicateur : effectue la multiplication des entrées x et y

Générateur aléatoire : fournit au hasard un nombre compris entre 0 et 1

Additionneur : effectue l'addition des entrées x et y

Constante : fournit une valeur constante

Q2? : Affichez sur le diagramme les valeurs présentes sur quelques fils de données de votre programme grâce aux sondes de LabVIEW.

Sonde : affiche les données lors de l'exécution du VI

Q3? : Afficher le résultat de la mesure sur la fenêtre « FACE-AVANT » à l'aide d'un thermomètre et d'un indicateur type Vumètre (palette de commandes).

Q4? : Visualisez le flux total de données à l'aide de l'outil « Animer ».

Les éléments du diagramme ont une couleur différente suivant leurs types afin d'être immédiatement identifiables :

Nombres : orange (réels) ou bleu (entiers).
Booléens : vert.
Chaînes de caractères : rose.

Les fils de câblage suivent ce même code de couleur et leur largeur dépend du format de la donnée qu'ils véhiculent (trait fin pour un élément simple, gras pour un tableau 1D, double pour un tableau 2D,…). De la même façon, le cadre extérieur des icônes est en trait gras ou fin, selon que celles-ci représentent des contrôles ou des indicateurs.

La programmation sous LabVIEW nécessite souvent de répéter une action ou un traitement de données. Comme pour un langage textuel, le nombre de répétitions est limité par une condition, sinon le programme tournerait en boucle à l'infini.

Les exercices suivants vous permettront de comprendre les différents mécanismes utilisés sous LabVIEW pour faire répéter ou « boucler » une partie d'un programme.

3.2. Exercice 2 (boucle WHILE) :

La première structure que nous allons décrire ici est la **boucle WHILE** (répéter tant que). Elle permet de répéter le diagramme qu'elle contient tant que sa condition d'arrêt n'est pas validée.

Le symbole de la boucle « WHILE » sous LabVIEW est le suivant :

Attention : La validation de la condition d'arrêt est effectué par un état booléen « Faux » (ou False).

Boucle While

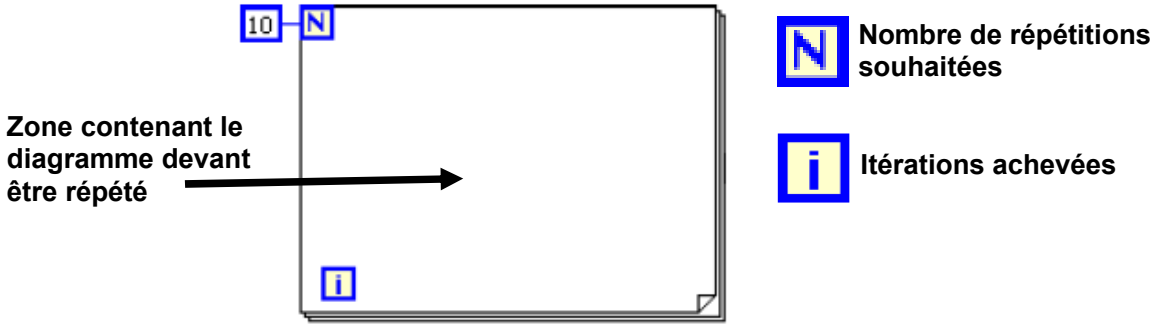
Q? : Utiliser une boucle WHILE pour réaliser un VI qui affiche un nombre aléatoire toutes les secondes. La condition d'arrêt du programme sera donnée par un bouton poussoir « STOP » placé sur la Face-avant.

Remarque : L'attente d'une seconde peut être réalisée avec le bloc « Wait » suivant :

3.3. Exercice 3 (boucle FOR) :

La seconde structure présentée ici est la **boucle FOR** (répéter N fois). Elle permet de répéter le diagramme qu'elle contient un certain nombre de fois.

Le symbole de la boucle « FOR » sous LabVIEW est le suivant :



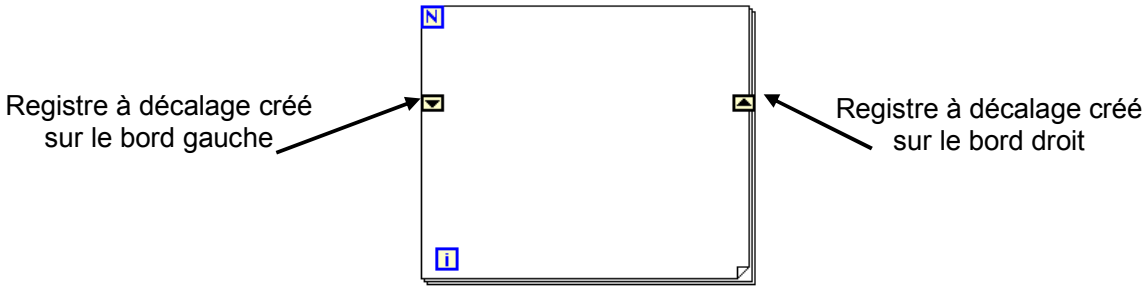
Boucle FOR

Q1? : Utiliser la structure FOR pour réaliser un VI qui affiche toutes les 100ms. un point de calcul de la courbe sin(x)/x. Le programme devra s'arrêter au bout de 50 répétitions. Visualiser les données à l'aide d'un graphe déroulant à l'intérieur de la boucle et d'un graphe à l'extérieur de la boucle (les échelles des amplitudes devant être comprises entre –0.25 et +1).

Q2? : Quelles sont les différences entre ces deux graphes ? Pourquoi le trait orange (réels) en sortie de boucle est il épais ?

3.4. Exercice 4 (Registres à décalages) :

Les boucles **WHILE** ou **FOR** disposent de registres à décalages qui permettent de mémoriser des données afin de les utiliser ultérieurement lors de l'exécution de la boucle. Pour créer un registre à décalage, il suffit de faire un clic droit sur un des bords (gauche ou droit) de la boucle et de sélectionner **Ajouter un registre à décalage**. Le résultat est alors le suivant :



Pour utiliser les registres, on commence par relier une constante à l'extérieur de la boucle sur le registre de gauche, cette constante sera la valeur initiale du registre lors de la première itération. On connecte ensuite à l'intérieur de la boucle les blocs de calculs désirés sur le registre de gauche, la sortie de ce calcul sera connectée sur le registre de droite. Lors de l'exécution de la boucle, la valeur du registre de gauche est traitée par les blocs de calculs, puis le résultats arrive sur le registre de droite. A l'itération suivante de la boucle, le résultat contenu dans le registre de droite remplace la valeur initiale du registre de gauche.

Pour chaque répétition de la boucle, le registre de gauche permettra donc de récupérer le résultat obtenu à l'itération précédente. Vous avez la possibilité de disposer de plusieurs registres à décalage sur une même boucle pour mémoriser des variables différentes. De plus, il est possible de mémoriser plusieurs valeurs antérieures d'un registre en cliquant sur le registre de gauche et en choisissant l'option « ajouter un élément ». Cela a pour effet de coller des registres successifs en dessous du premier. Le registre le plus haut contiendra la valeur la plus récente, le registre le plus bas contiendra la valeur la plus ancienne.

Q1? : Utiliser la structure FOR possédant un registre à décalage pour effectuer et afficher le calcul factoriel d'un nombre N entré par l'opérateur en face avant. (Rappel 3!=3x2x1=6).

Q2? : Calculer de la même façon sur 5 itérations, l'équation récursive d'un filtre numérique ci-dessous :

$$Y_{(k)} = 2.Y_{(k-1)} + \frac{Y_{(k-2)}}{3} + 4.X_{(k)} + X_{(k-1)} + \frac{X_{(k-2)}}{2}$$

Les indices K, (K-1), (K-2) désignes respectivement les valeurs de X ou de Y aux itérations actuelle, précédente et antérieure de 2 itérations.

Il vous faudra deux registres à décalage différents : un registre pour les valeurs « X(k), X(k-1), X(k-2) » et un second registre pour les valeurs « Y(k-1), Y(k-2) ».

X étant une valeur réglable depuis la face avant, « Y » étant la valeur de sortie à afficher sur un graphe.

On fixera les valeurs initiales des registres à 0.

Q3? : Observer le flux de données à l'intérieur de la boucle (option « Animer »).

3.5. Exercice 6 (boite de calcul) :

La boite de calcul permet d'affectuer des calculs à l'aide d'expressions littérales définies à l'intérieur de la boite. Les sorties sont obtenues en se plaçant sur le bord droit de la boîte et en sélectionnant « Ajouter une sortie ». Un carré vide apparaît alors dans lequel l'opérateur doit définir le nom de la variable de sortie. Les entrées sont définies de la même façon sur le bord gauche de la boîte. Chaque expression se termine en fin de ligne par le caractère « ; ».

Q? : A l'aide d'une boucle For (sur 10 points) et d'une boite de calcul, tracer sur le même graphe, les deux courbes Y_1 et Y_2 définies ci-dessous (x étant la variable itération de la boucle) :

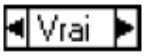
$$Y_1 = (X^2 + X + 1)/(X + 2) \quad \text{et} \quad \begin{array}{l} Y_2 = 1 \text{ si } X=0 \text{ ;} \\ Y_2 = 2 \text{ si } X=1 \text{ ;} \\ Y_2 = 3 \text{ si } X=4 \text{ ;} \end{array}$$

Les deux courbes pourront être tracées sur le même graphe grâce à l'objet « **Assembler** » disponible dans **Fonctions/Clusters/Construire un tableau de clusters**.

3.6. Exercice 5 (Structure CASE) :

Le but de cet exercice est de réaliser une sélection entre le calcul et l'affichage de deux types de signaux (carré ou sinus). L'opérateur doit disposer d'un interrupteur à deux positions (variable booléenne) afin de pouvoir choisir entre le premier ou le second signal. La structure « Case » présentée ici permet de réaliser cela.

Le symbole de la boucle « CASE » sous LabVIEW est le suivant :



Menu déroulant présentant les VI Vrai (True) et Faux (false)

Entrée booléenne choisissant le VI à exécuter entre la condition Vrai (True) et Faux (false)

Q? : Utiliser la structure CASE pour réaliser un VI qui permet de choisir une sélection entre l'affichage d'un signal carré ou sinusoïdal On utilisera pour cela les modules disponibles dans Fonctions/Analyse/Traitement du signal (utiliser l'aide en ligne si besoin).

