

# Table des Matières

|                                                                                    | Pages     |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Avant-propos</b>                                                                |           |
| <b>CHAPITRE 1 :</b>                                                                |           |
| <b>Prise en main de MATLAB</b>                                                     | <b>1</b>  |
| <b>1.1. Introduction</b>                                                           | <b>2</b>  |
| <b>1.2. Environnement MATLAB</b>                                                   | <b>2</b>  |
| <b>1.2.1. Qui utilise MATLAB</b>                                                   | <b>3</b>  |
| <b>1.2.2. Pourquoi vous avez besoin de MATLAB</b>                                  | <b>3</b>  |
| <b>1.2.3. Utilisation de la puissante boîte à outils (ToolBox)</b>                 | <b>4</b>  |
| <b>1.2.4. Qu'est-ce qu'un programme</b>                                            | <b>4</b>  |
| <b>1.2.5. Caractéristiques et capacités clés de MATLAB</b>                         | <b>5</b>  |
| <b>1.3. Fenêtres de MATLAB</b>                                                     | <b>6</b>  |
| <b>1.3.1. Fenêtre Command Windows</b>                                              | <b>7</b>  |
| <b>1.3.2. Fenêtre d'espace de travail (go to Window -&gt; Workspace)</b>           | <b>8</b>  |
| <b>1.3.3. Fenêtre du répertoire de travail (go to Window -&gt; Current Folder)</b> | <b>8</b>  |
| <b>1.3.4. Fenêtre de l'historique des commandes</b>                                | <b>9</b>  |
| <b>1.4. Présentation et généralités</b>                                            | <b>9</b>  |
| <b>1.4.1. Obtenir de l'aide (Help)</b>                                             | <b>9</b>  |
| <b>1.4.2. Les premiers pas</b>                                                     | <b>9</b>  |
| <b>1.4.3. L'espace de travail</b>                                                  | <b>9</b>  |
| <b>1.4.4. Syntaxe d'une ligne d'instructions</b>                                   | <b>10</b> |
| <b>1.4.4.1. Utilisation de « ; » pour terminer une instruction :</b>               | <b>10</b> |
| <b>1.4.4.2. Script</b>                                                             | <b>10</b> |
| <b>1.4.4.2.1. Commentaire dans un script :</b>                                     | <b>11</b> |
| <b>1.4.4.2.2. Chaîne d'instructions sur une seule ligne :</b>                      | <b>11</b> |
| <b>1.4.4.2.3. Saut de ligne (utilisation de ...):</b>                              | <b>11</b> |
| <b>1.4.4.2.4. Appel de fonctions :</b>                                             | <b>11</b> |
| <b>1.4.4.2.5. Opérations vectorielles :</b>                                        | <b>11</b> |
| <b>1.4.5. Gestion des fichiers du répertoire de travail</b>                        | <b>11</b> |
| <b>1.4.5.1. Fenêtre Editor</b>                                                     | <b>11</b> |
| <b>1.4.5.2. Fonction Matlab</b>                                                    | <b>12</b> |
| <b>1.4.6. Opérations arithmétiques</b>                                             | <b>12</b> |
| <b>1.4.6.1. Exemple de fonction MATLAB</b>                                         | <b>12</b> |
| <b>1.4.6.1.1. Explication du code</b>                                              | <b>12</b> |
| <b>1.4.6.1.2. Comment déclarer une fonction Matlab:</b>                            | <b>12</b> |

|                                                                   |    |
|-------------------------------------------------------------------|----|
| 1.4.6.1.3. Corps de la fonction                                   | 12 |
| 1.4.6.1.4. Fin de la fonction                                     | 12 |
| 1.4.7. Opérations et fonctions portant sur la fonction somme(a,b) | 13 |
| Partie 02 : Partie Simulation (MATLAB – SIMULINK)                 | 13 |
| Exercice1 : "Hello World"                                         | 13 |
| Exercice2: " Somme de deux nombres "                              | 13 |
| Exercice3: " Somme de deux nombres quelconque "                   | 14 |
| Exercice4 : " Comment trouver l'information voulue "              | 14 |
| Exercice5: " Somme de deux nombres quelconque par choix"          | 14 |
| Partie 03 : Partie expérimentale (MATLAB – SIMULINK)              | 15 |
| Exercice5: " Introduire Nom et Prénom "                           | 15 |
| Exercice6: " Introduire Nom et Prénom + la moyenne générale"      | 15 |
| 1.5. Conclusion                                                   | 15 |

