

## CHAPITRE 5

### CONCEPTION DU SYSTÈME DE MESURE

#### 5.1 Choix du logiciel, d'électromètre et de système d'acquisition

Le choix du logiciel et du système d'acquisition dépend de plusieurs critères, pour la mesure en temps réelle soit au laboratoire, soit sur site. En effet, il existe plusieurs systèmes d'acquisition et aussi plusieurs logiciels disponibles pour effectuer ce type de mesures. Conformément aux critères demandés, notre choix s'est basé sur la rapidité des mesures en temps réel, la souplesse, la puissance du logiciel et finalement la compatibilité de ce système d'acquisition avec les appareils de mesures (électromètre, multimètre, source,...).

#### 5.2 Logiciel [43]

Conformément au cahier de charge du projet, et suivant les moyens existant aux laboratoires, la conception du logiciel a été réalisée pour faire les acquisitions de données sur terrain comme au laboratoire.

- **Matériel requis**

Les équipements informatiques nécessaires pour le bon fonctionnement du logiciel de contrôle LabVIEW développé lors de ce projet de recherche sont :

- PC: Pentium IV;
- Logiciel « measurement & automation explorer »version 3.1.1.3003;
- Logiciel d'application LabVIEW, version 7.1;

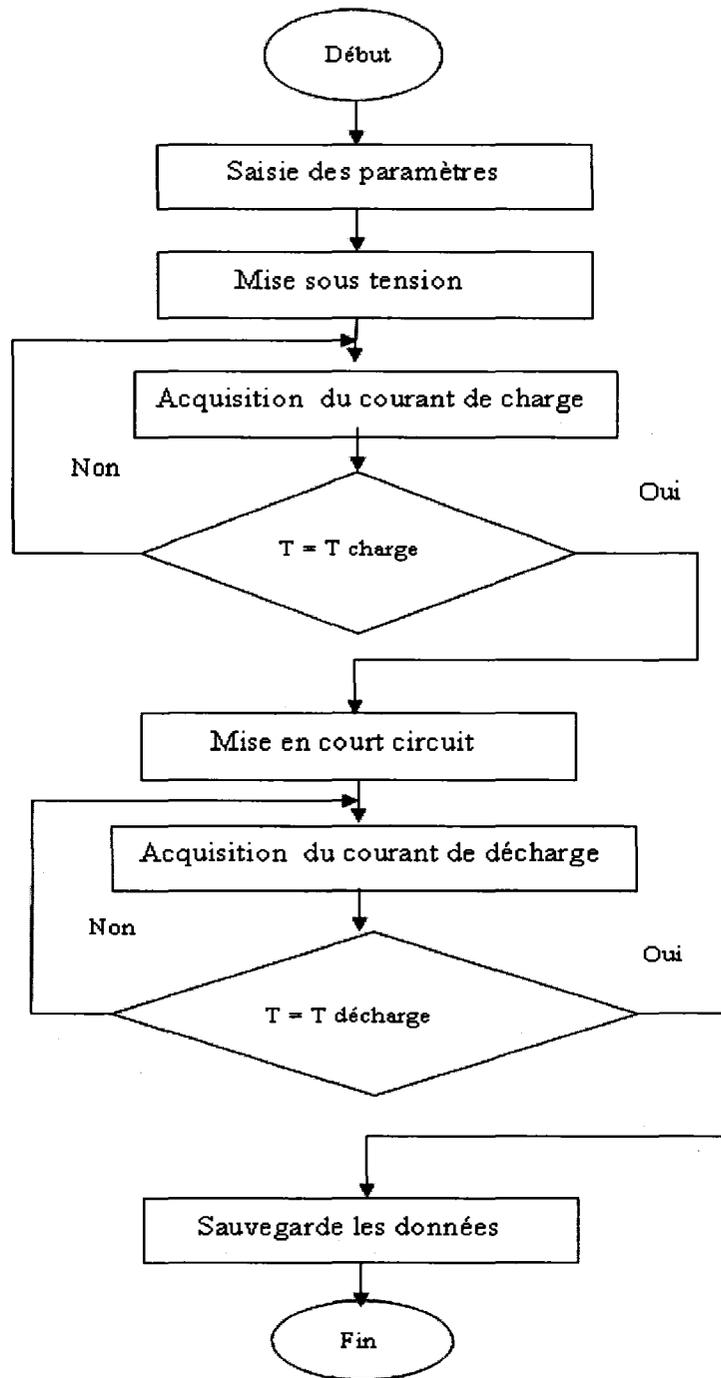
- Carte d'acquisition GPIB;
- Électromètre Keithley 6517A;
- Câble d'interfaçage.