Remarque : Les conditions appliquées à cette structure ne sont pas forcément booléennes (vrai ou faux) et peuvent être également du texte (attention alors au type de la variable de sélection).

4. TP2 Acquisition et traitement numérique du signal

La plupart des systèmes automatisés comporte au moins un élément de mesure transformant des grandeurs physiques issues d'un capteur (courant, tension, …) en données exploitables par un calculateur (nombres décimaux, binaires…). La transformation d'une mesure physique vers des données informatiques porte le non de numérisation du signal.

L'objet de cette séance de TP est d'utiliser LabVIEW pour piloter une carte d'acquisition et traiter les données ainsi obtenues.

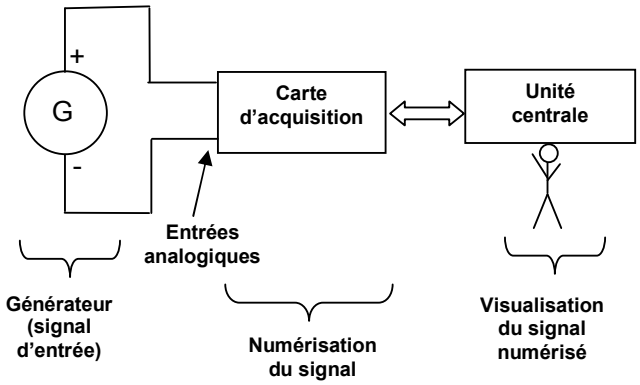
4.1. Présentation d'une carte d'acquisition

Chaque ordinateur est équipé d'une carte d'acquisition NATIONAL INSTRUMENT de type 6024E ou 6221 possédant des entrées et des sorties analogiques ainsi que des entrées et des sorties numériques.

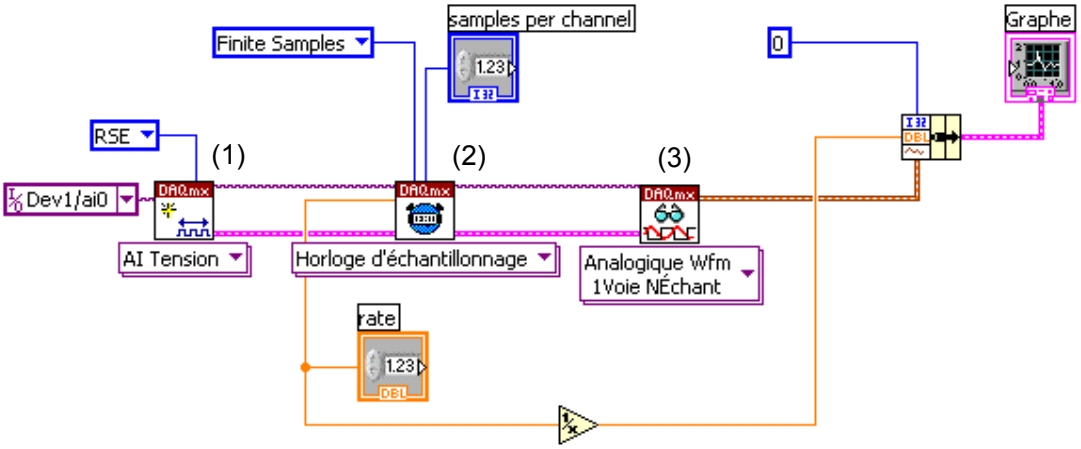
Les différentes entrées/sorties sont accessibles par un connecteur 68 broches ou 37 broches dont les schémas de câblage sont représentés en annexes. Les caractéristiques des cartes (fréquence d'échantillonnage, résolution du convertisseur analogique numérique,…) sont également fournies en annexes.

4.2. Exercice 1 (Acquisition) :

Cette première partie est destinée à numériser le signal issu d'un générateur basse fréquence afin de l'afficher à l'écran comme le ferait un oscilloscope. Nous considérerons donc le montage suivant :



Le signal du générateur basse fréquence sera envoyé sur une des entrées analogiques de la carte d'acquisition (par exemple l'entrée AI0 (cf. annexe pour les connexions des broches d'entrées et sorties)). Attention, l'amplitude de ce signal ne devra **pas excéder 10 Volts**. L'utilisation de la carte est possible grâce aux blocs fonction DAQmx de LabVIEW (**Fonctions/Mesures/DAQmx**). La représentation du diagramme d'acquisition est donnée en page suivante.



L'acquisition se fait en trois étapes :

BLOC (1) : Définition du type de mesure et des entrées utilisées.

La fonction DAQmx utilisée ici s'intitule **Créer une voie virtuelle**. Elle comporte un menu déroulant permettant de choisir le type de mesure qui sera effectuée (exemple **AI tension** pour la mesure d'une tension dans cet exercice). Les entrées employées ici pour l'acquisition seront :

Voies Physiques : sélection de l'entrée analogique utilisée sur la carte. LabVIEW propose de choisir ici une entrée parmi toutes les entrées (ou toutes les cartes d'acquisition) disponibles sur l'ordinateur. On choisira par exemple l'entrée AI0 de la carte 1 (Dev1).

Configuration du terminal d'entrée : définit le type de montage en entrée par rapport à la masse du système de mesure. Pour le TP, nous allons relier la masse du générateur de signaux à la masse du système de mesure de la carte d'acquisition. L'amplitude en tension sera donc mesurée par rapport à la masse de la carte, soit une mesure dite référencée (choisir le mode **RSE** : Referenced Single Ended). D'autre types de mesures sont également disponibles comme les mesures non référencées ou différentielles (pour le cas d'un thermocouple par exemple).

BLOC (2) : Définition des paramètres d'échantillonnage.

La fonction DAQmx utilisée ici s'intitule **Cadencement.** Elle comporte un menu déroulant permettant de choisir le type de déclenchement ou de synchronisation qui sera dans notre cas l' **Horloge d'échantillonnage**. On peut ainsi définir les paramètres échantillonnage d'entrée suivant :

Vitesse (Rate) : vitesse d'échantillonnage en Echantillons par seconde.

Echantillons par voie (Samples per channel) : Nombre total d'échantillons à acquérir.

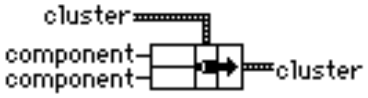
Nombre d'échantillons (Finite samples) : mode d'échantillonnage. Nous utiliserons ici le mode **Echantillons finis** qui permet de stopper l'acquisition au bout d'un certain nombre d'échantillons.

BLOC (3) : Lecture des données.

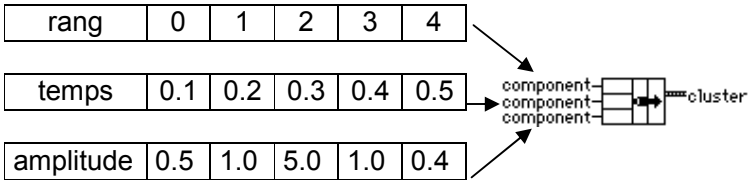
La fonction DAQmx utilisée ici s'intitule **Lire**. Nous choisirons le type de lecture suivant dans le menu déroulant : **Analogique/Voie unique/Echantillons multiples/Waveform.** Ceci permet d'obtenir des données sous forme de signal (Amplitude et numéro d'échantillon) sur la sortie **Données** du bloc.

Vous remarquerez que les trois blocs fonctions précédents sont reliés entre eux par des entrées/sorties dénommées **tâche/voie** et **erreur**. Lorsqu'on programme l'acquisition avec le bloc **Créer une voie virtuelle**, LabVIEW réalise une tâche sous l'environnement Windows. Tous les paramètres se rapportant à cette tâche sont alors présents sur la sortie **tâche/voie**. On doit donc relier cette sortie aux blocs suivants pour définir à quelle tâche s'applique le cadencement et la lecture. Les entrées/sorties dénommées **erreur** contiennent les informations sur les défauts d'exécution des blocs.

Afin de pouvoir représenter et afficher correctement le signal sur un graphe, il faut associer chaque amplitude du signal numérisé (sortie Waveform) à l'instant exact où l'échantillon a été prélevé (**Actual sample period** obtenu à partir de la vitesse d'échantillonnage). Le bloc « Cluster » permet de réaliser la correspondance entre ces amplitudes et ces instants d'échantillonnage (**Fonctions/Cluster/Assembler)** :



Les entrées « component » reçoivent les données destinés à être assemblés entre elles. L'association forme alors un unique tableau en sortie (cluster). Le schéma ci-dessous explique la fonction réalisée par le bloc :



rang	0	1	2	3	4
temps	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
amplitude	0.5	1.0	5.0	1.0	0.4

Trois tableaux indépendants

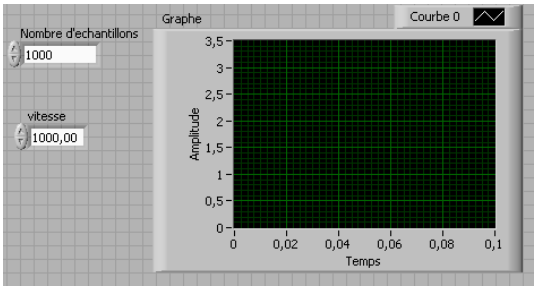
rang	0	1	2	3	4
temps	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
amplitude	0.5	1.0	5.0	1.0	0.4

Un seul tableau

Le tableau contenant le rang de l'échantillon, l'instant où il a été prélevé et son amplitude peut alors être envoyé sur un afficheur « Waveform Graph » qui tracera automatiquement le signal numérisé en respectant les échelles de temps et d'amplitude (la constante égale à 0 connectée à la partie supérieure du bloc cluster permet de définir la valeur initiale du tracé de points).

Réglez le générateur de signaux pour obtenir en sortie un signal sinusoïdal d'amplitude 5 Volts et de fréquence 10 Hz. Appliquez ce signal entre les entrées AI0 et AIGND de la carte d'acquisition.

Q1? : Réalisez un VI capable de lire et d'afficher, sous forme de graphe sur la Face-avant, le signal issu du GBF (voir exemple ci-dessous). Vous fixerez la vitesse d'échantillonnage à 1000 Hz et le nombre d'échantillons à 100 points. Connectez également au tableau de sortie (après le VI DAQmx « lire ») un module permettant de mesurer la fréquence du signal (Fonction/Analyse/Mesures sur Waveform/Extraire une information monofréquentielle).