|                                                |    |
|------------------------------------------------|----|
| CHAPITRE 2 :                                   | 16 |
| Types de données et variables                  |    |
| 2.1. Introduction                              | 17 |
| 2.2. Les types de données                      | 17 |
| 2.2.1. Types de données primitifs              | 17 |
| 2.2.2. Types de données composés               | 18 |
| 2.2.3. Types de données abstraits              | 18 |
| 2.2.4. Types de données spéciaux               | 18 |
| 2.3. Caractéristiques des types de données     | 18 |
| 2.3.1. Entiers (int)                           | 18 |
| 2.3.2. Réels (float, double)                   | 19 |
| 2.3.3. Caractères (char)                       | 19 |
| 2.3.4. Booléens (bool)                         | 19 |
| 2.3.5. Exemples en C++ (cpp)                   | 20 |
| 2.3.6. Exemple de Code MATLAB                  | 20 |
| 2.4. Les variables MATLAB                      | 21 |
| 2.4.1. Création de Variables                   | 21 |
| 2.4.2. Types de Variables                      | 21 |
| 2.4.3. Noms de Variables                       | 22 |
| 2.4.4. Opérations sur les Variables            | 22 |
| 2.4.5. Affichage et Suppression de Variables   | 22 |
| 2.4.5.1. Affichage                             | 22 |
| 2.4.5.2. Suppression                           | 22 |
| 2.4.4.6. Sauvegarde et Chargement de Variables | 22 |
| 2.4.4.6.1. Sauvegarder                         | 22 |
| 2.4.4.6.2 Charger                              | 22 |

|                                                                |           |
|----------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>2.4.7. Espaces de Travail (Workspace)</b>                   | <b>23</b> |
| <b>2.4.8. Attribution multiple</b>                             | <b>23</b> |
| <b>2.4.9. Variables Globales et Locales</b>                    | <b>23</b> |
| 2.4.9.1. Variables Locales                                     | 23        |
| 2.4.9.2. Variables Globales                                    | 23        |
| 2.4.9.3. Différences clés entre Variables Locales et Globales  | 24        |
| 2.4.9.4. Considérations                                        | 24        |
| <b>2.4.10. Exemple Complet</b>                                 | <b>25</b> |
| <b>2.5. Les variables nombres complexes</b>                    | <b>26</b> |
| 2.5.1. Création de Nombres Complexes                           | 26        |
| 2.5.2. Opérations sur les Nombres Complexes                    | 26        |
| 2.5.2.1. Addition et Soustraction                              | 26        |
| 2.5.2.2. Multiplication et Division                            | 26        |
| 2.5.2.3. Conjugué                                              | 26        |
| 2.5.2.4. Module et Argument                                    | 26        |
| 2.5.3. Fonctions Mathématiques avec les Nombres Complexes      | 27        |
| 2.5.4. Conversion entre Représentations Cartésienne et Polaire | 27        |
| 2.5.5. Exemple Complet, Nombres Complexes                      | 27        |
| <b>2.6. Variables booléennes</b>                               | <b>28</b> |
| 2.6.1. Création de Variables Booléennes                        | 28        |
| 2.6.2. Opérations Logiques                                     | 29        |
| 2.6.2.1. ET logique (AND)                                      | 29        |
| 2.6.2.2. OU logique (OR)                                       | 29        |
| 2.6.2.3. NON logique (NOT)                                     | 29        |
| 2.6.2.4. XOR logique (XOR)                                     | 29        |
| 2.6.3. Utilisation dans les Conditions et les Boucles          | 29        |
| 2.6.3.1. Conditionnelle if                                     | 29        |
| 2.6.3.2. Boucles while                                         | 29        |
| 2.6.4. Opérateurs Relationnels                                 | 30        |
| 2.6.4.1. Égalité (==)                                          | 30        |
| 2.6.4.2. Différence (~=) :                                     | 30        |
| 2.6.4.3. Supérieur (>) et Supérieur ou égal (>=)               | 30        |
| 2.6.4.4. Inférieur (<) et Inférieur ou égal (<=)               | 30        |
| 2.6.5. Tableaux Logiques                                       | 30        |
| 2.6.5.1. Opérations sur des tableaux logiques                  | 30        |
| 2.6.6. Exemple Complet                                         | 30        |
| <b>2.7. Chaînes de caractères</b>                              | <b>31</b> |
| 2.7.1. Création de Chaînes de Caractères                       | 31        |
| 2.7.2. Opérations de Base sur les Chaînes                      | 31        |
| 2.7.3. Manipulation des Chaînes                                | 32        |

