

## Estimation paramétrique de modèles à temps discret

### 1 Procédure pour identifier un système à partir de données réelles

Lorsque l'on travaille sur des données réelles, le "vrai" système est bien entendu inconnu. Plusieurs étapes sont donc nécessaires pour estimer les paramètres inconnues. Elle sont brièvement rappelées ici.

1. **Prétraitement** des données : il s'agit d'enlever la moyenne (et la dérive s'il y en a une), puis d'observer si des données aberrantes doivent être éliminées ;
2. avant de se lancer dans une estimation d'un modèle dit boîte noire, il est intéressant d'en apprendre un peu plus sur le système (acquérir des *connaissances a priori*). Pour ce faire, plusieurs études peuvent être testées :
  - estimer et représenter la *réponse fréquentielle* afin d'avoir une idée sur l'ordre du système (observer la pente du diagramme de Bode en gain), sur le type d'amortissement (dépassement ou pas, pôles réels ou complexes conjugués, etc) ;
  - estimer et représenter la *réponse indicielle* empirique permet d'observer un éventuel retard entre l'entrée et la sortie du système mais également permet de confirmer le type de réponse (apériodique, pseudo-périodique, etc) ;
  - estimer le *retard* (attention les méthodes d'estimation du retard ne sont pas précises, il faut donc prendre ce résultat avec beaucoup de prudence) ;
3. détermination (estimation) de la **structure du modèle** et en particulier des ordres des polynômes de la fonction de transfert (ou a minima de l'ordre du système).
4. une étape facultative peut être d'estimer une fonction de transfert à temps continu grâce notamment à la commande `tfest` de Matlab. Cependant, cette estimation n'est qu'approximative car elle ne considère pas le bruit sur les données ;
5. **estimation d'un modèle boîte noire**, mais tenant compte des connaissances acquises dans les étapes précédentes. À ce stade, nous avons appris à estimer un modèle à temps discret (FT en Z) mais il est également possible d'estimer des modèles à temps continu (FT en Laplace). Plusieurs méthodes d'estimation des paramètres peuvent être choisies, comme **arx** (moindres carrés), **iv4**, **sriv** (variable instrumentale), ou **oe**, **bj** qui se fondent sur des méthodes d'optimisation non linéaires ;
6. **validation du modèle**. Plusieurs techniques peuvent être employées :
  - comparaison des signaux de sortie mesurée et sortie simulée ;
  - analyse des résidus, les résidus doivent être blancs (autocorrélation nulle ainsi que cross-corrélation) afin de ne plus inclure aucune information ;
  - analyse des pôles et des zéros afin de vérifier qu'ils correspondent à l'étude préliminaire.
  - etc

### 2 Identification d'un système à partir de données réelles

Cette partie a pour objectif de mettre en application la méthodologie de l'identification de modèles à temps discret sur des données réelles. Les différentes étapes sont décrites dans le fichier `EX0_donnees_reelles.pdf`.

Les données sont téléchargeables sous Matlab dans le fichier `dryer2.mat`. Ces données proviennent d'un système thermique ayant un fonctionnement identique à celui d'un sèche-cheveux. L'air entrant dans le tube est chauffé par l'intermédiaire d'une résistance chauffante. L'entrée du système est la tension appliquée à la résistance chauffante et la sortie est la température délivrée par une thermistance située à l'extrémité du tube.