Exécutez le VI. Qu'observez vous sur le graphe ? Justifiez le nombre de périodes obtenues.

→
→
→
→

Q2 ? : Que se passe-t-il si on augmente le nombre d'échantillons à 500 ?

→
→
→
→

Q3 ? : Fixez à nouveau le nombre d'échantillons à 20 points. Que se passe-t-il si on diminue la fréquence d'échantillonnage à 20 Hz ?

→
→
→
→

Q4 ? : A partir de quelle fréquence d'échantillonnage retrouvez vous le signal sinusoïdal du générateur ?

→

Comment appelle t-on cette fréquence caractéristique de l'échantillonnage ?

→
→

Q5 ? : Réglez maintenant le générateur de signaux pour obtenir en sortie un signal carré d'amplitude 5 Volts et de fréquence 10 Hz. Le nombre d'échantillons sera de 100 points. Modifiez le précédant programme pour pouvoir régler, depuis la Face-avant, la fréquence d'échantillonnage à l'aide d'un bouton rotatif. Fixez les limites de ce bouton rotatif entre 5 et 1000.

A partir de quelle fréquence d'échantillonnage retrouvez vous un signal carré ?

→
→

Pourquoi cette fréquence est elle plus élevée que pour celle du signal sinusoïdal de la question Q4 (cf. annexe)?

→
→
→
→

Q6 ? : Reprendre le cas d'un signal sinusoïdal de fréquence 10 Hz, fixer le nombre d'échantillons à 100 points et la fréquence d'échantillonnage à 100 Hz. Modifier le VI de façon à calculer et à afficher le spectre du signal obtenu sur la face avant (en plus du signal acquis). On utilisera pour cela les deux modules suivants :

- **Un module FFT (Fast Fourrier Transform) permettant de calculer le spectre en amplitude et en phase d'un signal (disponible dans Fonction/Analyse/Traitement du signal/Domaine fréquentiel/Spectre d'amplitude et de phase).**
- **Un cluster permettant de gérer le pas d'affichage en fréquence issu du module FFT (attention à la période d'échantillonnage et au pas de calcul en fréquence).**

Quelle est l'allure du spectre ? Justifiez la réponse.

→
→
→

Augmentez progressivement la fréquence du signal sinusoïdal. Déterminer, en observant le spectre, la fréquence maximale à laquelle le signal reste encore correctement échantillonné. Quel phénomène se produit au delà ?

→
→
→

4.3. Exercice 2 (DAQ Assistant) :

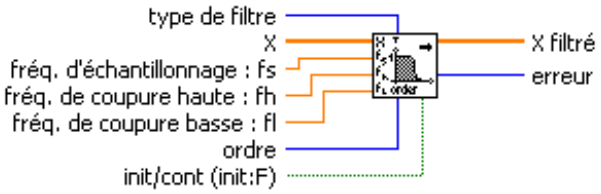
Une méthode simple et rapide de mettre en œuvre une carte d'entrées/sorties est d'utiliser le « **DAQ Assistant** ». Cet outil, disponible dans **Fonctions/Mesures NI/DAQmx,** permet à l'aide de menus déroulant de configurer la carte en entrée ou sortie, de préciser les voies utilisées et de gérer tous les paramètres utilisés lors d'acquisition ou de génération de signal (fréquence d'échantillonnage, nombre d'échantillons, mode d'acquisition, …). Cet assistant, d'une grande facilité d'utilisation, ne permet tout de même pas d'offrir directement un contrôle complet de tous les paramètres.

Q1 ? : Placer sur le diagramme le module « DAQ assistant » et lui connecter un graphe permettant d'afficher sur la face avant le signal obtenu. Configurer le « DAQ assistant » à l'aide des paramètres définis dans la question Q1 du paragraphe précédent. Conclusions ?

→
→
→

4.4. Exercice 3 (Traitement numérique des données) :

Reprendre le programme d'acquisition du paragraphe 4.2 pour réaliser un VI capable de filtrer un signal carré de fréquence 10 Hz, d'amplitude 5 Volts avec un offset de 2 Volts (attention lors des réglages à la valeur maximale de tension imposée sur le VI DAQmx **« AI tension »**). Le filtre numérique utilisé sera de type Butterworth (décrit ci-dessous) et disponible dans **Fonctions/Analyse/Traitement du signal/Filtres**. Fixer avant l'exécution du programme la fréquence d'échantillonnage à 100 Hz et le nombre d'échantillons à 100 points.



type de filtre spécifie la bande passante du filtre.

0	Passe-bas
1	Passe-haut
2	Passe-bande
3	Coupe-bande

X représente le signal d'entrée à filtrer.

fréq. d'échantillonnage : fe représente la fréquence d'échantillonnage et doit être supérieur à zéro. La valeur par défaut est 1,0. Si elle est inférieure ou égale à zéro, le VI définit **X filtré** comme tableau vide et renvoie une erreur.

fréq. de coupure haute : fh est la fréquence de coupure haute. Le VI ignore ce paramètre lorsque **type de filtre** est 0 (passe-bas) ou 1 (passe-haut). Quand **type de filtre** vaut 2 (passe-bande) ou 3 (bande d'arrêt), **fréq. de coupure haute : fh** doit être supérieur à **fréq. de coupure basse : fb** et doit observer le Nyquist criterion.

fréq. de coupure basse : fl représente la fréquence de coupure basse et doit répondre au critère de Nyquist. La valeur par défaut est 0,125. Si **fréq. de coupure basse : fl** est inférieur ou égal à zéro, ou supérieur à la moitié de la valeur de **fréq. d'échantillonnage : fe**, le VI définit **X filtré** comme tableau vide et renvoie une erreur. Quand **type de filtre** vaut 2 (passe-bande) ou 3 (bande d'arrêt), **fréq. de coupure basse : fl** doit être inférieur à **fréq. de coupure haute : fh**.

ordre spécifie l'ordre du filtre et doit être supérieur à zéro. La valeur par défaut est 2. Si **ordre** est inférieur ou égal à zéro, le VI définit **X filtré** comme un tableau vide et retourne une erreur.

init/cont contrôle l'initialisation des états internes. La valeur par défaut est FAUX. Lorsque **init/cont** est FAUX, les états internes sont initialisés à zéro. Lorsque **init/cont** est VRAI, les états internes du filtre sont initialisés aux états finaux du filtre de l'appel précédent à cette instance du VI. Pour filtrer une grande séquence de données qui a été divisée en blocs plus petits, définissez cette commande à FAUX pour le premier bloc et à VRAI pour le filtrage continu de tous les blocs restants.

X filtré représente le tableau de sortie des échantillons filtrés.

erreur contient toute condition d'erreur ou de mise en garde renvoyée par le VI. Vous pouvez câbler **erreur** au VI Convertir un code d'erreur en cluster d'erreur pour convertir le code d'erreur ou la mise en garde en cluster d'erreur.

Le programme devra permettre à l'utilisateur de choisir le type de filtre, les fréquences de coupure haute et basse ainsi que l'ordre du filtre. Le signal acquis et le signal filtré devront être présentés sur deux graphes distincts à l'écran (utiliser des clusters afin de gérer les pas d'affichage liés à la période d'échantillonnage).

Q1 ? : Quelle est l'influence de l'ordre du filtre sur le signal de sortie ?

→
→
→
→

Q2 ? : Quel paramètre du signal carré est obtenu avec un filtre passe-bas dont la fréquence de coupure est de 3 Hz (on fixera l'ordre du filtre à 2 puis à 3 afin d'observer son influence)?

→
→
→
→

Q3 ? : Affichez à l'écran les spectres du signal carré et le spectre du signal filtré (on utilisera deux clusters supplémentaires afin de gérer les pas d'affichage en fréquence issus des deux modules de calcul FFT). Quel signal et quel spectre obtient-on en filtrant le signal carré à l'aide d'un filtre passe bas de fréquence de coupure 10 Hz ? Justifiez les allures obtenues.

→
→
→
→
→

Q4 ? : Comment obtenir une sinusoïde de fréquence 30 Hz ? Tester le fonctionnement.

→
→
→

4.5. Exercice 4 (Acquisition multi voies) :

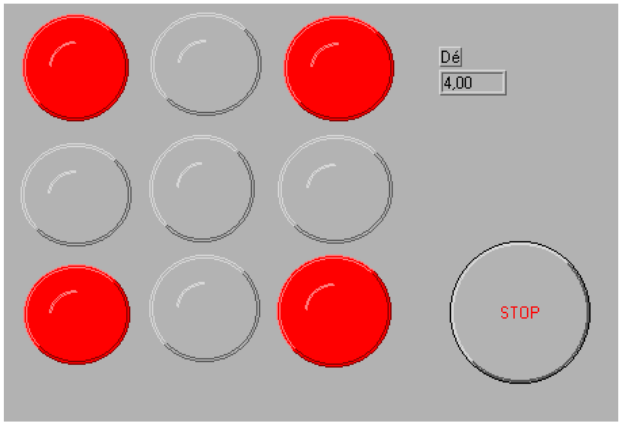
A l'aide de l'assistant DAQ, concevoir un VI permettant de réaliser l'acquisition de deux signaux en utilisant les voies d'entrée 0 et 1 de la carte. Les paramètres de chaque voies (tension minimale et maximale d'entrée, configuration de la carte, numéro de la voie) devront pouvoir être réglés de façon indépendante.

Q1 ? : Observer le diagramme et le comparer à la structure d'acquisition sur une voie.

5. TP3 Réalisations de projets

5.1. Projet N°1 : Dé électronique

Réaliser un VI capable de simuler un dé à six faces. Le programme fera défiler aléatoirement sur la face avant des points de couleur représentant les chiffres d'un dé jusqu'à ce l'utilisateur appuie sur un bouton « STOP » (voir figure suivante) :



5.2. Projet N°2 : Outil de contrôle CEM

1 – Réaliser un programme capable de mesurer, via la carte d'acquisition, l'amplitude Vsin d'un signal sinusoïdal de fréquence 1kHz.

2 – Cette amplitude sera comparée à deux seuils (un seuil haut et un seuil bas) entrés en face avant par l'utilisateur. En cas de dépassement d'un des seuils (c'est à dire si Vsin>seuil Haut ou si Vsin<seuil Bas), un voyant devra s'allumer sur la face avant.