|                                              |    |
|----------------------------------------------|----|
| 2.7.3.1. Découpage de chaînes                | 32 |
| 2.7.3.2. Modification des chaînes            | 32 |
| 2.7.3.3. Comparaison des Chaînes             | 32 |
| 2.7.3.4. Recherche dans une chaîne           | 32 |
| 2.7.3.5. Conversion entre Chaînes et Nombres | 33 |
| 2.8. Les Vecteurs                            | 33 |
| 2.8.1. Création de Vecteurs                  | 33 |
| 2.8.2. Accès aux Éléments d'un Vecteur       | 33 |
| 2.8.2.1. Accès à un élément spécifique       | 33 |
| 2.8.2.2. Accès à plusieurs éléments          | 33 |
| 2.8.2.3. Opérations sur les Vecteurs         | 34 |
| 2.8.2.4. Fonctions Utiles pour les Vecteurs  | 34 |
| 2.8.2.5. Génération de Vecteurs Spéciaux     | 34 |
| 2.9. Les polynômes                           | 35 |
| 2.9.1. Représentation des Polynômes          | 35 |
| 2.9.2. Évaluation d'un Polynôme              | 35 |
| 2.9.3. Opérations sur les Polynômes          | 35 |
| 2.9.3.1. Addition et Soustraction            | 35 |
| 2.9.3.2 Multiplication                       | 36 |
| 2.9.4. Division de Polynômes                 | 36 |
| 2.9.5. Racines d'un Polynôme                 | 36 |
| 2.9.6. Dérivation et Intégration             | 36 |
| 2.9.6.1 Dérivation                           | 36 |
| 2.9.6.2 Intégration                          | 36 |
| 2.9.7. Produit Scalaire                      | 36 |
| 2.10. Les Matrices                           | 37 |
| 2.10.1. Création de Matrices                 | 37 |
| 2.10.2. Accès aux Éléments d'une Matrice     | 37 |
| 2.10.3. Opérations sur les Matrices          | 37 |
| 2.10.3.1. Addition et Soustraction           | 37 |
| 2.10.3.2. Multiplication                     | 38 |
| 2.10.3.3. Transposition                      | 38 |
| 2.10.3.4. Inverse et Déterminant             | 38 |
| 2.10.4. Manipulation de Matrices             | 38 |
| 2.10.4.1. Redimensionnement                  | 38 |
| 2.10.4.2. Concaténation                      | 38 |
| 2.10.4.3. Matrices Spéciales                 | 38 |
| 2.10.5. Résolution de Systèmes Linéaires     | 39 |
| 2.11. Conclusion                             | 45 |

