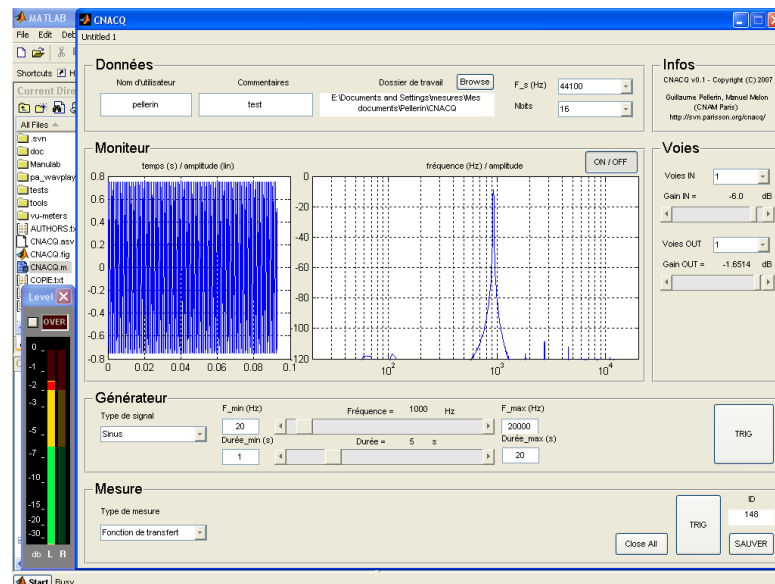


---

# Manuel du logiciel CNAQ

---

27 mars 2008  
Version 0.2



**Guillaume Pellerin<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Laboratoire d'Acoustique, Conservatoire National des Arts et Métiers  
5 rue du Vert Bois 75003 Paris, France  
<guillaume.pellerin@cnam.fr>

---

Version électronique type PDF avec hypertexte :  
[http://svn.parisson.org/cnaq/browser/trunk/doc/latex/Manuel\\_CNAQ.pdf?format=raw](http://svn.parisson.org/cnaq/browser/trunk/doc/latex/Manuel_CNAQ.pdf?format=raw)

## Table des matières

<b>1</b>	<b>Introduction</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Licence</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Téléchargement</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>Dépendances</b>	<b>4</b>
<b>5</b>	<b>Premiers réglages</b>	<b>4</b>
5.1	Latence . . . . .	4
5.2	Exécution . . . . .	5
<b>6</b>	<b>Détails de l'interface</b>	<b>5</b>
<b>7</b>	<b>Première mesure</b>	<b>6</b>
7.1	Mise en garde . . . . .	6
7.2	Opérations . . . . .	6
<b>8</b>	<b>Dépouillement</b>	<b>7</b>
8.1	Récupérer une mesure . . . . .	7
8.2	Aide . . . . .	7
8.3	Octave . . . . .	8

# 1 Introduction

CNAQ est un logiciel dédié à la mesure de fonctions de transfert des systèmes électriques ou électrodynamiques. Écrit en langage Matlab, il permet d'utiliser une carte d'acquisition audio compatible avec la norme ASIO pour générer un signal de type sinus glissant (« sweep » ou « chirp » en anglais), de quantifier la réponse temporelle du système puis d'en déterminer la fonction de transfert. Ce logiciel est développé dans le cadre de la rénovation des modules de travaux pratiques d'acoustique dispensés au CNAM de Paris.

A l'avenir (version  $\geq 0.3$ ), la structure d'analyse de CNAQ utilisera la méthode d'Angelo Farina [Farina, 2000] qui, appliquée dans le domaine numérique, permet d'obtenir des réponses avec un grand nombre d'échantillons, même aux très basses fréquences, tout en suivant les harmoniques créés au cours du glissement en fréquence. Le calcul est en effet basé sur un produit de convolution dont la transformée de Fourier comporte le même nombre de points que le nombre d'échantillons dans le signal mesuré. Outre le fait que cette technique offre une souplesse d'utilisation supplémentaire par rapport aux autres méthodes, MLS par exemple, elle fournit des résolutions fréquentielles très élevées, notamment aux basses fréquences. Elle rend également aisée et rapide la déduction des taux de distortions du système mesuré [Müller and Massarani, 2001]. Un test (`tests\farina.m`) permet de comparer la méthode Farina à celle du rapport des transformées de Fourier. Il apparaît que la première donne de meilleurs résultats dans le domaine temporel pour évaluer la réponse impulsionnelle alors que la deuxième semble optimale pour la détermination de la réponse fréquentielle.