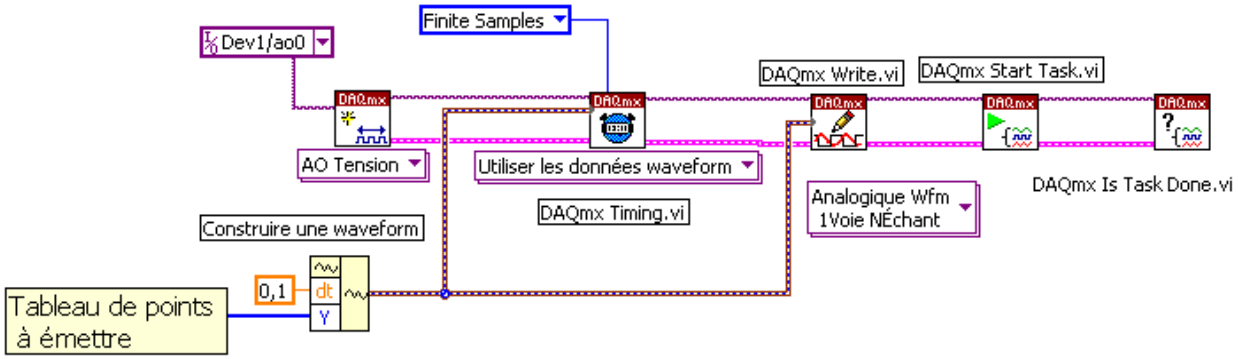
3 – Modifier le programme pour effectuer la comparaison de seuil pour deux signaux d'entrée sur la carte d'acquisition.

4 – Fournir sur une des sorties de la carte d'acquisition :

- Une tension continue de 0 Volt, si aucun défaut.
- Une tension continue de 1 Volt, si la voie 1 est en défaut.
- Une tension continue de 2 Volts, si la voie 2 est en défaut.
- Une tension continue de 3 Volts, si les deux voies sont en défaut.

On pourra, pour cette question, s'inspirer du VI ci-dessous permettant de générer des signaux sur la carte.

5 – Ajouter une fonction permettant de relever le déphasage entre les deux signaux.


Dev1/ao0
Finite Samples
DAQmx Write.vi
DAQmx Start Task.vi
AO Tension
Utiliser les données waveform
DAQmx Timing.vi
Analogique Wfm
1Voie NÉchant
DAQmx Is Task Done.vi
Construire une waveform
0,1
dt
Y
Tableau de points
à émettre

6. ANNEXE

6.1. Carte d'acquisition 6024E et 6221

Connecteur de la carte d'acquisition 6024E

ACH8	34	68	ACH0
ACH1	33	67	AIGND
AIGND	32	66	ACH9
ACH10	31	65	ACH2
ACH3	30	64	AIGND
AIGND	29	63	ACH11
ACH4	28	62	AISENSE
AIGND	27	61	ACH12
ACH13	26	60	ACH5
ACH6	25	59	AIGND
AIGND	24	58	ACH14
ACH15	23	57	ACH7
DAC0OUT[1]	22	56	AIGND
DAC1OUT[1]	21	55	AOGND
RESERVED	20	54	AOGND
DIO4	19	53	DGND
DGND	18	52	DIO0
DIO1	17	51	DIO5
DIO6	16	50	DGND
DGND	15	49	DIO2
+5 V	14	48	DIO7
DGND	13	47	DIO3
DGND	12	46	SCANCLK
PFI0/TRIG1	11	45	EXTSTROBE*
PFI1/TRIG2	10	44	DGND
DGND	9	43	PFI2/CONVERT*
+5 V	8	42	PFI3/GPCTR1_SOURCE
DGND	7	41	PFI4/GPCTR1_GATE
PFI5/UPDATE*	6	40	GPCTR1_OUT
PFI6/WFTRIG	5	39	DGND
DGND	4	38	PFI7/STARTSCAN
PFI9/GPCTR0_GATE	3	37	PFI8/GPCTR0_SOURCE
GPCTR0_OUT	2	36	DGND
FREQ_OUT	1	35	DGND

A

Specifications

This appendix individually lists the specifications of each bus type and are typical at 25 °C.

PCI and PXI Buses

Analog Input

Input Characteristics

Number of channels ..... 16 single-ended or 8 differential (software-selectable per channel)

Type of ADC..... Successive approximation

Resolution ..... 12 bits, 1 in 4,096

Sampling rate ..... 200 kS/s guaranteed

Input signal ranges ..... Bipolar only

Board Gain (Software-Selectable)	Range
0.5	±10 V
1	±5 V
10	±500 mV
100	±50 mV

Input coupling ..... DC

Max working voltage (signal + common mode) ..... Each input should remain within ±11 V of ground

Overvoltage protection

Signal	Powered On	Powered Off
ACH<0..15>	±42	±35
AISENSE	±40	±25

FIFO buffer size.....512 S

Data transfers.....DMA, interrupts, programmed I/O

DMA modes .....Scatter-gather (single transfer, demand transfer)

Configuration memory size .....512 words

Accuracy Information

Nominal Range (V)		Absolute Accuracy							Relative Accuracy	
		% of Reading		Offset (mV)	Noise + Quantization (mV)		Temp Drift (%/°C)	Absolute Accuracy at Full Scale (mV)	Resolution (mV)	
Positive FS	Negative FS	24 Hours	1 Year		Single Pt.	Averaged			Single Pt.	Averaged
10	–10	0.0872	0.0914	6.38	3.91	0.975	0.0010	16.504	5.89	1.28
5	–5	0.0272	0.0314	3.20	1.95	0.488	0.0005	5.263	2.95	0.642
0.5	–0.5	0.0872	0.0914	0.340	0.195	0.049	0.0010	0.846	0.295	0.064
0.05	–0.05	0.0872	0.0914	0.054	0.063	0.006	0.0010	0.106	0.073	0.008

Note: Accuracies are valid for measurements following an internal E Series calibration. Averaged numbers assume dithering and averaging of 100 single-channel readings. Measurement accuracies are listed for operational temperatures within ±1 °C of internal calibration temperature and ±10 °C of external or factory-calibration temperature. One-year calibration interval recommended. The Absolute Accuracy at Full Scale calculations were performed for a maximum range input voltage (for example, 10 V for the ±10 V range) after one year, assuming 100 pt averaging of data.

Dynamic Characteristics

Bandwidth

Signal	Bandwidth
Small (–3 dB)	500 kHz
Large (1% THD)	225 kHz

Settling time for full-scale step.....5 µs max to ±1.0 LSB accuracy

System noise (LSB_{rms}, not including quantization)

Gain	Dither Off	Dither On
0.5 to 10	0.1	0.6
100	0.7	0.8

Crosstalk .....–60 dB, DC to 100 kHz

Stability

Recommended warm-up time.....15 min.

Offset temperature coefficient

Pregain.....±15 µV/°C

Postgain .....±240 µV/°C

Gain temperature coefficient .....±20 ppm/°C

Analog Output

♦ 6024E and 6025E only

Output Characteristics

Number of channels.....2 voltage

Resolution.....12 bits, 1 in 4,096

Max update rate

DMA.....10 kHz, system dependent

Interrupts.....1 kHz, system dependent

Type of DAC .....Double buffered, multiplying

FIFO buffer size ..... None

Data transfers ..... DMA, interrupts, programmed I/O

DMA modes ..... Scatter-gather (Single transfer, demand transfer)

Accuracy Information

Nominal Range (V)		Absolute Accuracy					Absolute Accuracy at Full Scale (mV)
		% of Reading			Offset (mV)	Temp Drift (%/ °C)	
Positive FS	Negative FS	24 Hours	90 Days	1 Year			
10	–10	0.0177	0.0197	0.0219	5.93	0.0005	8.127
Note: Temp Drift applies only if ambient is greater than ±10 °C of previous external calibration.							

Transfer Characteristics

Relative accuracy (INL)

After calibration ..... ±0.3 LSB typ, ±0.5 LSB max

Before calibration ..... ±4 LSB max

DNL

After calibration ..... ±0.3 LSB typ, ± 1.0 LSB max

Before calibration ..... ±3 LSB max

Monotonicity ..... 12 bits, guaranteed after calibration

Offset error

After calibration ..... ±1.0 mV max

Before calibration ..... ±200 mV max

Gain error (relative to internal reference)