|                                                                        |           |
|------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>CHAPITRE 3 :</b>                                                    | <b>46</b> |
| <b>Les graphiques</b>                                                  |           |
| <b>3.1. Introduction</b>                                               | <b>47</b> |
| <b>3.2. Gestion des fenêtres graphiques</b>                            | <b>47</b> |
| <b>3.2.1. Création de Fenêtres Graphiques</b>                          | <b>47</b> |
| <b>3.2.2. Personnalisation des Figures</b>                             | <b>47</b> |
| <b>3.2.3. Gestion de Multiples Figures</b>                             | <b>48</b> |
| <b>3.2.4. Sous-Fenêtres et Axes Multiples</b>                          | <b>48</b> |
| <b>3.2.5. Enregistrement et Exportation des Figures</b>                | <b>48</b> |
| <b>3.2.6. Manipulation des Propriétés de la Figure</b>                 | <b>48</b> |
| <b>3.2.7. Exemple : Création et Gestion de Graphiques</b>              | <b>48</b> |
| <b>3.2.7.1. Explication d'exemple</b>                                  | <b>49</b> |
| <b>3.3. Représentation graphique 2D</b>                                | <b>50</b> |
| <b>3.3.1. Courbes Simples</b>                                          | <b>51</b> |
| <b>3.3.2. Diagrammes de Dispersion</b>                                 | <b>51</b> |
| <b>3.3.3. Courbes Multiples</b>                                        | <b>51</b> |
| <b>3.3.4. Subplots</b>                                                 | <b>52</b> |
| <b>3.4. Graphiques en Coordonnées Cartésiennes</b>                     | <b>52</b> |
| <b>3.4.1. Système de Coordonnées Cartésiennes</b>                      | <b>52</b> |
| <b>3.4.2. Ajout de Lignes de Référence</b>                             | <b>53</b> |
| <b>3.4.3. Graphiques de Contour en 2D</b>                              | <b>53</b> |
| <b>3.4.4. Graphiques Logarithmiques</b>                                | <b>53</b> |
| <b>3.5. Améliorer la lisibilité d'une figure</b>                       | <b>54</b> |
| <b>3.5.1. Ajouter des Titres et des Étiquettes</b>                     | <b>54</b> |
| <b>3.5.2. Ajuster les Tailles de Police</b>                            | <b>54</b> |
| <b>3.5.3. Ajouter une Légende</b>                                      | <b>54</b> |
| <b>3.5.4. Utiliser des Styles de Ligne et des Couleurs Appropriés</b>  | <b>55</b> |
| <b>3.5.5. Ajuster les Limites des Axes</b>                             | <b>55</b> |
| <b>3.5.6. Ajouter des Grilles</b>                                      | <b>55</b> |
| <b>3.5.7. Annoter le Graphique</b>                                     | <b>55</b> |
| <b>3.5.8. Utiliser les Subplots pour Comparer Plusieurs Graphiques</b> | <b>55</b> |
| <b>3.5.9. Choisir une Palette de Couleurs Adaptée</b>                  | <b>56</b> |
| <b>3.5.10. Sauvegarde du Graphique avec Haute Résolution</b>           | <b>56</b> |
| <b>3.6. Graphiques en coordonnées polaires</b>                         | <b>56</b> |
| <b>3.6.1. Introduction aux Coordonnées Polaires</b>                    | <b>56</b> |
| <b>3.6.2. Création d'un Graphique en Coordonnées Polaires</b>          | <b>57</b> |
| <b>3.6.3. Tracer Plusieurs Courbes en Coordonnées Polaires</b>         | <b>57</b> |
| <b>3.6.4. Personnalisation des Graphiques Polaires</b>                 | <b>57</b> |
| <b>3.6.5. Graphiques de Type "Rose" (Diagrammes de Rose)</b>           | <b>58</b> |
| <b>3.6.6. Tracer des Fleurs (Courbes de Rose)</b>                      | <b>58</b> |