Le logiciel CNAQ offre ainsi une interface interactive pour mesurer et calculer les fonctions de transfert directement dans Matlab. Il s'inspire Il s'inspire entre autres de l'excellent logiciel libre QLOUD [Gaydenko, 2007] fonctionnant sur système GNU/Linux.

# 2 Licence

Ce logiciel libre CNAQ est régi par la licence CeCILL soumise au droit français et respectant les principes de diffusion des logiciels libres. Vous pouvez utiliser, modifier et/ou redistribuer ce programme sous les conditions de la licence CeCILL telle que diffusée par le CEA, le CNRS et l'INRIA sur le site <http://www.cecill.info>.

En contrepartie de l'accessibilité au code source et des droits de copie, de modification et de redistribution accordés par cette licence, il n'est offert aux utilisateurs qu'une garantie limitée. Pour les mêmes raisons, seule une responsabilité restreinte pèse sur l'auteur du programme, le titulaire des droits patrimoniaux et les concédants successifs.

À cet égard l'attention de l'utilisateur est attirée sur les risques associés au chargement, à l'utilisation, à la modification et/ou au développement et à la reproduction du logiciel par l'utilisateur étant donné sa spécificité de logiciel libre, qui peut le rendre complexe à manipuler et qui le réserve donc à des développeurs et des professionnels avertis possédant des connaissances informatiques approfondies. Les utilisateurs sont donc invités à charger et tester l'adéquation du logiciel à leurs besoins dans des conditions permettant d'assurer la sécurité de leurs systèmes et ou de leurs données et, plus généralement, à l'utiliser et l'exploiter dans les mêmes conditions de sécurité.

Le fait que vous puissiez accéder à cet en-tête signifie que vous avez pris connaissance de la licence CeCILL, et que vous en avez accepté les termes.

### 3 Téléchargement

CNAQ est librement téléchargeable à l'adresse suivante : <http://svn.parisson.org/cnaq/> où il est conseillé de choisir la dernière version au format `tar.gz` ou `.zip`.

Pour obtenir la version de développement, il est nécessaire d'utiliser le logiciel Subversion<sup>1</sup> et d'appliquer la commande :

```
svn co http://svn.parisson.org/svn/CNAQ/trunk CNAQ
```

### 4 Dépendances

- Microsoft Windows® (>= 2000).
- MATLAB® (>= 2007a).
- Une carte audio compatible ASIO et ses pilotes ASIO installés.

CNAQ utilise deux principes pour converser avec la carte d'acquisition. D'une part, les fonctions d'émission du générateur propres à Matlab sur la base du driver *Winsound* permettent d'utiliser le monitoring graphique en parallèle de l'émission. D'autre part, les bibliothèques *pa-wavplay* [Frear, 2003] utilisant la norme ASIO facilitent le calcul des fonctions de transfert grâce à une taille de tampon mémoire mieux gérée.

### 5 Premiers réglages

#### 5.1 Latence

Afin d'obtenir un signal entrant synchronisé avec le signal sortant, il est nécessaire de mesurer le temps de latence total du système audio hors charges.

1. Connecter la sortie n°1 de la carte sur l'entrée n°1 de la carte audio compatible ASIO.
2. Démarrer MATLAB et aller dans le dossier `tools` du répertoire où est installé CNAQ. Par exemple :

```
>> cd('C:\CNAQ\tools')
```

3. Définir le numéro du périphérique ASIO. Par exemple :

```
>> device = 10
```

4. Définir le nombre de boucles de mesure. Par exemple :

```
>> N = 0
```

5. Appliquer la fonction de calcul de latence. Par exemple :

```
>> get_latency(device, N)
```

Si une erreur est renvoyée, le numéro du périphérique ASIO est sûrement faux. Essayer avec `device=1` ou `device=2`, etc...