After calibration ..... ±0.01% of output max

Before calibration ..... ±0.75% of output max

Voltage Output

Range .....± 10 V

Output coupling .....DC

Output impedance .....0.1 Ω max

Current drive .....±5 mA max

Protection .....Short-circuit to ground

Power-on state (steady state) .....±200 mV

Initial power-up glitch
- Magnitude .....±1.1 V
- Duration ..... 2.0 ms

Power reset glitch
- Magnitude .....±2.2 V
- Duration ..... 4.2 µs

Dynamic Characteristics

Settling time for full-scale step.....10 µs to ±0.5 LSB accuracy

Slew rate .....10 V/µs

Noise .....200 μV_{rms}, DC to 1 MHz

Midscale transition glitch
- Magnitude .....±45 mV
- Duration ..... 2.0 µs

Stability

Offset temperature coefficient .....±50 µV/°C

Gain temperature coefficient .....±25 ppm/°C

Connecteur de la carte d'acquisition 6221

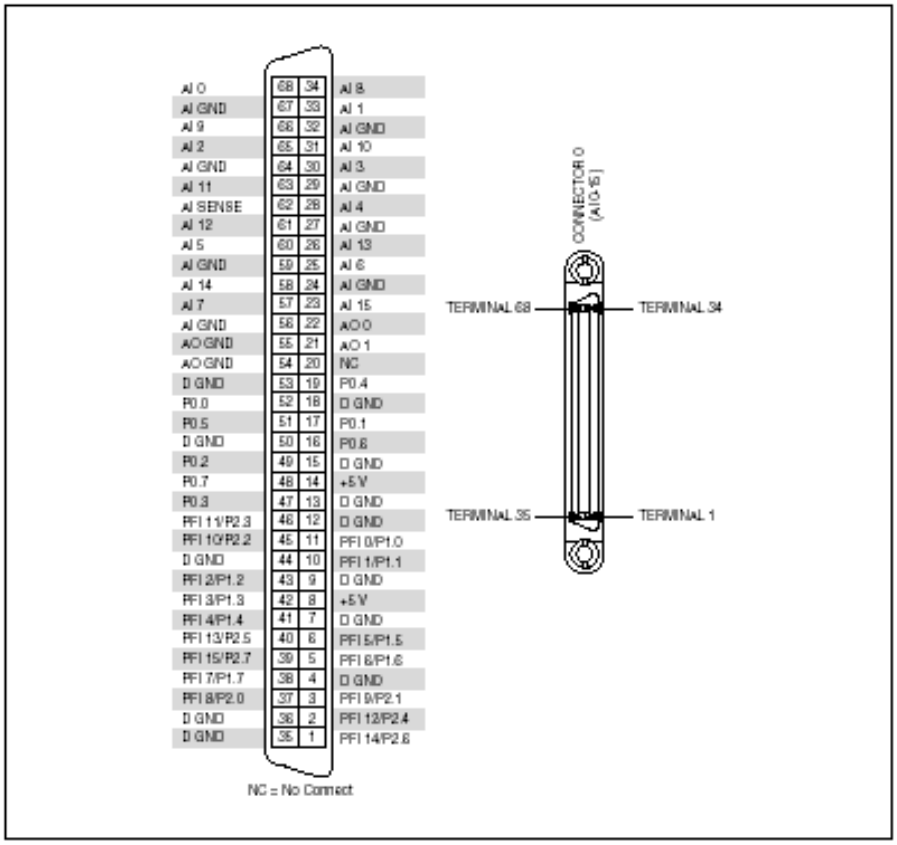


Figure 2. NI 6221 (68-Pin) Pinout

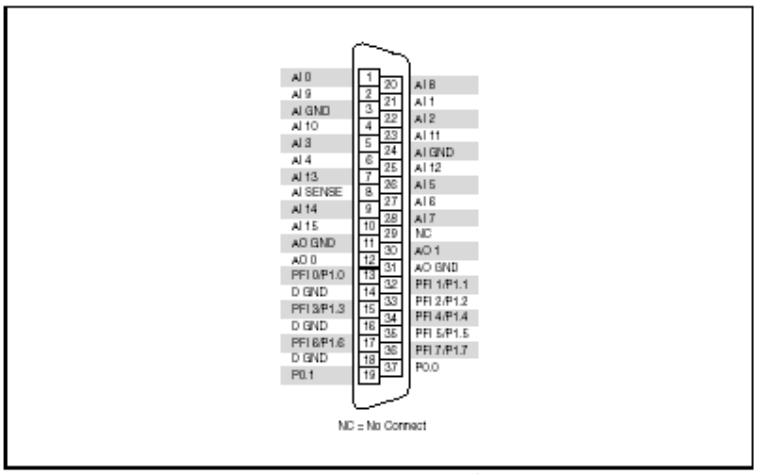


Figure 3. NI 6221 (37-Pin) Pinout

Analog Input

Number of channels
- NI 6220/NI 6221 ..... 8 differential or 16 single ended
- NI 6224/NI 6229 ..... 16 differential or 32 single ended
- NI 6225 ..... 40 differential or 80 single ended

ADC resolution ..... 16 bits

DNL ..... No missing codes guaranteed

INL ..... Refer to the *AI Absolute Accuracy Table*

Sampling rate
- Maximum ..... 250 KS/s
- Minimum ..... 0 S/s
- Timing accuracy ..... 50 ppm of sample rate
- Timing resolution ..... 50 ns

Input coupling ..... DC

Input range ..... ±10 V, ±5 V, ±1 V, ±0.2 V

Maximum working voltage for analog inputs (signal + common mode) ..... ±11 V of AI GND

CMRR (DC to 60 Hz) ..... 95 dB

Input impedance
- Device on
  - AI+ to AI GND ..... >10 GΩ in parallel with 100 pF
  - AI– to AI GND ..... >10 GΩ in parallel with 100 pF
- Device off
  - AI+ to AI GND ..... 820 Ω
  - AI– to AI GND ..... 820 Ω

Input bias current ..... ±100 pA

Crosstalk (at 100 kHz)
- Adjacent channels ..... –75 dB
- Non-adjacent channels ..... –90 dB

Small signal bandwidth (–3 dB) ..... 700 kHz

Input FIFO size ..... 4,095 samples

Scan list memory ..... 4,095 entries

Data transfers ..... DMA (scatter-gather), interrupts, programmed I/O

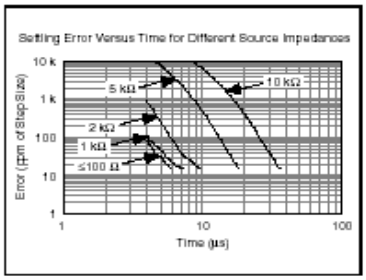
Overvoltage protection (AI <0..79>, AI SENSE, AI SENSE 2)
- Device on ..... ±25 V for up to two AI pins
- Device off ..... ±15 V for up to two AI pins

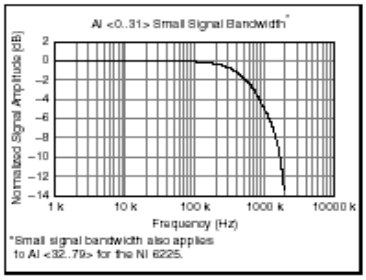
Input current during overvoltage condition ..... ±20 mA max/AI pin

Settling Time for Multichannel Measurements

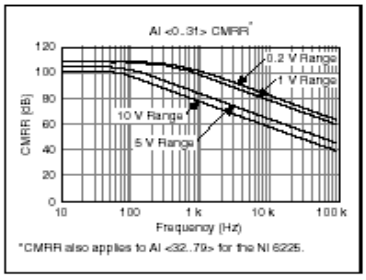
Accuracy, full scale step, all ranges
- ±90 ppm of step (±6 LSB) ..... 4 µs convert interval
- ±30 ppm of step (±2 LSB) ..... 5 µs convert interval
- ±15 ppm of step (±1 LSB) ..... 7 µs convert interval

Typical Performance Graphs





*Small signal bandwidth also applies to AI <32..79> for the NI 6225.



*CMRR also applies to AI <32..79> for the NI 6225.

Analog Output

Number of channels
- NI 6220 0
- NI 6221 2
- NI 6224 0
- NI 6225 2
- NI 6229 4

DAC resolution ..... 16 bits

DNL ..... ±1 LSB

Monotonicity ..... 16 bit guaranteed

Maximum update rate
- 1 channel ..... 833 kS/s
- 2 channels ..... 740 kS/s per channel
- 3 channels ..... 666 kS/s per channel
- 4 channels ..... 625 kS/s per channel

Timing accuracy ..... 50 ppm of sample rate

Timing resolution ..... 50 ns

Output range ..... ±10 V

Output coupling ..... DC

Output impedance ..... 0.2 Ω

Output current drive ..... ±5 mA

Overdrive protection ..... ±25 V

Overdrive current ..... 10 mA

Power-on state ..... ±20 mV

Power-on glitch ..... 8.5 V peak for 14.5 ms

Output FIFO size ..... 8,191 samples shared among channels used

Data transfers ..... DMA (scatter-gather), interrupts, programmed I/O

AO waveform modes:
- Non-periodic waveform
- Periodic waveform regeneration mode from onboard FIFO
- Periodic waveform regeneration from host buffer including dynamic update

Digital I/O/PFI

Static Characteristics

Number of channels

NI 6220/NI 6221 (68-pin)/
NI 6225 ..... 24 total
8 (P0.<0..7>)
16 (PFI <0..7>/P1,
PFI <8..15>/P2)

NI 6224/NI 6229 ..... 48 total
32 (P0.<0..31>)
16 (PFI <0..7>/P1,
PFI <8..15>/P2)

NI 6221 (37-pin) ..... 10 total
2 (P0.<0, 1>)
8 (PFI <0..7>/P1)

Ground reference ..... D GND

Direction control ..... Each terminal individually programmable as input or output

Pull-down resistor ..... 50 kΩ to 75 kΩ

Input voltage protection[1] ..... ±20 V on up to two pins

Waveform Characteristics (Port 0 Only)

Terminals used

NI 6220/NI 6221 (68-pin)/
NI 6225 ..... Port 0 (P0.<0..7>)
NI 6224/NI 6229 ..... Port 0 (P0.<0..31>)
NI 6221 (37-pin) ..... Port 0 (P0.<0, 1>)

Port/sample size

NI 6220/NI 6221 (68-pin)/
NI 6225 ..... Up to 8 bits
NI 6224/NI 6229 ..... Up to 32 bits
NI 6221 (37-pin) ..... Up to 2 bits

Waveform generation (DO) FIFO ... 2,047 samples

Waveform acquisition (DI) FIFO .... 2,047 samples

DO or DI Sample Clock frequency ..... 0 to 1 MHz

DO or DI Sample Clock source[2] ..... Any PFI, RTSI, AI Sample or Convert Clock, AO Sample Clock, Ctr *n* Internal Output, and many other signals

PFI/Port 1/Port 2 Functionality[3]

Functionality ..... Static digital input, static digital output, timing input, timing output

Timing output sources ..... Many AI, AO, counter, DI, DO timing signals

Debounce filter settings ..... 125 ns, 6.425 µs, 2.54 ms, disable; high and low transitions; selectable per input

Recommended Operation Conditions

Level	Min	Max
Input high voltage (V_{IH})	2.2 V	5.25 V
Input low voltage (V_{IL})	0 V	0.8 V
Output high current (I_{OH})		
P0.<0..31>	—	–24 mA
PFI <0..15>/P1/P2	—	–16 mA
Output low current (I_{OL})		
P0.<0..31>	—	24 mA
PFI <0..15>/P1/P2	—	16 mA

Electrical Characteristics

Level	Min	Max
Positive-going threshold (VT+)	—	2.2 V
Negative-going threshold (VT–)	0.8 V	—
Delta VT hysteresis (VT+ – VT–)	0.2 V	—
I_{IL} input low current (V_{in} = 0 V)	—	–10 µA
I_{IH} input high current (V_{in} = 5 V)	—	250 µA

[1] Stresses beyond those listed under *Input voltage protection* may cause permanent damage to the device.

[2] The digital subsystem does not have its own dedicated internal timing engine. Therefore, a sample clock must be provided from another subsystem on the device or an external source.

[3] Port 2 is not available on the NI 6221 (37-pin) device.