|                                                                 |        |
|-----------------------------------------------------------------|--------|
| 3.6.7. Graphiques Polaires 3D                                   | 58     |
| 3.6.8. Annoter les Graphiques Polaires                          | 59     |
| 3.7. Les diagrammes 2D et 3D                                    | 59     |
| 3.7.1. Les Diagrammes 2D                                        | 59     |
| 3.7.1.1. Diagrammes en Barres                                   | 59     |
| 3.7.1.2. Histogrammes                                           | 59     |
| 3.7.1.3. Diagrammes en Nuages de Points (Scatter Plot)          | 60     |
| 3.7.2. Les Diagrammes 3D                                        | 60     |
| 3.7.2.1. Tracés de Surface (Surface Plot)                       | 60     |
| 3.7.2.2. Tracés de Maillage (Mesh Plot)                         | 60     |
| 3.7.2.3. Diagrammes en Nuages de Points 3D                      | 60     |
| 3.7.2.4. Courbes Paramétriques 3D                               | 61     |
| 3.7.2.5. Tracés de Contour 3D                                   | 61     |
| 3.8. Courbes 3D                                                 | 62     |
| 3.8.1. Courbes Paramétriques 3D                                 | 62     |
| 3.8.2. Tracés de Spirale en 3D                                  | 62     |
| 3.8.3. Trajectoires en 3D                                       | 63     |
| 3.8.4. Visualisation de Données avec des Courbes 3D             | 64     |
| 3.8.5. Personnalisation des Courbes 3D                          | 64     |
| 3.9. Surfaces 3D                                                | 64     |
| 3.9.1. Tracés de Surface de Base                                | 65     |
| 3.9.2. Tracés de Maillage (Mesh Plot)                           | 65     |
| 3.9.3. Tracés de Surface avec Contours                          | 66     |
| 3.9.4. Tracés de Surface Paramétriques                          | 66     |
| 3.9.5. Tracés de Surface avec Couleur en Fonction de la Hauteur | 67     |
| 3.9.6. Tracés de Surface avec Transparence                      | 67     |
| 3.10. Conclusion                                                | 68     |
| <br>CHAPITRE 4 :<br>Programmer sous MATLAB                      | <br>69 |
| 4.1. Introduction                                               | 70     |
| 4.2. Opérateurs arithmétiques, logiques et caractères spéciaux  | 70     |
| 4.2.1. Opérateurs Arithmétiques                                 | 70     |
| 4.2.2. Opérateurs Logiques                                      | 71     |
| 4.2.3. Caractères Spéciaux                                      | 72     |
| 4.3. Les fichiers m (M-Files)                                   | 73     |
| 4.3.1. Types de Fichiers M                                      | 73     |
| 4.3.2. Création de Fichiers M                                   | 73     |
| 4.3.2.1. Création d'un Script                                   | 73     |
| 4.3.2.2. Création d'une Fonction                                | 74     |
| 4.3.3. Exécution de Fichiers M                                  | 74     |

|                                                                            |    |
|----------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.3.3.1. Exécution d'un Script                                             | 74 |
| 4.3.3.2. Exécution d'une Fonction                                          | 74 |
| 4.3.4. Avantages de l'utilisation des Fichiers M                           | 74 |
| 4.3.5. Commentaires et Documentation                                       | 74 |
| 4.3.6. Fonctions Anonymes et Subfonctions                                  | 75 |
| 4.3.7. Bonnes Pratiques pour les Fichiers M                                | 75 |
| 4.4. Instructions de contrôle                                              | 75 |
| 4.4.1. Les Boucles FOR et WHILE                                            | 75 |
| 4.4.1.1. Boucle FOR                                                        | 75 |
| 4.4.1.1.1. Syntaxe de la Boucle for                                        | 76 |
| 4.4.1.1.2. Exemples de Boucle for                                          | 76 |
| 4.4.1.2. Boucle while                                                      | 78 |
| 4.4.1.2.1. Syntaxe de la Boucle while                                      | 78 |
| 4.4.1.2.2. Exemples de Boucle while                                        | 78 |
| 4.4.2. Instructions de contrôle d'erreurs                                  | 80 |
| 4.4.2.1. Utilisation de try et catch                                       | 80 |
| 4.4.2.1.1. Syntaxe                                                         | 80 |
| 4.4.2.2. Utilisation de error                                              | 81 |
| 4.4.2.2.1. Syntaxe                                                         | 81 |
| 4.4.2.3. Utilisation de warning                                            | 82 |
| 4.4.2.3.1. Syntaxe                                                         | 82 |
| 4.4.2.4. Utilisation de assert                                             | 82 |
| 4.4.2.4.1. Syntaxe                                                         | 82 |
| 4.4.3. Instructions tic et toc en MATLAB                                   | 83 |
| 4.4.3.1. Syntaxe                                                           | 83 |
| 4.4.3.2. Utilisation de tic et toc pour Mesurer Plusieurs Sections de Code | 83 |
| 4.4.3.3. Stockage du Temps Écoulé                                          | 84 |
| 4.4.3.4. Utilisation Avancée : Gestion de Plusieurs Chronomètres           | 84 |
| 4.4.4. Instructions conditionnelles                                        | 84 |
| 4.4.4.1. Structure if, elseif, else                                        | 85 |
| 4.4.4.1.1. Syntaxe                                                         | 85 |
| 4.4.4.2. Structure switch                                                  | 86 |
| 4.4.4.2.1. Syntaxe                                                         | 86 |
| 4.5. Conclusion                                                            | 87 |