6. Editer le fichier de configuration :

```
>> edit C:\CNAQ\config\asio.m
```

et remplacer les valeurs `device` et `latency` par celles déterminées. Sauver ce fichier.

---

<sup>1</sup><http://subversion.tigris.org/> pour Linux, ou <http://tortoisesvn.tigris.org/> pour Windows

## 5.2 Exécution

1. Démarrer Matlab.
2. Exécuter le fichier CNAQ.m depuis le dossier décompressé de l'application CNAQ, par exemple C:\CNAQ. Avant de démarrer, l'application demande de fournir un dossier de travail. Ce dossier peut être vide mais doit exister (le créer dans l'explorateur si nécessaire avec un nom explicite) : il intégrera l'ensemble des fichiers sauvegardés pendant les mesures. Une fenêtre semblable à la figure 2 doit alors s'afficher.

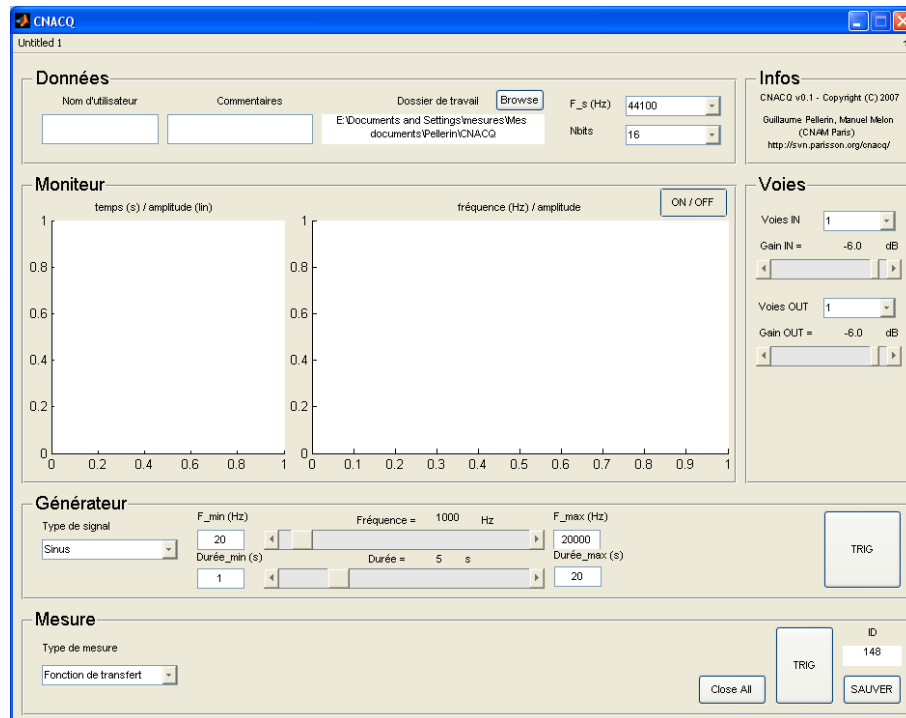


FIG. 1: Fenêtre de démarrage par défaut du logiciel CNAQ (v0.1).

3. Remplir les champs « Nom d'utilisateur » et « Commentaires ».
4. Démarrer le vu-mètre stereo : C:\CNAQ\tools\vu-meters\meterV.exe.

## 6 Détails de l'interface

L'interface graphique de CNAQ comporte 6 blocs principaux dont voici les descriptions :

**Metadata** : les données générales de la prochaine mesure : le nom de groupe (à remplir), les commentaires (optionnels), le dossier de travail à choisir (bouton **Browse**).

**Infos** : les informations de copyright et de version de l'application utilisée.

**Monitor** : les fenêtres d'affichage en temps réel des signaux entrant par la voie n°1. Au démarrage, l'affichage est désactivé. La première fenêtre est la forme d'onde temporelle du signal par blocs de 1 s et la deuxième le module de la transformée de Fourier de chaque bloc numérisé. Cette fonction est démarrée en appuyant sur le bouton **ON/OFF** et stoppée de la même manière.

