



# BG

## MODELISATION DYNAMIQUE PAR LA METHODE DES BOND GRAPHS

### BG1 : Bond Graphs - Théorie

**OBJECTIFS PEDAGOGIQUES : APPORTER LES BASES THEORIQUES DES BOND GRAPHS ET DONNER AUX STAGIAIRES UNE METHODOLOGIE DE CONSTRUCTION ET DE STRUCTURATION DES MODELES.**

#### PROGRAMME

##### MODELISATION PAR LA METHODE DES BOND GRAPHS – THEORIE

- Présentation - Terminologie Bond Graph.
- Procédures de construction de modèles Bond Graph.
- Multiports.
- Pseudo Bond Graph.
- Causalité.
- Passage du Bond Graph au schéma bloc.
- Modèles mathématiques issus du Bond Graph.
- Propriétés structurelles.

**DUREE:** 2 jours

**PERSONNES CONCERNEES:** Cette formation s'adresse aux ingénieurs désirant maîtriser l'approche BOND GRAPH, technique puissante de modélisation des systèmes

**PRE-REQUIS:** Connaissance de la dynamique des systèmes ou personnes ayant suivi le cours ACLTI1 (Analyse et Contrôle des systèmes dynamiques linéaires). Bonne maîtrise de la modélisation ou avoir suivi le stage MSNL1 (Modélisation des Systèmes Non linéaires).

**LIEU:** Région Parisienne

**PRIX:** 1200 € HT (Stages intra-entreprise, nous consulter)

**DATES:** Voir catalogue des formations 2022

### BG2: Bond Graphs - Pratique: Application Mécatroniques

**OBJECTIFS PEDAGOGIQUES : METTRE EN ŒUVRE LA THEORIE DES BOND GRAPHS SUR DES APPLICATIONS MECATRONIQUES.**

#### PROGRAMME

##### EXEMPLES TRAITES.

- BOND GRAPH et systèmes électriques
- BOND GRAPH et systèmes mécaniques
- BOND GRAPH et systèmes pneumatiques
- BOND GRAPH et systèmes hydrauliques

**DUREE:** 2 jours

**PERSONNES CONCERNEES:** Cette formation s'adresse aux ingénieurs désirant maîtriser l'approche BOND GRAPH, technique puissante de modélisation des systèmes physiques

**PRE-REQUIS:** Connaissance de la dynamique des systèmes ou personnes ayant suivi le cours ACLTI1 (Analyse et Contrôle des systèmes dynamiques linéaires). Bonne maîtrise de la modélisation ou avoir suivi le stage MSNL1 (Modélisation des Systèmes Non linéaires).

**LIEU:** Région Parisienne

**PRIX:** (Stages intra-entreprise, nous consulter)

**DATES:** nous consulter (\*)

## BG3: Bond Graphs - Pratique: Application Energétiques

**OBJECTIFS PEDAGOGIQUES : METTRE EN ŒUVRE LA THEORIE DES BOND GRAPHS SUR DES APPLICATIONS ENERGETIQUES.**

### PROGRAMME

\*

#### EXEMPLES TRAITES.

- BOND GRAPH et systèmes énergétiques
- La représentation BOND GRAPH des différents composants thermiques et thermodynamiques.
- Moteur Thermique.
- Circuit de refroidissement.
- Générateur de vapeur.

**DUREE:** 1 jour

**PERSONNES CONCERNEES:** Cette formation s'adresse aux ingénieurs désirant maîtriser l'approche BOND GRAPH, technique puissante de modélisation des systèmes physiques

**PRE-REQUIS:** Connaissance de la dynamique des systèmes ou personnes ayant suivi le cours ACLT11 (Analyse et Contrôle des systèmes dynamiques linéaires). Bonne maîtrise de la modélisation ou avoir suivi le stage MSNL1 (Modélisation des Systèmes Non linéaires).

**LIEU:** Région Parisienne

**PRIX:** (Stages intra-entreprise, nous consulter)

**DATES:** nous consulter (\*)



# MSNL1

## MODELISATION DES SYSTEMES NON LINEAIRES

\* **Personnes concernées** : Cette formation s'adresse aux ingénieurs désirant maîtriser l'approche BOND GRAPH, technique puissante de modélisation des systèmes

### Objectifs pédagogiques : ACQUERIR DES OUTILS ET METHODES DE MODELISATION DE SYSTEMES NON LINEAIRES

#### PROGRAMME

##### INTRODUCTION ET GENERALITES

Modélisation et approche système. Les enjeux de la modélisation. Le modèle dans le cycle projet, pour la conception généralisée, dans le cycle de validation d'un système.