|                                                             |            |
|-------------------------------------------------------------|------------|
| <b>CHAPITRE 5 :</b>                                         | <b>88</b>  |
| <b>Prise en main de SIMULINK</b>                            |            |
| <b>5.1. Introduction</b>                                    | <b>89</b>  |
| <b>5.2. Prise en main rapide</b>                            | <b>90</b>  |
| <b>5.2.1. Concepts de base</b>                              | <b>90</b>  |
| <b>5.2.2. Créer un modèle simple</b>                        | <b>90</b>  |
| <b>5.2.3. Simuler un modèle</b>                             | <b>91</b>  |
| <b>5.2.4. Explorer les bibliothèques de blocs</b>           | <b>92</b>  |
| <b>5.3. Librairies de SIMULINK et leurs Blocs</b>           | <b>92</b>  |
| <b>5.3.1. Librairies Sources</b>                            | <b>92</b>  |
| <b>5.3.2. Sinks</b>                                         | <b>93</b>  |
| <b>5.3.2.1. Exemples de blocs Sinks couramment utilisés</b> | <b>93</b>  |
| <b>5.3.2.2. Utilisation typique</b>                         | <b>94</b>  |
| <b>5.3.3. Continuous</b>                                    | <b>94</b>  |
| <b>5.3.3.1. Principaux blocs Continuous</b>                 | <b>95</b>  |
| <b>5.3.3.2. Utilisation typique</b>                         | <b>95</b>  |
| <b>5.3.3.3. Exemple d'application</b>                       | <b>96</b>  |
| <b>5.3.4. Math Operations</b>                               | <b>96</b>  |
| <b>5.3.4.1. Principaux blocs Math Operations</b>            | <b>97</b>  |
| <b>5.3.4.2. Utilisation typique</b>                         | <b>98</b>  |
| <b>5.3.4.3. Exemple d'application</b>                       | <b>98</b>  |
| <b>5.3.5. Commonly Used Blocks</b>                          | <b>99</b>  |
| <b>5.3.5.1. Blocs Couramment Utilisés</b>                   | <b>99</b>  |
| <b>5.3.5.2. Exemple d'application</b>                       | <b>101</b> |
| <b>5.3.6. Signal Routing</b>                                | <b>101</b> |
| <b>5.3.6.1. Principaux Blocs</b>                            | <b>102</b> |
| <b>5.3.7. Logic and Bit Operations</b>                      | <b>102</b> |
| <b>5.3.7.1. Principaux Blocs</b>                            | <b>103</b> |
| <b>5.3.8. User-Defined Functions</b>                        | <b>103</b> |
| <b>5.3.8.1. Principaux Blocs</b>                            | <b>104</b> |
| <b>5.3.9. Ports &amp; Subsystems</b>                        | <b>104</b> |
| <b>5.3.9.1. Principaux Blocs</b>                            | <b>104</b> |
| <b>5.4. Masques et sous-systèmes</b>                        | <b>105</b> |
| <b>5.4.1. Qu'est-ce qu'un sous-système ?</b>                | <b>105</b> |
| <b>5.4.1.1. Création d'un sous-système</b>                  | <b>105</b> |
| <b>5.4.1.2. Types de sous-systèmes</b>                      | <b>106</b> |
| <b>5.4.2. Masquage des sous-systèmes</b>                    | <b>106</b> |
| <b>5.4.2.1. Créer un masque pour un sous-système</b>        | <b>106</b> |
| <b>5.4.2.2. Avantages du masquage</b>                       | <b>106</b> |
| <b>5.4.3. Utilisation des Callbacks</b>                     | <b>107</b> |