**Remarque** : les fonctions d'affichage de Matlab imposent une priorité maximale de l'affichage de CNAQ lorsque le moniteur est enclenché. Pour pouvoir intervenir sur d'autres fenêtres dans l'environnement Windows, il est donc nécessaire de **stopper le moniteur**.

**Voices :** la fréquence d'échantillonnage  $F_s$  en Hz, le nombre de bits **Nbits** de la quantification ainsi que les voies entrantes et sortantes utilisées de la carte d'acquisition et leurs gains associées dans l'intervalle [0; 1].

**Generator :** les fonctions permettant de générer un signal et de le jouer à travers les voies choisies.

Si le type de signal est un **sinus**, sa fréquence est déterminé par la valeur du curseur **Frequency** et sa durée par la valeur du curseur **Time**. Les bornes de chaque curseur sont déterminées par les valeurs indiquées dans les champs latéraux.

Si le type de signal est un **chirp**, un sinus à fréquence glissante logarithmique est généré. Ses bornes sont celles du curseur de fréquence.

L'émission du signal déterminé est effectuée en cliquant sur le bouton **TRIG**. Noter qu'il est possible d'émettre un signal tout en visualisant la réponse du système étudié sur le moniteur.

**Measurement :** les fonctions de mesure de fonctions de transfert selon la méthode de Farina.

Les valeurs des bornes fréquentielles pour la génération du chirp ainsi que sa durée sont issues de celles du bloc Générateur.

Le bouton **TRIG** lance la mesure et affiche les résultats temporels (réponse temporelle et réponse impulsionnelle) et fréquentiels (module et phase) dans de nouvelles fenêtres pour chaque voie.

Le bouton **Save** sauvegarde l'ensemble des paramètres de la fenêtre, le signal émis ainsi que tous les signaux temporels mesurés dans un fichier de type MAT dans le dossier de travail. Le nom de ce fichier comporte le nom du groupe et l'**ID** de la mesure. Cette valeur s'incrémente automatiquement après chaque sauvegarde.

Le bouton **Load** charge un fichier de sauvegarde au format .MAT préalablement sauvé. On récupère alors tous les réglages de la mesure correspondante.

Le bouton **Plot** trace la dernière mesure effectuée ou chargée.

## 7 Première mesure

### 7.1 Mise en garde

Avant toute opération, un point sensible est à mettre en évidence pour éviter tout problème. En effet, dans l'état du programme à ce jour (v0.1), bien que les fréquences de mesure inférieures et supérieures peuvent être quelconques, CNAQ génère systématiquement le sinus glissant entre les fréquences 1 et  $F_s/2$  Hz. A ce signal est appliqué une enveloppe temporelle de type Hanning (attaque et relâchement) qui empêchent les effets de bord d'émerger lors du calcul de la fonction de transfert. Ainsi, il est possible que des fréquences plus basses que celles demandées soient envoyées aux appareils à mesurer. **ATTENTION** donc à vérifier le niveau de sortie des amplificateurs pour éviter la casse... Néanmoins, les bornes définies sont respectées pour le tracé des résultats.

### 7.2 Opérations

Voici une chronologie des étapes à suivre pour la mesure d'une fonction de transfert, après avoir effectué celles du paragraphe 5.

1. Choisir la fréquence d'échantillonnage et le nombre de bits de quantification.
2. Choisir les voies d'entrée et de sortie ainsi que les gains associés<sup>2</sup>. On ne doit JAMAIS dépasser 0 dB en entrée. Le vu-mètre externe permet de le contrôler.

<sup>2</sup>Pour une émission, seul le gain de sortie est influant.

3. Régler les paramètres du générateur qui détermineront ceux de la mesure (intervalles, durée, etc...).
4. Régler les appareils intermédiaires (amplis, filtres) en utilisant le générateur et le moniteur. Ne pas dépasser 0 dB au vu-mètre.
5. Effectuer la mesure à l'aide du bouton **TRIG** du bloc Mesure.
6. Sauvegarder éventuellement la mesure en cliquant sur le bouton **Save**.

