

# TP ÉcA. Étude d'un filtre ADSL

## Objectifs

- Détermination expérimentale des propriétés d'un filtre ADSL
- Optimisation du filtrage par variation de l'impédance de charge
- Utilisation d'un logiciel pour le tracé de diagramme de Bode

## 1. Technologie ADSL

### a) Généralités

Les lignes téléphoniques ont été utilisées, depuis les origines jusqu'aux années 1990, uniquement pour transmettre la voix (c'est-à-dire des signaux électriques provenant de la conversion de signaux sonores). La recherche de moyens de transmission à haut débit des données informatiques a abouti, en 1988, au dépôt de brevet pour le système ADSL (*asymmetric digital subscriber line*) par Joseph Lechleider, du laboratoire Bellcore. Il s'agissait d'utiliser les mêmes lignes téléphoniques pour transmettre, dans des bandes de fréquences différentes, les signaux de voix et les signaux de données :

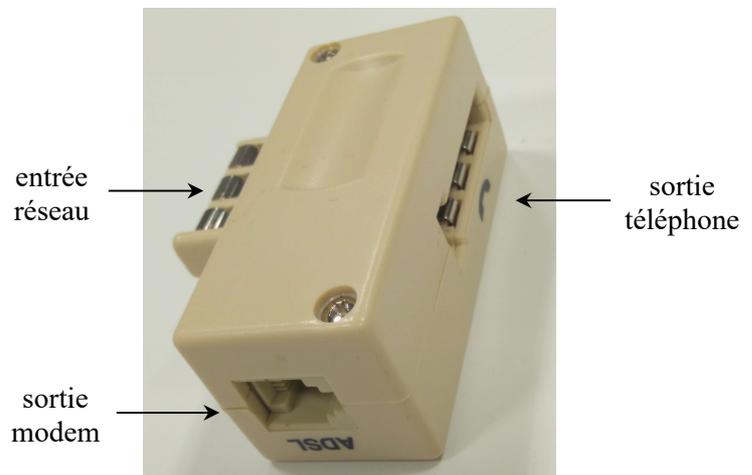
- les fréquences de 0 à 4 kHz sont utilisées pour les signaux de voix (téléphonie) ;
- les fréquences de 25 kHz à 138 kHz sont utilisées pour les signaux de données dans le sens montant ;
- les fréquences de 138 kHz à 1104 kHz sont utilisées pour les signaux de données dans le sens descendant.

Le sens descendant est celui qui permet de télécharger (*download*) des données depuis le réseau, tandis que le sens montant permet d'envoyer (*upload*) des données : celui-ci a une bande passante plus étroite donc un débit plus faible (c'est l'asymétrie indiquée dans le sigle ADSL).

### b) Présentation du filtre ADSL

On se propose d'étudier le modèle de filtre utilisé en France (mais qui tend à se raréfier, depuis le développement de la téléphonie par Internet). Ce filtre comporte :

- une entrée (prise en T mâle) pour la réception des signaux du réseau ;
- une sortie (prise en T femelle) pour envoyer les signaux de voix vers le téléphone ;
- une autre sortie (prise RJ11 femelle) pour envoyer les signaux de données vers le modem (modulateur/démodulateur) puis l'ordinateur.