|                                               |     |
|-----------------------------------------------|-----|
| 5.4.3.1. Principaux types de callbacks        | 107 |
| 5.4.3.2. Configurer un callback               | 107 |
| 5.5. Etude de quelques exemples de simulation | 107 |
| 5.5.1. Exemple 1 : Système de premier ordre   | 107 |
| 5.5.1.1. Modélisation                         | 108 |
| 5.5.2. Exemple 2 : Système de contrôle PID    | 108 |
| 5.5.2.1. Modélisation                         | 108 |
| 5.5.3. Exemple 3 : Circuit électrique RLC     | 109 |
| 5.5.3.1. Modélisation                         | 109 |
| 5.6. Conclusion                               | 109 |

## CHAPITRE 6 : Simscape Electrical 110

|                                                                               |     |
|-------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 6.1. Introduction                                                             | 111 |
| 6.2. Présentation de Simscape Electrical                                      | 111 |
| 6.2.1. Fonctionnalités principales de Simscape Electrical                     | 112 |
| 6.2.2. Exemples d'utilisation                                                 | 113 |
| 6.2.3. Avantages de Simscape Electrical                                       | 113 |
| 6.3. Présentation de Specialized Power Systems                                | 114 |
| 6.3.1. Fonctionnalités principales de Specialized Power Systems               | 114 |
| 6.3.1.1. Modélisation des réseaux électriques                                 | 114 |
| 6.3.1.2. Systèmes de protection                                               | 115 |
| 6.3.1.3. Systèmes de conversion de puissance                                  | 115 |
| 6.3.1.4. Simulation de transitoires                                           | 115 |
| 6.3.1.5. Systèmes électriques industriels                                     | 115 |
| 6.3.1.6. Interfaces avec d'autres outils                                      | 115 |
| 6.3.2. Exemples d'utilisation de Specialized Power Systems                    | 116 |
| 6.3.2.1. Simulation d'un réseau de distribution                               | 116 |
| 6.3.2.2. Étude de la stabilité d'un réseau interconnecté                      | 116 |
| 6.3.2.3. Conception d'un système de gestion de l'énergie pour un micro-réseau | 116 |
| 6.3.2.4. Analyse de qualité de l'énergie dans un système industriel           | 116 |
| 6.3.3. Avantages de Specialized Power Systems                                 | 117 |
| 6.4. Specialized Power Systems: Composants Passifs                            | 117 |
| 6.4.1. Principaux composants passifs                                          | 118 |
| 6.4.2. Utilisation des Composants Passifs                                     | 118 |
| 6.5. Specialized Power Systems: Machines Électriques                          | 119 |
| 6.5.1. Principaux composants passifs                                          | 119 |
| 6.5.2. Simulation et Analyse                                                  | 121 |
| 6.6. Specialized Power Systems: Sources                                       | 121 |
| 6.6.1. Principaux blocs de sources                                            | 121 |
| 6.6.2. Utilisation dans les Simulations                                       | 123 |