Documentation et ressources d'aide LabVIEW

Aide contextuelle

Lorsque vous déplacez le curseur au-dessus d'objets de la face-avant ou du diagramme, la fenêtre d'**Aide contextuelle** affiche des informations simples sur chaque objet. Sélectionnez **Aide»Aide contextuelle** pour afficher la fenêtre d'**Aide contextuelle**.

Aide LabVIEW

Inclut des informations de référence sur chaque palette, menu, outil, boîte de dialogue, VI et fonction intégrée. L'*Aide LabVIEW* inclut également des instructions pas à pas pour utiliser les fonctionnalités de LabVIEW. Pour accéder à l'*Aide LabVIEW*, sélectionnez le menu **Aide»Aide LabVIEW**.

Bibliothèque LabVIEW

Contient des liens vers toute la documentation LabVIEW au format électronique. Utilisez la *Bibliothèque LabVIEW* pour effectuer des recherches dans tous les manuels et notes d'application de LabVIEW. Pour accéder à la *Bibliothèque LabVIEW*, sélectionnez le menu **Aide»Rechercher** dans les manuels PDF.

Exemples LabVIEW

LabVIEW inclut des centaines de VIs d'exemple que vous pouvez utiliser et incorporer dans vos propres VIs. Vous pouvez modifier un exemple pour qu'il corresponde à votre application ou effectuer des copier-coller à partir d'un ou de plusieurs exemples dans votre propre VI. Pour parcourir ou rechercher des VIs d'exemple, sélectionnez le menu **Aide»Recherche d'exemples**.

Ressources LabVIEW sur Internet

Inclut une liste de liens vers des ressources National Instruments sur Internet. Pour accéder aux ressources LabVIEW sur `ni.com`, sélectionnez le menu **Aide»Ressources Internet**. Les ressources disponibles contiennent les catégories suivantes :

Produits et services
- Mises à jour
- Cours de formation
- Séminaires et groupes d'utilisateurs

Solutions
- Intégrateurs système
- Solutions clients

Support technique
- Support LabVIEW
- Manuels

NI Developer Zone
- Forums de discussion
- Exemples de code

ni.com/labviewzone

Carte de référence rapide de LabVIEW™

Raccourcis clavier

Reportez-vous à l'*Aide LabVIEW* pour obtenir une liste des raccourcis clavier.

Objet/Mouvement

Maj-clic	Sélectionne plusieurs objets ; ajoute des objets à la sélection en cours.
⇧←↑→↓ (touches flèches)	Déplace les objets sélectionnés d'un pixel à la fois.
Maj-⇧←↑→↓	Déplace les objets sélectionnés de plusieurs pixels à la fois.
Maj-clic (glisser)	Déplace les objets sélectionnés sur un des axes de coordonnées.
Ctrl-clic (glisser)	Duplique l'objet sélectionné.
Ctrl-Maj-clic (glisser)	Duplique les objets sélectionnés et les déplace sur un des axes de coordonnées.
Maj-redimensionner	Redimensionne l'objet sélectionné tout en conservant ses proportions.
Ctrl-redimensionner	Redimensionne l'objet sélectionné tout en conservant son point central.
Ctrl-dessiner un rectangle	Insère plus d'espace de travail sur la face-avant ou le diagramme.
Ctrl-A	Effectue la dernière opération d'alignement choisie sur les objets sélectionnés.
Ctrl-D	Effectue la dernière opération de distribution choisie sur les objets sélectionnés.
Double-clic sur une zone libre	Crée une étiquette libre sur la face-avant ou le diagramme si la sélection automatique de l'outil est activée.
Ctrl-roulette souris	Fait défiler les sous-diagrammes d'une structure Condition, Événement ou Séquence empilée.

Navigation dans l'environnement LabVIEW

Ctrl-E	Bascule vers l'affichage de la face-avant ou du diagramme.
Ctrl-#	Active ou désactive la grille d'alignement. Sur les claviers français, appuyez sur les touches <Ctrl-">.
Ctrl-/	Agrandit et restaure la fenêtre.
Ctrl-T	Juxtapose la fenêtre de face-avant et celle du diagramme.
Ctrl-F	Recherche des objets ou du texte.
Ctrl-G	Recherche l'occurrence suivante de l'objet ou du texte dans les VIs spécifiés.
Ctrl-Maj-G	Recherche l'occurrence précédente de l'objet ou du texte dans les VIs spécifiés.
Ctrl-Maj-F	Affiche la fenêtre des Résultats de la recherche.
Ctrl-Tab	Fait défiler l'ensemble des fenêtres LabVIEW.
Ctrl-Maj-Tab	Fait défiler dans l'ordre inverse l'ensemble des fenêtres LabVIEW.
Ctrl-I	Affiche la boîte de dialogue de Propriétés du VI.
Ctrl-L	Affiche la fenêtre de Liste des erreurs.
Ctrl-Y	Affiche la fenêtre d'Historique.
Ctrl-D	Réactualise la fenêtre de Hiérarchie.
Ctrl-A	Affiche tous les VIs dans la fenêtre de Hiérarchie.
Entrée*	Recherche le nœud suivant qui correspond aux critères de la chaîne de recherche.
Maj-Entrée*	Recherche le nœud précédent qui correspond aux critères de la chaîne de recherche.

* Après avoir initié une recherche en tapant dans la fenêtre de Hiérarchie

Mise au point

Ctrl-4	Exécute le nœud en mode pas à pas.
Ctrl-→	Exécute le nœud sans détailler.
Ctrl-↑	Termine l'exécution du nœud.

Opérations sur les fichiers

Ctrl-N	Crée un nouveau VI.
Ctrl-O	Ouvre un VI existant.
Ctrl-W	Ferme le VI.
Ctrl-S	Enregistre le VI.
Ctrl-P	Imprime la fenêtre.
Ctrl-Q	Quitte LabVIEW.

Édition élémentaire

Ctrl-Z	Annule la dernière action.
Ctrl-Shift-Z	Rétablit la dernière action.
Ctrl-X	Coupe un objet.
Ctrl-C	Copie un objet.
Ctrl-V	Colle un objet.

Aide

Ctrl-H	Affiche la fenêtre d'Aide contextuelle.
Ctrl-Maj-L	Verrouille la fenêtre d'Aide contextuelle.
Ctrl-? ou <F1>	Affiche l'Aide LabVIEW.

Remarque : veuillez remplacer la touche <Ctrl> par la touche <Option> ou <Command> sous Mac OS, la touche <Meta> sous Sun Solaris et la touche <Alt> sous Linux.

ni.com/labviewzone

Outils et palettes

Ctrl	Passe d'un outil essentiel à un autre.
Maj	Passe à l'outil Flèche.
Ctrl-Maj sur un espace vide	Passe à l'outil Main.
Barre espace *	Alterne entre les deux outils les plus courants.
Maj-Touche tabulation*	Active la sélection automatique de l'outil.
Touche tabulation *	Fait défiler les outils si vous avez désactivé la sélection automatique de l'outil. Sinon, active la sélection automatique de l'outil.
⇧←→	Permet de naviguer dans les palettes Commandes et Fonctions temporaires.
Entrée	Permet de naviguer dans une palette temporaire.
Échap	Permet d'annuler la navigation dans une palette temporaire.

* Uniquement si la sélection automatique de l'outil est désactivée

Sous-VIs

Double-clic sur un sous-VI	Affiche la face-avant du sous-VI.
Ctrl-double-clic sur un sous-VI	Affiche le diagramme du sous-VI.
Glissement de l'icône d'un VI sur le diagramme	Place ce VI comme sous-VI sur le diagramme.
Maj-glissement de l'icône d'un VI sur le diagramme	Place ce VI comme sous-VI sur le diagramme avec des constantes câblées pour les commandes dont les valeurs ne sont pas des valeurs par défaut.
Ctrl-clic droit sur le diagramme et sélection d'un VI	Ouvre la face-avant du VI à partir de la palette Fonctions.

Exécution

Ctrl-R	Exécute le VI.
Ctrl-. *	Abandonne l'exécution du VI.
Ctrl-M	Passe en mode Exécution ou Édition.
Ctrl-bouton Exécuter	Recompile le VI actuel.
Ctrl-Maj-bouton Exécuter	Recompile tous les VIs en mémoire.
Ctrl-4 *	Déplace le focus clavier à l'intérieur d'un tableau ou d'un cluster.
Ctrl-↑ *	Déplace le focus clavier à l'extérieur d'un tableau ou d'un cluster.
Touche tabulation*	Permet de naviguer d'une commande ou d'un indicateur à l'autre suivant l'ordre de défilement.
Maj-Touche tabulation*	Permet de naviguer en sens inverse parmi les commandes ou indicateurs.

* Lorsque le VI est en cours d'exécution

Câblage

Ctrl-B	Supprime tous les fils de liaison brisés.
Échap, clic droit ou clic sur terminal	Annule la création en cours d'un fil.
Clic unique sur un fil	Sélectionne un segment unique.
Double clic sur un fil	Sélectionne une branche.
Triple clic sur un fil	Sélectionne un fil de liaison entier.
A	Désactive de manière temporaire le routage automatique des fils.
Double clic (lors du câblage)	Fixe un fil de liaison sans le connecter.
Barre espace	Active ou désactive le câblage automatique lors du déplacement d'objets.
Maj-clic	Annule le dernier point où vous avez mis un fil de liaison.
Ctrl-clic sur l'entrée d'une fonction à deux entrées.	Inverse les deux fils d'entrée.
Barre espace	Change l'axe de direction du fil.

Texte

Double clic	Sélectionne un mot unique dans une chaîne de caractères.
Triple clic	Sélectionne toute la chaîne de caractères.
Ctrl-→	Déplace le curseur vers la droite, d'un mot à la fois, dans une chaîne de caractères.
Ctrl-←	Déplace le curseur vers la gauche, d'un mot à la fois, dans une chaîne de caractères.
Début (flèche diagonale vers la gauche)	Place le curseur au début de la ligne en cours dans une chaîne de caractères.
Fin	Place le curseur à la fin de la ligne en cours dans une chaîne de caractères.
Ctrl-Début	Place le curseur au début de la chaîne de caractères.
Ctrl-Fin	Place le curseur à la fin de la chaîne de caractères.
Maj-Entrée	Ajoute un nouvel élément dans une énumération, une liste déroulante ou une structure Condition.
Échap	Annule l'édition en cours d'une chaîne de caractères.
Ctrl-Entrée	Termine l'entrée de texte.
Ctrl-=	Augmente la taille de la police en cours.
Ctrl--	Diminue la taille de la police en cours.
Ctrl-0	Affiche la boîte de dialogue Police.
Ctrl-1 *	Affiche la police de l'application.
Ctrl-2 *	Affiche la police du système.
Ctrl-3 *	Affiche la police des boîtes de dialogue.
Ctrl-4 *	Affiche la police actuelle.