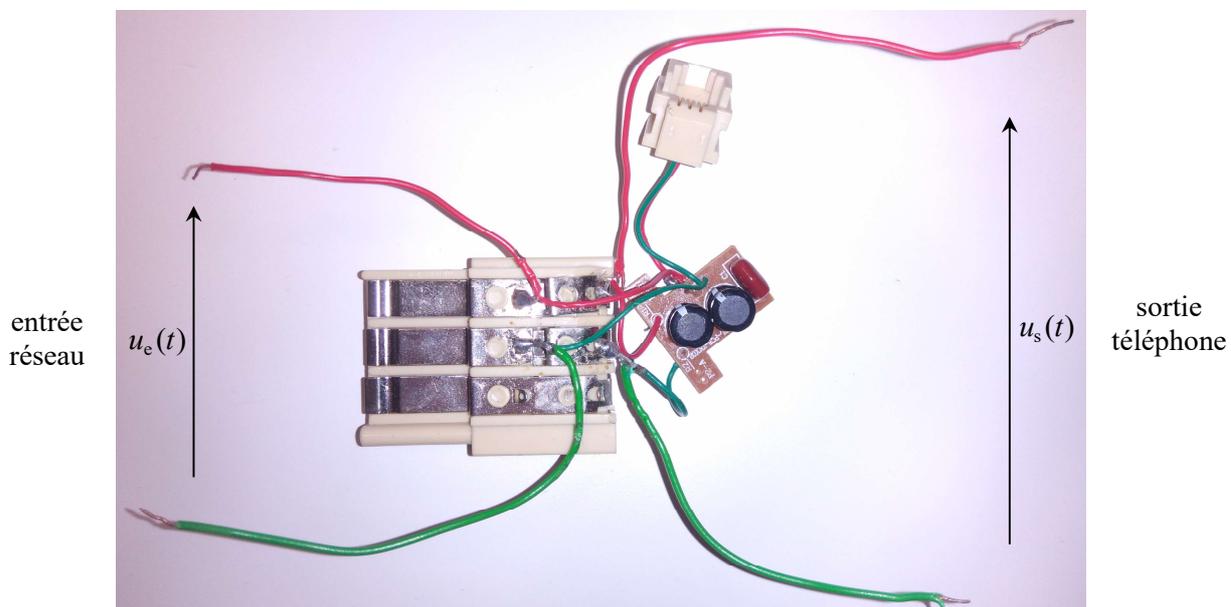


## 2. Étude du filtre ADSL

### a) Branchements

Les filtres ont été ouverts et de petits fils ont été soudés sur les bornes d'entrée et sur celles de la sortie téléphone. Ces câbles pourront être connectés aux appareils avec des pinces crocodiles.

**Attention, les soudures sont fragiles, il faut manipuler votre filtre avec précaution !**



## b) Détermination des caractéristiques du filtre

### ⇒ Questions 1

- Quel type de filtrage doit-on trouver sur la sortie téléphone ?
- Quelle peut être la fréquence de coupure/cassure de ce filtre ?

### ⇒ Protocole 1

- Imaginer et décrire un protocole permettant de déterminer la nature d'un filtre, son ordre, ainsi que ses paramètres caractéristiques : fréquence de cassure  $f_0$ , gain de référence  $H_0$ , et éventuellement facteur de qualité  $Q$ . On dispose du matériel habituel : GBF, oscilloscope, multimètre, boîtes à décades... et aussi de papier semi-logarithmique et log-log.
- Appliquer ce protocole au filtre ADSL en sortie ouverte.
- Commenter les résultats obtenus. Sont-ils conformes à ce qui était attendu ? Que pensez-vous de la qualité de ce filtre ?

## c) Étude de l'influence de l'impédance de charge

En réalité, ce filtre n'est pas prévu pour fonctionner en sortie ouverte. Il a été optimisé pour une impédance de charge qui est l'impédance d'entrée du téléphone (lorsqu'il est décroché) ; on pourra considérer qu'il s'agit d'une résistance  $R_t$ . Or la valeur de  $R_t$  agit uniquement sur le facteur de qualité du filtre : on se propose de trouver la valeur nominale de  $R_t$  en observant son influence sur la courbe de gain du diagramme de Bode.

### ⇒ Questions 2

- Quelle est l'allure optimale de la courbe de gain pour ce type de filtre ?
- Quel est le facteur de qualité correspondant ?

### ⇒ Protocole 2

Pour obtenir rapidement plusieurs diagrammes de Bode, on utilise maintenant le logiciel Oscillo5. Celui-ci permet d'utiliser la carte d'acquisition à la fois comme oscilloscope (entrées **EA0** et **EA1**) et comme GBF (sortie **SA1**).

- Brancher les boîtes à décades de résistances ( $\times 1 \Omega$  à  $\times 1000 \Omega$ ) en sortie du filtre : elles jouent le rôle de  $R_t$ . Prendre d'abord une grande valeur, pour être proche de la situation où la sortie était ouverte.
  - Faire les connexions suivantes :
    - bornes d'entrée du filtre sur la sortie **SA1 (SORTIES ANALOGIQUES)** et la masse de la carte d'acquisition ;
    - bornes de sortie du filtre sur l'entrée **EA1 (CANAL 1)** et la masse de la carte d'acquisition ;
    - sortie **SA1** sur l'entrée **EA0 (CANAL 0)**.
  - Ouvrir le logiciel Oscillo5. Dans la partie en haut à droite, sélectionner **Bode** ; les options utiles sont normalement déjà sélectionnées (gain en dB, phase en radians, échelle logarithmique de fréquences...). Choisir l'intervalle de fréquences adéquat pour tracer le diagramme de Bode (ne pas prendre un intervalle trop large, sinon le processus sera long). Cliquer sur **Déclencher** pour lancer le tracé.
  - Pour tracer une nouvelle courbe en effaçant la précédente, cliquer sur **La dernière** dans le menu **EFFACEMENT ACQUISITIONS PRÉCÉDENTES**. Si on clique sur **Toutes**, la nouvelle courbe efface toutes les précédentes. Si on ne choisit aucune des deux options, toutes les courbes sont conservées.
  - En utilisant des curseurs (clic droit sur la courbe, ou bien bouton **Curseurs** en bas de l'écran), vous pouvez vérifier vos mesures du protocole 1.
  - Faire varier la résistance en recherchant la courbe optimale : en déduire l'ordre de grandeur de  $R_t$  pour les téléphones du commerce.
-