### **5.2.2 Fonctionnement du logiciel LabVIEW**

Le logiciel se compose de deux parties principales, l'une est l'interface utilisateurs dans laquelle, une ou tout le programme peut être exécuté en interactif, et cela à partir d'icônes représentant les tâches d'acquisitions. L'autre partie du programme, c'est le code source du VI, et cela représente le programme sous forme graphique. Ce programme est sollicité directement à partir de l'interface utilisateurs.

### **5.2.3 Conception et Organigramme**

L'organigramme suivant décrit la conception du logiciel LabVIEW pour les mesures TDS. Il explique le fonctionnement de base des mesures TDS.



Organigramme de conception du logiciel LabVIEW

Le principe de développement du logiciel dont l'organigramme de conception est introduit ci-dessus, est expliqué dans les paragraphes suivants.

#### 5.2.4 Page de démarrage

La page de démarrage, illustrée à la figure 33, représente la face avant du logiciel et permet le démarrage du programme et l'acquisition des données. Pour commencer un essai, il est indispensable de donner l'adresse GPIB de l'instrument de mesure. Dans notre cas, il s'agit du Keithley 6517A avec une adresse 27. Pour sauvegarder les données ainsi obtenues, le type de l'essai, la date, l'heure, le type d'échantillon et la capacité devront être saisis. Le programme s'exécute dès que l'on appui sur le bouton « démarrer un essai ».

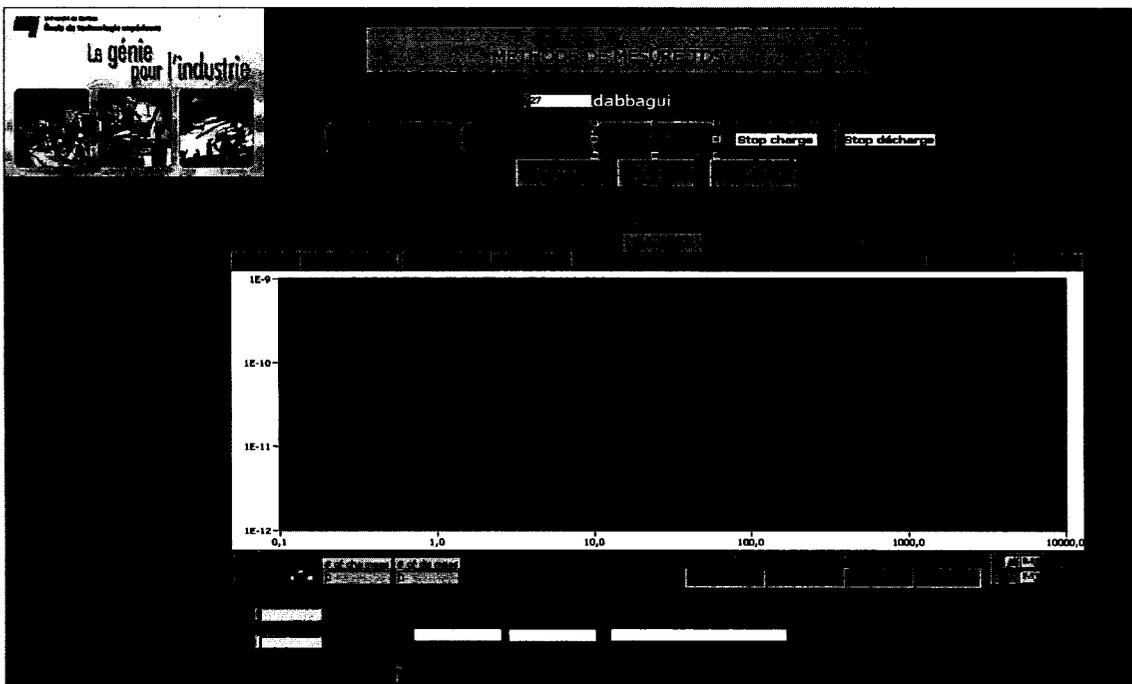


Figure 33 Face avant de logiciel de mesure TDS

### 5.2.5 Page des variables globales

Cette page permet d'entrer les caractéristiques de l'essai à exécuter (figure 34). En effet, les cases blanches peuvent être remplies ou modifiées suivant le type et le besoin de l'essai. Seulement le « temps de charge » pour l'acquisition de courant de charge (voir équation (3.50)) et la « tension » affecteront l'essai, les autres caractéristiques seront sauvegardées dans le fichier des données «x.ite», mais n'affecteront pas l'essai. On a choisi un temps de décharge égale à la moitié de celui de charge et l'acquisition du courant de décharge (voir équation (3.52)) se fait automatiquement à la fin de la période de charge.

