Julien TRUCHE Ian BILLANOU



**Projet SIIC** 



# I. Introduction :

Depuis trois ans, un logiciel permettant de piloter la pile à combustible de la salle de travaux pratiques est développée au sein de l'école par des élèves de l'option SIIC.

Un tel logiciel est fourni avec la pile, cependant il n'a pas été jugé suffisamment conviviale. Et son utilisation de manière autonome par les élèves présente un risque pour la pile. Etant le groupe qui a finalisé le projet, nous allons vous présenter brièvement le principe de fonctionnement de la pile. Nous exposerons le travail réalisé par les étudiants des années précédentes et nous développerons notre contribution. Enfin nous établirons un mode d'emploi du logiciel.

# II. <u>Généralité sur la pile a combustible et le</u> <u>dispositif :</u>

## 1. La pile à combustible (PAC) :

### **Description :**

Une pile à combustible est un système électrochimique (générateur d'électricité) qui transforme directement l'énergie chimique d'une réaction d'oxydation en énergie électrique. De plus la particularité de la P.A.C. est que les électrodes ne subissent aucune modification de structure au cours des réactions électrochimiques, mais servent uniquement de support à la réaction chimique.

### Principe de fonctionnement :

La pile à combustible comporte donc une anode qui reçoit le combustible (hydrogène) et une cathode qui reçoit un oxydant  $(O_2)$ . La réaction de l'électrolyte va assurer la diffusion électronique d'ions ce qui va ainsi générer la production d'un travail électrique.

En pratique la pile est un assemblage de cellules élémentaires fonctionnant de la manière décrite précédemment, la production d'électricité étant liée au nombre de cellules. Chaque cellule est donc constituée de deux compartiments (anode et cathode) qui sont séparée par un électrolyte (devant être un bon conducteur ionique et un bon isolant électronique).

École polytechnique

universitaire de Marseille



### Notre cas : La pile à membrane échangeuse de protons :

L'électrolyte se fait ici au travers d'une membrane polymère conductrice échangeuse de protons H<sup>+</sup>, il en résulte que la réaction électrochimique est uniquement accompagnée d'une production d'eau et de chaleur.



Il est à noter que le rendement d'un tel type de pile est de l'ordre de 50%

Les avantages de la pile à membrane échangeuse de protons sont :

- L'électrolyte est solide
- Sa faible température de fonctionnement
- Une puissance massique élevée

Les inconvénients sont :

- Les membranes doivent sans cesse être hydratées
- Le coût de l'ensemble
- Le stockage de l'hydrogène



## 2. Notre dispositif:

Il permet l'étude d'une pile à combustible de 50 Watts comprenant 10 cellules élémentaires. Notre banc d'essai est muni des éléments suivants :

- La P.A.C
- Un débitmètre sur l'arrivée d'hydrogène.
- Une purge pour l'eau contenue dans la P.A.C.
- Deux ventilateurs pour refroidir la P.A.C.
- Une charge électronique pour solliciter la P.A.C.
- Le PC d'acquisition
- Une carte d'acquisition PCI 9118
- Un logiciel d'acquisition et de contrôle réalisé sous LabView
- Et désormais un logiciel d'acquisition et de contrôle réalisé sous Visual C<sup>++</sup>





# III. Présentations du travail réalisé antérieurement :

### 1. Travail de l'année 2003/2004

Ce travail de conception d'un logiciel sous Visual C<sup>++</sup> s'est avéré beaucoup plus compliqué que prévu car les ports de la carte d'acquisition des données délivrées par le module de contrôle de la pile à combustible n'étaient pas identifiés dans la documentation fournie. C'est-à-dire qu'ils ne savaient pas quelle voie délivrait quel signal.

La majeure partie du travail accompli par le binôme de cette année a donc été d'identifier le signal délivré par chacune des voies de la carte pour pouvoir ensuite communiquer avec la pile (en agissant sur les grandeurs voulues).

Pour ce faire ils ont réalisé une carte électronique afin d'analyser tous les signaux issus des différentes broches du câble reliant l'ordinateur au module de contrôle de la PAC. Ils ont ainsi pu identifier les voies correspondant aux signaux que l'on veut récupérer :

température : voie 14 \_tension : voie 15 \_consommation d'hydrogène : voie 6 intensité : voie7

Et ils ont de même identifié les voies de la carte sur lesquelles il faut agir pour piloter la pile depuis l'ordinateur :

le réglage de l'intensité du courant dans la pile : voie 0

le réglage de la tension des ventilateurs : voie 1

Ils ont ainsi pu, après avoir effectué ce long travail de reconnaissance, commencer la programmation du logiciel sous Visual C<sup>++</sup>.

Ils ont alors créé une interface graphique qui ne sert plus aujourd'hui.

D'un point de vue programmation « pure », le binôme de cette année a posé les bases du logiciel puisqu'ils ont encapsulé la DLL correspondant au driver de la carte qui communique avec le module de contrôle du montage dans le fichier pcdask.h. Ils ont ensuite défini les fonctions utilisant le driver de la carte, qui permettent de communiquer avec celle-ci, dans le fichier *pcdask.cpp*.