Le découpage d'un modèle en sous-modèles et modèles élémentaires. La structuration des différents sous-modèles. Les décompositions hiérarchiques des modèles. La notion de causalité.

##### APERÇU DES OUTILS DE MODELISATION ET SIMULATION, ARBRE DES DIFFERENTES REPRESENTATIONS D'UN MODELE.

- Représentation PDE, ODE. Représentation Bond-Graph.
- Représentation Schéma bloc. L'approche signal (SIMULINK).
- Représentation discrète.
- L'approche multi ports (PhiSim, AMESim, Dymola), ...

##### LES MODELES CALCULATOIRES (FEUILLES EXCEL).

##### LES MODELES LINEAIRES DYNAMIQUES CONTINUS (DIMENSIONNEMENT ET CONTROLE/COMMANDE).

##### LES MODELES NON LINEAIRES CONTINUS (PARTIES PHYSIQUES)

- Présentation des principales non linéarités statiques et dynamiques rencontrées dans les domaines énergétique, mécanique, hydraulique, électromécanique

##### COUPLAGE PARTIE PHYSIQUE CONTINUE AU CONTROLE / COMMANDE ANALOGIQUE

##### COUPLAGE PARTIE PHYSIQUE CONTINUE AU CONTROLE / COMMANDE NUMERIQUE

##### SIMULATION ET EXPLOITATION DES MODELES

- Sensibilisation aux problèmes liés aux solveurs numériques.
- Exploitation des modèles.
- Résolution directe et inverse

##### PARAMETRAGE ET VALIDATION DES MODELES

**DUREE**: 3 jours

**PERSONNES CONCERNEES**: Ingénieurs et techniciens désirant acquérir les connaissances nécessaires (avec une approche comparative) sur les théories et les techniques de la modélisation pour aborder de façon autonome ces problématiques sur leurs domaines d'applications

**PRE-REQUIS**: Bonnes connaissances de la physique des systèmes, de l'automatique et du contrôle commande.

**LIEU**: Région Parisienne

**PRIX**: (Stages intra-entreprise, nous consulter)

**DATES**: nous consulter



# SEI1

## SPECIFICATION D'ESSAIS ET IDENTIFICATION DES SYSTEMES NON LINEAIRES

### OBJECTIFS PEDAGOGIQUES :

- TRANSMETTRE LES ELEMENTS THEORIQUES NECESSAIRES A L'ANALYSE D'ESSAIS ET A L'IDENTIFICATION DES SYSTEMES DYNAMIQUES.
- SENSIBILISER A L'INTERET DE LA METHODE D'IDENTIFICATION GLOBALE ET A L'OPTIMISATION DE PROTOCOLES D'ESSAIS
- DEROULER LA DEMARCHE D'IDENTIFICATION SUR UN EXEMPLE INDUSTRIEL COMPLEXE

## PROGRAMME

### INTRODUCTION ET PROBLEMATIQUE DE L'IDENTIFICATION

#### MODELISATION D'UN SYSTEME PHYSIQUE

- Modèles de connaissance et modèles de représentation
- Différentes représentations d'un système physique
- Identification d'un modèle

#### ANALYSE DES ESSAIS ET TRAITEMENT DES MESURES

- Acquisition de signaux – Echantillonnage
- Filtrage numérique – Filtrage non causal
- Filtrage parallèle

#### METHODES D'IDENTIFICATION D'UN SYSTEME PHYSIQUE

- Fonctions de sensibilité
- Estimation paramétrique – Identification locale
- Validation de l'identification – Point de vue de l'identification globale

#### EXTENSION DES ALGORITHMES D'IDENTIFICATION

- Identification d'un système multi-sorties
- Identification en boucle fermée
- Identification en temps réel

#### OPTIMISATION DES PROTOCOLES D'ESSAI.

- Démarche générale d'optimisation de protocoles des systèmes dynamiques
- introduction au plan d'expérience.

#### IDENTIFICATION D'UN SYSTEME INDUSTRIEL COMPLEXE

- Inventaire des macro-paramètres
- Hiérarchisation des essais
- Dépouillement statique – Identification statique
- Identification dynamique

**DUREE:** 3 jours

**PERSONNES CONCERNEES:** Ingénieurs et techniciens désirant acquérir une méthode pragmatique pour la spécification des essais et l'identification des systèmes technologiques complexes.

**PRE-REQUIS:** Notions de modélisation des systèmes physiques et des techniques de l'automatique. Connaissance du traitement du signal (filtrage numérique, calculs mathématiques, ...) Connaissance des logiciels Matlab et Simulink.

**LIEU:** Région Parisienne

**PRIX:** (Stages intra-entreprise, nous consulter)

**DATES:** nous consulter