* Au niveau de la boîte de dialogue Police

Outils d'édition, d'exécution et de mise au point

Afficher la fenêtre d'aide contextuelle : affiche la fenêtre d'Aide contextuelle.

Exécuter : exécute le VI.

Exécution brisée : indique que le VI contient des erreurs. Cliquez sur le bouton pour lister les erreurs.

Exécuter en continu : exécute le VI jusqu'à ce que vous abandonniez ou interrompiez l'exécution.

Abandonner l'exécution : arrête l'exécution du VI.

Pause : interrompt ou reprend l'exécution d'un VI.

Aligner les objets : aligne les objets le long des axes.

Répartir les objets : espace les objets régulièrement.

Paramètres du texte : change les attributs de texte dans le VI.

Redimensionner les objets : redimensionne plusieurs objets de face-avant à la même taille.

Réorganiser : réorganise des objets qui se recouvrent, en les faisant passer devant ou derrière.

Mode Animation : permet d'observer le déplacement des données dans le diagramme.

Exécuter de façon détaillée : exécute un nœud en mode pas à pas. Le nœud clignote lorsqu'il est prêt à s'exécuter.

Exécuter sans détailler : exécute un nœud et s'arrête au nœud suivant.

Terminer l'exécution : termine l'exécution du nœud et continue jusqu'au nœud suivant.

Outil Point d'arrêt : permet de définir des points d'arrêt afin que l'exécution s'interrompe sur certains nœuds.

Outil Sonde : crée des sondes sur les fils afin d'afficher les valeurs intermédiaires d'un VI en cours d'exécution.

Chaîne d'appel : dresse la liste des VIs appelants, du VI de niveau principal jusqu'au sous-VI.

Types de données des terminaux

Entiers signés (0)	8 bits	I8
	16 bits	I16
	32 bits	I32
Entiers non signés (0)	8 bits	U8
	16 bits	U16
	32 bits	U32
Nombres à virgule flottante (0)	Simple précision	SGL
	Double précision	DBL
	Précision étendue	EXT
Complexes à virgule flottante (0 + 0i)	Simple précision	CSG
	Double précision	CDB
	Précision étendue	CXT

Remarque : les valeurs par défaut apparaissent entre parenthèses.

Booléen (Faux)	TF	
Chaîne (chaîne vide)	abc	
Chemin (<Pas un chemin>)		
Refnum		
Type énumération		
Cluster Numérique		
Cluster Données mixtes		
Tableau 1D		
Tableau 2D		

Waveform	
Waveform numérique	
Données numériques	
Nom d'E/S	
Horodatage	
Données dynamiques	
Image	
Variant	

ni.com/labviewzone

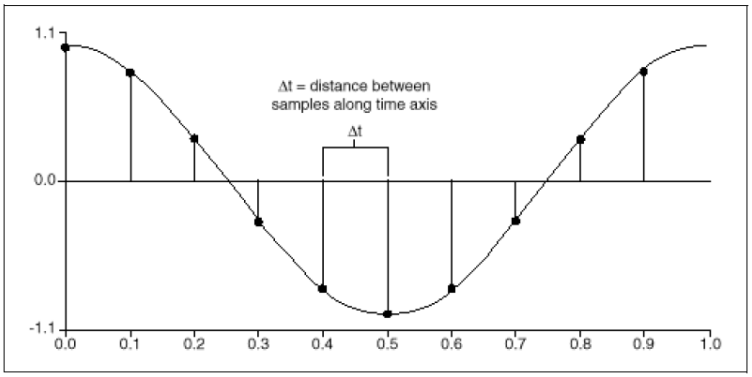
6.2. Théorème de Shannon

Tout signal analogique subit une déformation inévitable lorsque celui-ci est numérisé. En effet, le principe même de l'échantillonnage vise à ne garder que quelques points du signal au cours du temps, il y donc une perte au niveau du nombre de données. Cependant, la numérisation des signaux peut s'avérer efficace si quelques paramètres caractéristiques sont bien choisis. On peut prendre comme exemple les Compact Disques audio qui donnent un meilleur rendu sonore que leurs homonymes disques microsillon analogiques.

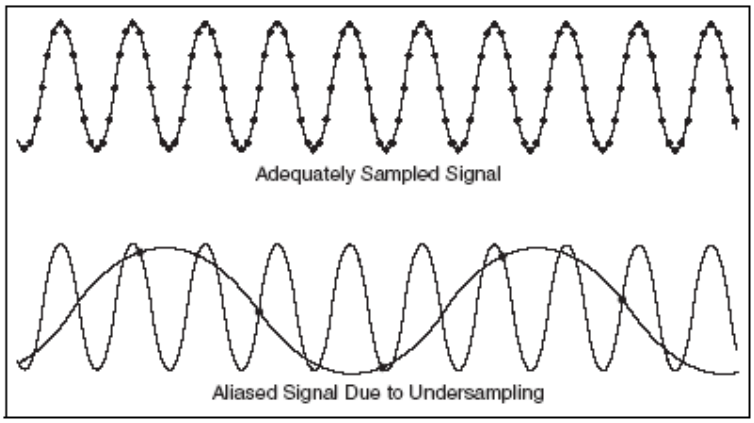
Comment restituer un signal correctement lorsque celui-ci est numérisé ? La réponse est en fait simple car la définition d'un signal analogique se rapporte à deux grandeurs principales : l'amplitude et le temps. Il faut donc veiller à avoir une précision suffisamment fine sur la reproduction en amplitude (quantum du Convertisseur Analogique Numérique) et en temps (fréquence d'échantillonnage du Convertisseur Analogique Numérique).

Le théorème de Shannon permet de choisir la fréquence minimum d'échantillonnage. Sans rentrer dans des démonstrations mathématiques, on peut expliquer le phénomène de la façon suivante :

1) On considère un signal sinusoïdal échantillonné tous les Δt qui est en fait le temps écoulé entre deux échantillons.



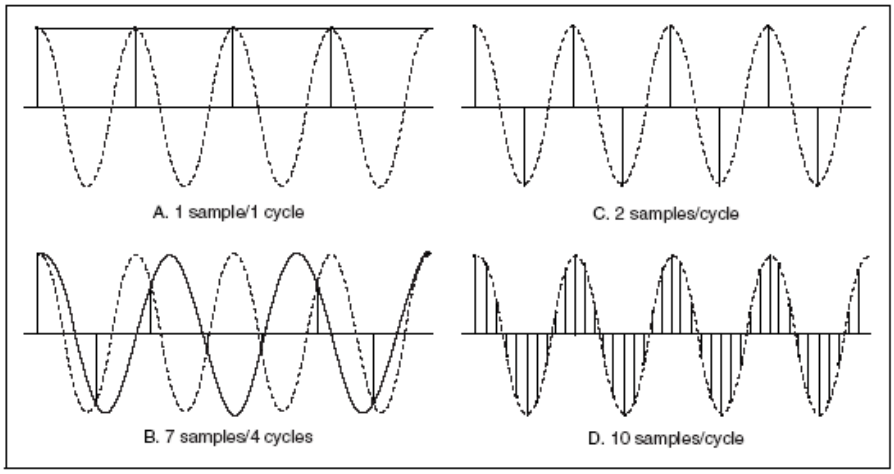
2) La figure suivante présente deux cas différents pour le choix de la fréquence d'échantillonnage (les points noirs représentent les amplitudes acquises):



On constate que pour le même signal sinusoïdal, la figure supérieure donne un résultat fidèle car la fréquence d'échantillonnage est plus « rapide » que le signal à numériser.

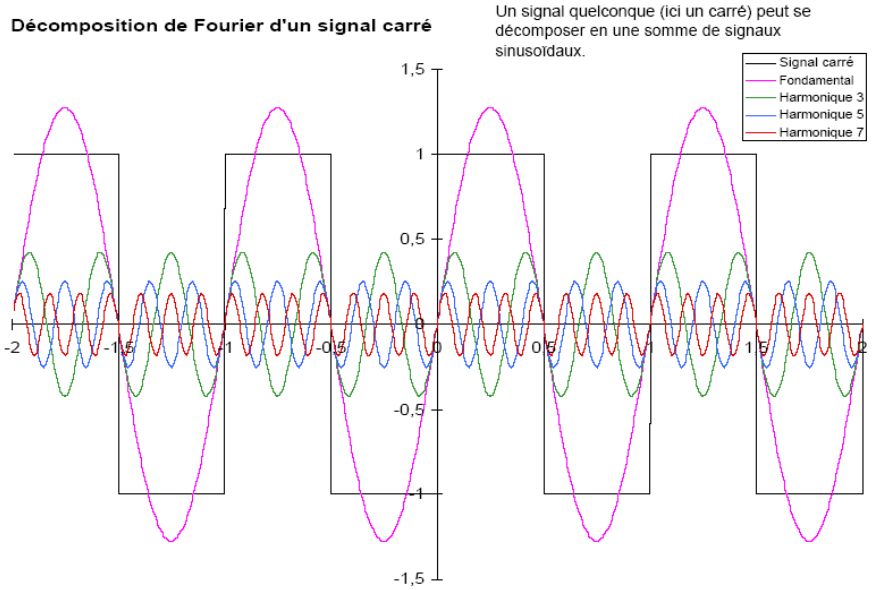
La figure inférieure présente quand à elle un signal sinusoïdal ne correspondant pas au signal original car la fréquence d'échantillonnage est choisie inférieure à la fréquence du signal à numériser.