## 8 Dépouillement

### 8.1 Récupérer une mesure

Outre les résultats bruts affichés après chaque mesure, il est possible d'analyser plus profondément les résultats grâce au langage Matlab. Il suffit de rappeler le fichier sauvegardé de type MAT depuis le dossier de travail à l'aide de la fonction **load**. Par exemple, si le fichier se nomme `Durand_89.mat` et se trouve dans le dossier `D:\Durand`, exécuter :

```
load(D:\Durand\Durand_89.mat);
```

Toutes les variables ainsi que les signaux temporels mesurés sont alors disponibles en mémoire pour être traités (voir l'onglet **Workspace** dans la fenêtre principale de MATLAB). Voici une liste non-exhaustive des paramètres et des signaux récupérés :

**comment** : le commentaire textuel associé à la mesure.

**f\_lin** : le vecteur fréquentiel utilisé pour le tracé des fonctions de transfert.

**f\_log** : le vecteur fréquentiel utilisé pour la définition du sinus glissant logarithmique.

**f\_max** : la fréquence maximale mesurée.

**f\_min** : la fréquence minimale mesurée.

**f\_s** : la fréquence d'échantillonnage.

**file** : l'adresse du fichier de mesure sauvegardé dans le système de fichier.

**gain\_in** : la valeur du gain d'entrée en dB au cours de la mesure.

**gain\_out** : la valeur du gain de sortie en dB au cours de la mesure.

**groupe** : le nom du groupe de travail.

**home\_dir** : le dossier de travail.

**id** : le numéro d'identification de la mesure sauvegardée.

**nbits** : le nombre de bits de quantification.

**sig\_exc** : le tableau des valeurs du signal d'excitation (mono-colonne).

**sig\_mes** : le tableau des valeurs des signaux mesurés (éventuellement multi-colonne).

**time** : la durée de la mesure en secondes.

**voices\_in** : les numéros des voies d'entrée de la carte d'acquisition choisies pour la mesure.

**voices\_out** : les numéros des voies de sortie de la carte d'acquisition choisies pour la mesure.

### 8.2 Aide

Deux commandes fondamentales permettent de trouver/retrouver une commande Matlab :

- **lookfor** : pour chercher un commande a l'aide d'un mot clé. Par exemple :

```
lookfor plot
```

- **help** : pour afficher l'aide textuelle d'une commande connue. Par exemple :

```
help plot
```

### 8.3 Octave

Lorsqu'aucune licence Matlab n'est disponible (chez soi par exemple), il est possible d'utiliser le logiciel libre et gratuit **Octave** [Eaton and Contributors, 2007] pour l'analyse des mesures. Ce logiciel, bien que moins complet que Matlab, dispose des mêmes fonctions principales que lui et surtout du même langage ! On peut donc - après avoir téléchargé, installé et démarré Octave - récupérer les mesures à partir des fichiers de sauvegarde de type `.mat` et exécuter directement les commandes vues aux paragraphes 8.1 et 8.2.

**Attention :** Octave ne permettra pas de faire fonctionner l'interface graphique CNAQ, uniquement les routines de post-traitement.



## Références

- [Eaton and Contributors, 2007] Eaton, J. W. and Contributors (1998-2007). *Octave*. <http://www.gnu.org/software/octave/octave.html>. Logiciel. 8
- [Farina, 2000] Farina, A. (2000). Simultaneous measurement of impulse response and distortion with a swept-sine technique. Présenté à la 108<sup>e</sup> Convention de l'Audio Engineering Society, Paris, France. preprint 5093. 3
- [Frear, 2003] Frear, M. (2003). *pa-wavplay*. <http://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/loadFile.do?objectId=4017>. Librairies ASIO. 4
- [Gaydenko, 2007] Gaydenko, A. (2007). *QLoud*. <http://gaydenko.com/qloud/>. Logiciel. 3
- [Müller and Massarani, 2001] Müller, S. and Massarani, P. (2001). Transfert-function measurement with sweeps. *J. Audio Eng. Soc.*, 49 :443–471. 3