### 2. Travail de l'année 2004/2005

Une fois le driver encapsuler, l'équipe suivante a repris le développement du programme et a implémenté l'ensemble des fonctions existantes dans le logiciel fourni avec la pile. Ainsi que quelques fonctions supplémentaires comme le temps de réponse. Ils sont donc à l'origine de l'architecture du programme : création des classes (en particulier PcDask, et DlgTempRep).

On peut donc résumer leur travail par les points suivants :

- Améliorer le graphique lié à l'acquisition
- Créer une commande permettant de piloter la purge
- Pouvoir sortir de l'application sans problèmes
- Faire en sorte que l'interface graphique soit inactive au lancement du logiciel
- Créer un menu déroulant comprenant (et en réaliser les classes ou fonctions associées) :
  - ✓ L'initialisation de la carte
  - ✓ Le temps de réponse
- Réalisation d'une nouvelle classe permettant d'obtenir le temps de réponse de la pile de manière précise (avec son interface graphique associée cf. précédemment), et faire en sorte que l'on reste dans le domaine linéaire.
- Trouver les vraies équations reliant la tension fournie à la carte en fonctions des paramètres à piloter.



# IV. Notre contribution à ce projet :

Nous avons modifié la façon dont l'initialisation du programme et de la carte est réalisée. Désormais, elle s'effectue au lancement du programme, puisque la commande d'initialisation se trouve dans le constructeur de la classe CPcDask. Le constructeur va donc initialiser et configurer la carte avec le mode par défaut, qui correspond à un montage simple (pas de différentielle) bipolaire.

Le Timer qui auparavant démarrait lors de l'initialisation, démarre maintenant avec l'application. C'est le Timer qui gère l'ensemble du processus, son rôle est donc primordial (Il permet de cadencer la lecture puis l'affichage des données sur le graphique, il contrôle le délai entre les purges automatiques et à chaque instant il permet de contrôler la température).

Nous avons rajouté une purge qui se fait automatiquement à un intervalle de temps paramétrable par l'utilisateur. Cette purge intervient même dans le cas où l'utilisateur ne fait pas d'acquisition et ceci afin de prévenir toute dégradation de la pile à combustible.

Remarque, si l'utilisateur fait une purge manuelle le décompte pour la purge automatique est remis à zéro.

De même toujours avec le souci de rendre l'application sans aucun risque pour la pile, dès le lancement de l'application, un contrôle de la température de la pile est effectué. Dans le cas d'un dépassement de la température critique (paramétrable mais avec un maximum à 45°C), le programme prend la main sur l'utilisateur et lance un processus permettant de refroidir le système (augmentation de la vitesse des ventilateurs et désactivation de la charge). Lorsque cela arrive l'utilisateur est prévenu par une fenêtre. Il reprend la main lorsque la température est de nouveau acceptable.

La fermeture de l'application quelque soit la méthode, offre aussi toutes les garanties concernant la sécurité de la pile. En effet, la fermeture implique la désactivation de la charge, et remet l'ensemble des paramètres à leur valeur par défaut et lance tous les destructeurs nécessaires.



L'ensemble de ces modifications a entraîné une simplification de l'interface, en particulier dans l'utilisation du menu.



Il est désormais possible d'enregistrer les données au format Excel. Cela sauvegarde les données du graphique (Temps, consommation d'hydrogène, intensité, température, tension) sous la forme d'un tableau.

De même pour le temps de réponse (Temps, tension, consommation d'hydrogène).

En ce qui concerne le temps de réponse, les modifications suivantes ont été réalisées : l'intensité initiale n'est plus entrée par l'utilisateur mais mesurée lors de l'ouverture de la fenêtre. Cela permet d'obtenir un meilleur résultat. Auparavant, si un décalage existait entre la consigne d'entrée et l'état réel de la pile, le résultat obtenu ne correspondait pas aux exigences de l'utilisateur. Avec le souci d'éviter à l'utilisateur une mauvaise utilisation de cet outil, ce dernier est averti de l'incohérence du résultat lorsqu'il met une valeur finale égale à la valeur initiale.



Et finalement nous avons aussi modifié les fonctions établies par les étudiants précédents afin de les rendre compatibles avec l'ensemble des changements effectués. Mais aussi dans le but de simplifier le code et de mieux respecter les exigences du codage structuré.

# V. <u>Conclusion :</u>

Ce projet permet dans un premier temps de se rendre compte de l'intérêt de la programmation structurée et commentée. En effet sans cela il serait pratiquement impossible de reprendre le développement d'un programme. La rigueur dans le choix des noms de variables et dans le respect des conventions initialement choisies est primordiale. Malgré cela il est toujours difficile de se plonger dans un code élaboré par une autre personne. Mais voir le programme aboutir et fonctionner tel que l'on le souhaitait nous a procuré une certaine satisfaction.

Nous avons donc continué l'évolution du programme en ajoutant les éléments manquants, surtout ceux maintenant l'intégrité de la pile. Ce programme peut donc se substituer à celui fourni avec la pile, puisqu'il offre désormais les mêmes possibilités et plus encore. Le bon compromis entre ses possibilités et la sécurité de la pile rend notre logiciel parfaitement utilisable lors des séances de travaux pratiques.