<b>Temps de charge (s)</b> <input type="text" value="2000"/>	<b>Identification</b> <input type="text"/>	<b>Date de l'essai (jj/mm/aa)</b> <input type="text"/>
<b>Tension (v)</b> <input type="text" value="1000"/>	<b>Tension nominale (KV)</b> <input type="text" value="0,0"/>	<b>Nom de l'utilisateur</b> <input type="text"/>
<b>Capacité (nF)</b> <input type="text" value="0,0"/>	<b>Puissance nominale MVA</b> <input type="text" value="0,0"/>	<b>Type d'essai</b> <input type="text"/>
<b>Résistance en série (KOhms)</b> <input type="text" value="0,00"/>	<b>Type d'isolation</b> <input type="text"/>	<b>Marque d'origine</b> <input type="text"/>
<b>Fichier</b> <input type="text"/>	<b>Phase</b> <input type="text"/>	<b>Commentaire</b> <input type="text"/>
	<b>Température ambiante (C)</b> <input type="text" value="0,0"/>	
	<b>Taux d'humidité (%)</b> <input type="text" value="0,0"/>	

Figure 34 Paramètres de l'essai

### 5.2.6 Code source

Cette section contient l'initialisation de tous les paramètres de l'essai. En effet, le temps de charge, le temps de décharge, le courant de charge, le courant de décharge, la tension d'alimentation et les paramètres graphiques s'initialisent à chaque nouvel essai (figure 1 en annexe 1). Les paramètres globaux sont programmés et leurs initialisations se fait à partir de la page de démarrage. Ces paramètres sont la tension d'alimentation en cas d'un seul échelon et le temps de charge en seconde (figure 2 en annexe 1). L'acquisition se fait suivant une progression géométrique (suivant une loi de suite géométrique).

### 5.2.7 Mise sous tension

La fenêtre illustrée à la figure 35 représente le programme indiquant à l'utilisateur que l'échantillon est sous tension.

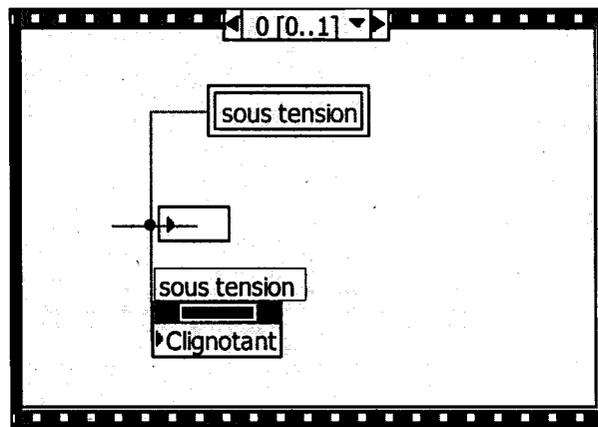


Figure 35 Indicateur de tension

### 5.2.8 Ordre de mise sous tension

Cette section comprend le programme et les fonctions de communication avec l'électromètre «Keithley 6517A». La commande initiale envoyée à l'électromètre est celle de la mise sous tension.

En effet, les commandes suivantes sont transmises à l'électromètre afin de le mettre sous tension :

- : sour:volt:range 1000; (l'appareil applique un échelon de 1000 V aux bornes de l'échantillon)
- : sour:volt (la source fonctionne en générateur de tension)
- : outp:stat on (la sortie de l'électromètre est prêt a envoyer les donnes)
- curr:rang:auto on (l'ampèremètre se place en mode echelle automatique et se met en marche)
- syst:zch off (l'appareil est prêt à mesurer)

### 5.2.9 Cycle de charge

Cette section décrit (voir figure 6 en annexe 1) le programme de début d'acquisition du courant de charge. Les valeurs acquisitionnées du courant sont sauvegardées dans la mémoire de l'électromètre et transmises par la suite à partir de l'interface «GPIB» à notre système d'acquisition et seront affichées en temps réel sur notre graphe dans la page de démarrage.