3) Le **théorème de SHANNON** expose que la **fréquence d'échantillonnage minimum fs** doit être au moins **deux fois supérieure** à la **fréquence la plus élevée contenue dans le spectre du signal** à échantillonner **fmax**. Donc **fs≥2.fmax,** on peut le comprendre grâce à la figure suivante :

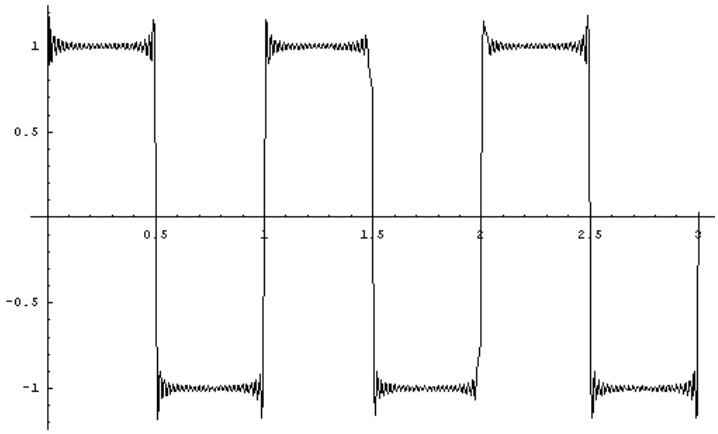


A : 1 échantillon/période (signal déformé : le signal obtenu est continu).
B : 7/4 échantillons/période (signal déformé).
C : 2 échantillons/période (fréquence limite du théorème de SHANNON), le signal est triangulaire si on relie les points, donc déformé, mais il comporte deux informations importantes du signal d'origine : la même fréquence et la même amplitude.
D : 10 échantillons/période (signal fidèle mais le nombre de points acquis est important ce qui pourra engendrer des problèmes de tailles mémoires).

4) Si le théorème de Shannon est évident à appliquer sur un signal sinusoïdal, il n'en est pas de même pour un signal carré. En effet, lorsqu'on numérise un signal carré de fréquence f=10 Hz avec une fréquence d'échantillonnage fs=20 Hz comme dans le cas précédent (soit deux fois la fréquence du signal), on obtient un signal déformé qui est sinusoïdal (donc pas carré !) Le théorème de SHANNON serait il faux ? Non, car la décomposition en série de Fourrier d'un signal carré, contrairement à un signal sinusoïdal, fait apparaître des raies harmoniques à l'infini. Les fréquences de ces raies harmoniques sont supérieures à la fréquence propre du signal carré (appelée aussi le fondamental). Il faut donc appliquer le théorème de SHANNON sur la fréquence la plus haute, donc l'harmonique la plus élevée, du signal à numériser. En pratique, cela revient à tronquer le spectre (choisir un rang d'harmoniques à partir duquel les amplitudes sont négligeables) et à échantillonner à au moins deux fois la fréquence correspondant à l'harmonique retenue.



Recomposition du signal carré en additionnant les amplitudes des 50 premiers harmoniques :



On peut finalement prendre en exemple le signal audio fournit par un CD (signal compliqué au point de vue du spectre en fréquence). La fréquence d'échantillonnage a été fixée à 44.1kHz car la plus haute fréquence perceptible par l'oreille humaine est de 20KHz (donc une fréquence d'échantillonnage supérieure à 2*20kHz=40kHz).

Décomposition en séries de Fourier d'un signal périodique

I) ASPECT MATHEMATIQUE :

I-1) Décomposition en séries de Fourier :

Une fonction périodique f(t) de période T peut, sous certaines conditions mathématiques qui seront toujours réalisées dans la pratique en physique, se décomposer en une somme de fonctions sinusoïdales de la forme : (décomposition en séries de Fourier)

$$f(t) = a_0 + \sum_{n=1}^{\infty}\left(a_n \cos n\omega t + b_n \sin n\omega t\right) \qquad (\text{n entier et } \omega = \frac{2\pi}{T})$$

Les coefficients a_0, a_n et b_n sont indépendants du temps et sont donnés par les intégrales suivantes :

$$a_0 = \frac{1}{T}\int_0^T f(t)dt \qquad a_n = \frac{2}{T}\int_0^T f(t)\cos n\omega t dt \qquad b_n = \frac{2}{T}\int_0^T f(t)\sin n\omega t dt$$

On remarque que a_0 est la valeur moyenne de la fonction f(t) : a_0 est donc nul si la fonction f(t) est alternative.

Deux cas particuliers :

*** Si la courbe représentative de la fonction f(t) admet un centre de symétrie situé sur l'axe Ox, alors, en choisissant ce point comme origine des temps :

$$f(-t)=-f(t)$$

La fonction f(t) est une fonction impaire ; son développement en séries de Fourier ne comportera que des termes en sinus (les coefficients a_n sont nuls).

*** Si la courbe représentative de la fonction f(t) admet l'axe des ordonnées comme axe de symétrie, alors f(-t)=f(t) (fonction paire). Le développement en séries de Fourier ne contient alors que des termes en cosinus ((les coefficients b_n sont nuls).

I-2) Spectre en fréquences :

Le terme général $a_n \cos n\omega t + b_n \sin n\omega t$ est appelé harmonique de rang n. Il peut être mis sous la forme :

$$a_n \cos n\omega t + nb_n \sin n\omega t = \sqrt{a_n^2+b_n^2}\left[\frac{a_n}{\sqrt{a_n^2+b_n^2}}\cos n\omega t + \frac{b_n}{\sqrt{a_n^2+b_n^2}}\sin n\omega t\right]$$

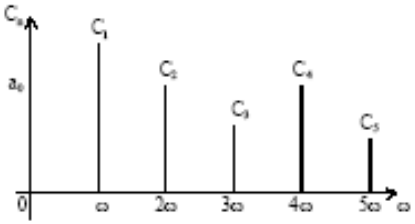
En posant $C_n = \sqrt{a_n^2+b_n^2}$; $\tan\varphi_n = \frac{b_n}{a_n}$; $\cos\varphi_n = \frac{a_n}{\sqrt{a_n^2+b_n^2}}$, il vient :

$$a_n \cos n\omega t + b_n \sin n\omega t = C_n \cos(n\omega t - \varphi_n)$$

Et la fonction périodique f(t) peut alors s'écrire : $f(t) = \sum_{n=1}^{\infty} C_n \cos(n\omega t - \varphi_n)$

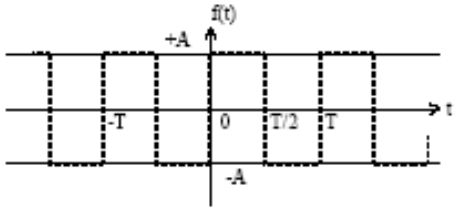
L'harmonique de rang 1 est appelé le fondamental.

On obtient la représentation spectrale de la fonction f(t) en portant en ordonnée l'amplitude des harmoniques (les termes a_0, b_n ou C_n) et en abscisse les pulsations correspondantes, ce qui conduit au diagramme de la figure ci-contre. (avec ici représentés les coefficients C_n)



I-3) Exemples de décomposition en séries de Fourier :

a) Signal carré :

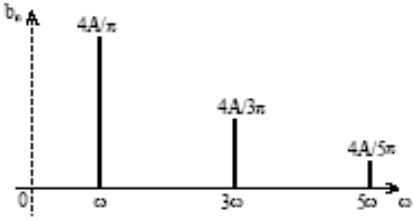


On considère le signal de la figure ci-contre . La fonction f(t) est impaire et sa décomposition ne contiendra que des termes en sinus. On peut calculer :

$$a_0 = 0$$

$$b_n = \frac{2}{T}\int_{-T/2}^{T/2} f(t)\sin n\omega t dt = \frac{2A}{n\pi}(1-\cos n\pi) = \frac{2A}{n\pi}(1-(-1)^n)$$

Par conséquent, la décomposition ne comprend que des harmoniques d'ordre impair :

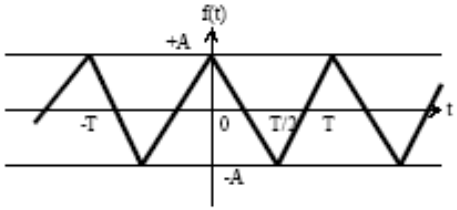


$$f(t) = \frac{4A}{\pi}\left[\sin\omega t + \frac{1}{3}\sin 3\omega t + \frac{1}{5}\sin 5\omega t + \ldots\right]$$

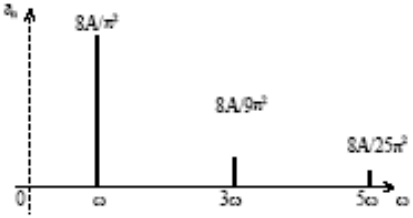
Son spectre est donné sur la figure ci-contre.

b) Signal triangulaire :

On considère le signal triangulaire donné ci-dessous (la fonction f(t) est paire). La décomposition en séries de Fourier s'écrit alors :



Signal triangulaire

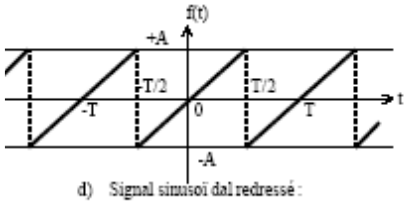


Spectre en fréquences

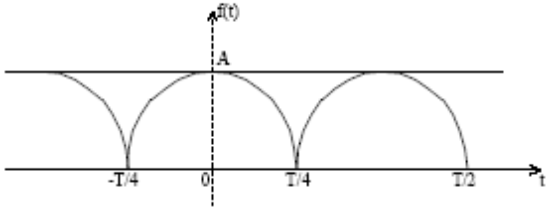
$$f(t) = \frac{8A}{\pi^2}\left[\cos\omega t + \frac{1}{3^2}\cos 3\omega t + \frac{1}{5^2}\cos 5\omega t + \ldots\right]$$

On peut remarquer que les harmoniques d'ordre supérieur à 1 sont beaucoup moins importants pour le signal triangulaire que pour le signal carré, ce qui est naturel puisque le signal triangulaire a une forme proche de celle d'un signal sinusoïdal.

c) Signal en dents de scie :



$$f(t) = \frac{2A}{\pi}\left[\sin\omega t - \frac{1}{2}\sin 2\omega t + \frac{1}{3}\sin 3\omega t - \frac{1}{4}\sin 4\omega t + \ldots\right]$$

d) Signal sinusoïdal redressé :

$$f(t) = \frac{2A}{\pi} + \frac{4A}{\pi}\left[\frac{1}{3}\cos 2\omega t - \frac{1}{3.5}\cos 4\omega t + \frac{1}{5.7}\cos 6\omega t + \ldots\right]$$