Cependant il reste perfectible et des améliorations sont possibles. Par exemple en implémentant une option permettant l'étude dynamique de la pile. Et afin de le rendre plus complet ajouter des fonctions, permettant l'analyse et le traitement du signal ou encore la possibilité de zoomer.





### 1. Lancement du logiciel

Pour lancer le logiciel, exécutez le programme « pac\_dyn.exe ».

Le programme se lance et la fenêtre principale s'affiche à l'écran. Si vous n'avez pas de message d'erreur, c'est que l'application fonctionne correctement et que l'initialisation de la carte s'est bien faite.

Dans le cas contraire, cliquez sur « Acquisition → initialisation » situé au niveau de la barre de menu. Si de nouveau un message d'erreur apparaît, fermez l'application et recommencez le lancement du logiciel. Si cela ne résout pas le problème contactez votre professeur. Il y a sûrement un problème au niveau du pilote (driver).

### 2. Fermeture du programme

Pour fermer le programme vous pouvez le faire soit en utilisant la croix rouge située en haut a droite de la fenêtre principale soit en cliquant sur « Fichier **→** Quitter » dans la barre de menu.

Vous n'êtes pas obligé de prendre de précaution la fermeture est sans risque puisqu'elle se charge de recharger les paramètres par défaut.

## 3. Présentation générale.







### 4. <u>Acquisition de données</u>

Une fois le programme lancé, le bloc de communication entre la pile et l'unité centrale est sous tension, la pile est prête à fonctionner et peut maintenant être pilotée à l'aide du logiciel.

Avant l'acquisition définissez la période d'échantillonnage en utilisant le bouton prévu à cet effet en bas à droite de l'application. Vous pouvez soit manœuvrer le bouton à l'aide de la souris, soit inscrire directement la valeur dans le cadre situé juste en dessous.

Vous pouvez maintenant acquérir les données.

Pour cela cliquez sur le bouton vert « Acquisition ». Ce dernier doit devenir rouge. Et l'affichage sur le graphique doit s'effectuer normalement.

Remarque, la commande « Acquisition » déclenche la purge manuelle.



Les zones évoquées sont encadrées en rouges.



### 5. <u>Utilisation de la charge</u>

Pour utiliser la charge, vous devez l'activer. Pour cela cliquez sur « Activation de la charge ». Cela permet de dégriser la zone permettant le réglage de la charge électronique.

Une fois cette étape effectuée, il est possible de piloter la charge. Vous pouvez soit manœuvrer le bouton à l'aide de la souris, soit inscrire directement la valeur dans le cadre situé juste en dessous.

Remarque, afin d'obtenir des résultants cohérents en activant la charge, assurez vous que la vanne distribuant l'hydrogène nécessaire au bon fonctionnement de la pile est ouverte.



Les zones évoquées sont encadrées en rouges.



### 6. Enregistrement des données

### Lors du premier enregistrement :

Pour sauver les données récupérées lors de l'acquisition, cliquez sur l'icône « enregistrer » dans la barre d'outils, ou dans la barre de menu cliquez sur « Fichier → Enregistrer » ou « Fichier → Enregistrer sous... ». Cela vous ouvre la fenêtre suivante :



Dans cette fenêtre choisissez un nom de fichier, et le répertoire dans lequel vous souhaitez faire la sauvegarde. Par défaut le nom du fichier est « TabValue.xls ».

#### Lors d'autres enregistrements :

Pour réaliser une nouvelle sauvegarde, cliquez sur «Fichier→Enregistrer sous...», il vous faudra alors inscrire un autre nom de fichier. En cliquant sur «Fichier→Enregistrer» ou sur l'icône « enregistrer» dans la barre d'outils, vous écraserez le fichier précédant.

## 7. <u>Utilisation de la fenêtre « temps de</u>

L'outil « temps de réponse » est accessible à partir de la barre de menu. Pour y accéder, cliquez sur « Acquisition → Temps de réponse ». Vous obtenez la fenêtre suivante :

École polytechr

universitaire de Marseille



Vous retrouvez dans cette fenêtre certains outils de la fenêtre principale. Ainsi vous pouvez régler le temps de l'acquisition, et l'échelon d'intensité que vous souhaitez observer.

Dans un premier temps, réglez la durée d'acquisition. (1)

En suite, programmez l'échelon d'intensité. Entrez une valeur différente de la valeur initiale. (2)

Pour chacune de ces deux étapes vous pouvez soit manœuvrer le bouton à l'aide de la souris, soit inscrire directement la valeur dans le cadre situé juste en dessous.

Une fois cette étape réalisée, il est conseillé de purger le système. Cliquez sur le bouton purge (bleu), il deviendra rouge. Patientez jusqu'à ce qu'il redevienne bleu. (2secondes). (3)

Maintenant cliquez sur Acquisition pour afficher les données. (4)

L'enregistrement se fait en cliquant sur le bouton « enregistrer ». La procédure est la même que pour l'enregistrement dans la fenêtre principale. (5)

Pour quitter la fenêtre, cliquez sur le bouton OK (6).