En cas d'existence d'une erreur dans l'acquisition ou d'un défaut au niveau de l'électromètre, le programme va nous indiquer «*Une erreur s'est produite en lisant le 6517A*». La variation de l'échelle (voir figure 7 de l'annexe 1) suivant l'ordre de grandeurs des courants obtenus se fait automatiquement. En fait, la valeur du courant mesuré s'affiche automatiquement sur l'affichage de l'électromètre, et est transmise périodiquement au logiciel et affichée sur un graphique (20 valeurs par décade).

Les filtres utilisés ont pour rôle de traiter les données obtenues et éliminent les bruits existants.

Les commandes suivantes permettant le changement du niveau de filtrage de l'électromètre sont les suivantes :

- : curr:dc:aver:count 4
- : curr:dc:aver:count 8
- : curr:dc:aver:count 16
- : curr:dc:aver:count 32

#### **5.2.10 Cycle de décharge**

Le cycle de décharge consiste en l'acquisition du courant de décharge après que l'échantillon ait été mis en court-circuit par la source (figure 8 en annexe 1).

L'acquisition des valeurs de décharge, les changements d'échelle de décharge, le filtrage des bruits se fait de la même façon que pour le courant de charge.

#### **5.2.11 Sauvegarde des données**

Pour comparer les résultats des mesures «TDS» obtenue par le logiciel LabVIEW entre eux ainsi qu'avec des mesures fréquentielles «FDS» on doit faire appel à un autre logiciel d'analyse de données [en visuel basic «VB»]. Les données numériques de l'essai ainsi que les informations contenues dans la fenêtre « des variables globales » doivent être sauvegardées à la fin de l'essai dans un fichier «.ite» dont le format sont celui lu par le logiciel d'analyse de données. Le nom des fichiers est choisi par l'utilisateur à la fin de l'essai.



### 5.3 Électromètre Keithley 6517A

L'électromètre Keithley 6517A est un générateur de tension en courant continu et en même temps est un appareil de mesure à Courant Continu de haute résolution. Il peut être employé pour toutes les mesures électriques de base telles que la tension, le courant, la résistance et la charge en utilisant comme source de tension soit sa propre source interne, soit une source externe lorsque l'on désire des tensions dépassant 1000V. Ses caractéristiques et performances d'entrée ainsi que sa haute sensibilité aux faibles valeurs de mesures (allant jusqu'au pico-ampère) lui donne un net avantage par rapport aux autres appareils de mesures numériques classiques dans les mesures de tension, de courant, de résistance et de charges. L'électromètre Keithley model 6517A offre une grande précision et une haute sensibilité aux mesures et se caractérise par :

- Impédance d'entrée de  $200T\Omega$
- Source de tension de  $\pm 1kV$
- gammes des courants mesurés de  $1pA - 20mA$
- gammes des tensions mesurés de  $-1000V$  et  $1000V$
- gammes des résistances mesurées de plus de  $10^{16}\Omega$
- gammes des charges mesurés de  $10fC$  à  $2\mu C$
- possibilité de mesurer d'autres paramètres physiques tel que, températures, humidités,...
- vitesse de mesure de 125 lecture/s

Il peut être également commandé par l'intermédiaire d'une interface IEEE-488 (GPIB) et intégré par un système de commande tel qu'un ordinateur. La figure 37 montre la face avant de l'électromètre 6517A qui est utilisé comme générateur et appareil de mesure lors de nos mesures temporelle dans le cadre de notre présente mémoire.

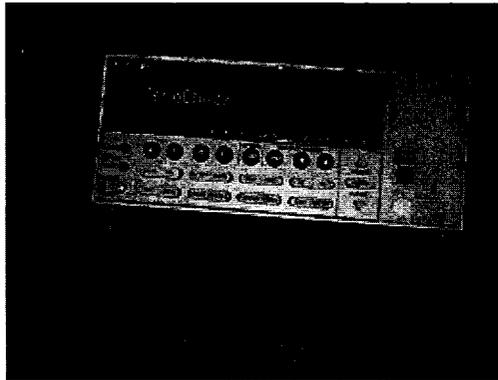


Figure 37 L'électromètre Keithley 6517A

Le principe de fonctionnement de l'électromètre par le mode mesure de tension et mesure de courant ainsi que quelques modes d'affichage sont mentionnés dans les paragraphes suivants.

### 5.3.1 Mesure de tension

Le montage de la figure 38, montre le principe de mesure de tension par l'électromètre 6517A [59].

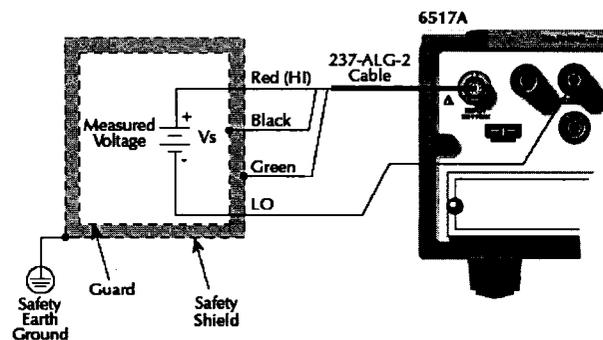


Figure 38 Mesure de tension par l'électromètre

### 5.3.2 Mesure de courant

La figure 39 décrit le montage de mesure de courant par l'électromètre 6517A [59].

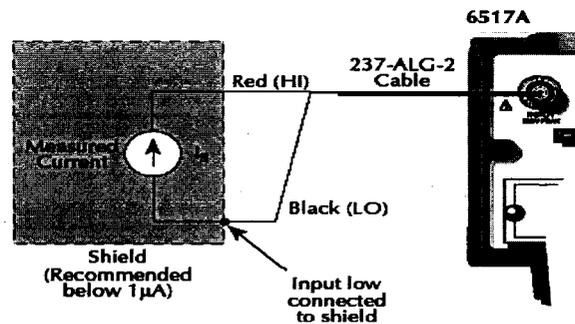


Figure 39 Mesure de courant par l'électromètre

### 5.4 Système d'Interfaçage

Depuis 1984, date à laquelle IBM a choisi National Instruments comme fournisseur exclusif de sa technologie d'interface GPIB pour le PC IBM, le jeu de fonctions du driver de carte NI-488 est devenu le standard industriel de programmation d'instrumentation GPIB. À l'heure actuelle, l'API (interface de programmation d'application) NI-488.2 est reconnue dans l'industrie toute entière pour sa facilité d'adaptation à toute une variété d'applications et de systèmes d'exploitation [60].

Les caractéristiques principales du protocole de communication GPIB sont les suivantes:

- performances et fiabilité
- facilité d'installation et de configuration
- drivers pilote d'instruments
- vaste choix de logiciels de développement
- support client international

LabVIEW est le premier logiciel de développement d'applications et de tests de l'industrie. Son langage de programmation graphique tout à fait révolutionnaire favorise la réussite des solutions proposées.

#### 5.4.1 Gamme de produits GPIB

Les interfaces IEEE 488 disponibles pour chaque système d'exploitation Windows 2000/ NT/ 9x/ 3.13 sont énumérés dans le tableau 9 [60]. Le système développé dans le cadre de ce travail utilise une carte PCMCIA-GPIB.

Tableau IX  
Les interfaces de la carte GPIB

Modèle	Bus	Plug&Play	TNT488 2C	Vitesse 488.1 max.	Vitesse HS488 max.
PCI-GPIB, PCI-GPIB+	PCI	Oui	Oui	1,5Moctets/s	7,7 Moctets/s
PCMCIA-GPIB PCMCIA-GPIB+	PC Card	Oui	Oui	1,5Moctets/s	2,3 Moctets/s
GPIB-1394	IEEE 1394	Oui	Oui	1,5 Moctets/s	4,0 Moctets/s
GPIB-USB	USB	Oui	Oui	340 Koctets/s	N/A
GPIB-232CT-A	Port série PC	N/A	Non	Dépend de la vitesse en baud	N/A
GPIB-1284CT	Port parallèle PC	N/A	Oui	300 Koctets/s (EPP)	N/A
GPIB-ENET	PC Ethernet	N/A	Non	50 Koctets/s	N/A

## 5.5 Conclusion

Ce chapitre présente la conception du système d'acquisition de données (logiciel) du banc d'essai ainsi que de l'appareil de mesure le Keithley 6517A. Cet appareil répond à tous les besoins demandés et les spécifications requises au niveau de la précision. En effet, des essais comparatifs ont été réalisés par un autre logiciel en Visual Basic [67] et les résultats obtenus par l'application LabVIEW se sont avérés supérieurs aux niveaux de :

- La rapidité de la mesure, et cela dû au langage compilé de LabVIEW
- L'interface avec l'utilisateur plus professionnelle