|                                                                               |            |
|-------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>6.7. Specialized Power Systems: Sensors and Measurements</b>               | <b>123</b> |
| 6.7.1. Principaux capteurs et blocs de mesure                                 | 123        |
| 6.7.2. Applications des Capteurs et Mesures                                   | 125        |
| <b>6.8. Simscape Electrical Specialized: Power Grid Elements</b>              | <b>126</b> |
| 6.8.1. Principaux éléments du réseau électrique                               | 126        |
| <b>6.9. Simscape Electrical Specialized: Power Electronics</b>                | <b>130</b> |
| 6.9.1. Présentation de l'Électronique de Puissance                            | 130        |
| 6.9.2. Blocs Principaux de l'Électronique de Puissance dans Simscape          | 130        |
| 6.9.3. Applications Typiques en Électronique de Puissance                     | 135        |
| 6.9.4. Exemples de Simulation                                                 | 135        |
| 6.9.5. Outils Complémentaires pour l'Analyse                                  | 136        |
| <b>6.10. Specialized Power Systems: Utilities</b>                             | <b>136</b> |
| 6.10.1. Blocs de Mesure                                                       | 136        |
| 6.10.2. Utilitaires de Configuration de Simulation                            | 137        |
| 6.10.3. Utilitaires d'Initialisation et de Journalisation                     | 137        |
| 6.10.4. Configuration et Gestion des Modèles                                  | 137        |
| 6.10.5. Utilitaires de Contrôle et de Logique                                 | 138        |
| 6.10.6. Utilitaires Avancés                                                   | 138        |
| <b>6.11. Specialized Power Systems: Powergui</b>                              | <b>138</b> |
| 6.11.1. Fonctionnalités principales du powergui                               | 139        |
| 6.11.2. Comment utiliser le powergui en pratique ?                            | 141        |
| <b>6.12. Specialized Power Systems: Control</b>                               | <b>141</b> |
| 6.12.1. Blocs Principaux de Control                                           | 141        |
| <b>6.13. Étude d'un Exemple de Simulation</b>                                 | <b>144</b> |
| 6.13.1. Objectif de l'Exemple                                                 | 144        |
| 6.13.1.1. Étapes de la Simulation                                             | 144        |
| 6.13.2. Exemple 1 : Simuler un Circuit RL en Série                            | 145        |
| 6.13.3. Exemple 2 : Simulation d'un Circuit RLC en Série                      | 145        |
| 6.13.4. Exemple 3 : Modélisation d'un Moteur à Courant Continu (DC Motor)     | 146        |
| 6.13.4.1. Étapes de Simulation                                                | 146        |
| 6.13.5. Exemple 4 : Modélisation d'un Système Photovoltaïque                  | 146        |
| 6.13.5.1. Étapes de Simulation                                                | 147        |
| 6.13.6. Exemple 5 : Étude d'un Filtre Actif pour la Réduction des Harmoniques | 147        |
| 6.13.6.1. Étapes de Simulation                                                | 147        |
| <b>6.14. Conclusion</b>                                                       | <b>148</b> |

|                                                                    |            |
|--------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>CHAPITRE 7 :</b>                                                | <b>149</b> |
| <b>Simulation et co-simulation avec d'autres logiciels</b>         |            |
| <b>7.1. Introduction</b>                                           | <b>150</b> |
| <b>7.2. Introduction à Microsoft Excel</b>                         | <b>150</b> |
| <b>7.2.1. Présentation de l'interface Excel</b>                    | <b>150</b> |
| <b>7.2.2. Manipulation de base des données</b>                     | <b>151</b> |
| <b>7.2.2.1. Saisie et formatage des données</b>                    | <b>151</b> |
| <b>7.2.2.2. Utilisation des formules de base</b>                   | <b>151</b> |
| <b>7.2.3. Gestion des données</b>                                  | <b>151</b> |
| <b>7.2.3.1. Tri et filtrage des données</b>                        | <b>151</b> |
| <b>7.2.3.2. Tableaux croisés dynamiques</b>                        | <b>152</b> |
| <b>7.2.4. Visualisation des données</b>                            | <b>152</b> |
| <b>7.2.4.1. Création de graphiques</b>                             | <b>152</b> |
| <b>7.2.4.2. Graphiques avancés</b>                                 | <b>152</b> |
| <b>7.2.5. Automatisation des tâches avec Excel</b>                 | <b>152</b> |
| <b>7.2.5.1. Utilisation des macros</b>                             | <b>152</b> |
| <b>7.2.5.2. Introduction à VBA (Visual Basic for Applications)</b> | <b>152</b> |
| <b>7.2.6. Collaboration et partage</b>                             | <b>153</b> |
| <b>7.2.6.1. Suivi des modifications</b>                            | <b>153</b> |
| <b>7.2.6.2. Partage de fichiers</b>                                | <b>153</b> |
| <b>7.2.7. Techniques avancées</b>                                  | <b>153</b> |
| <b>7.2.7.1. Analyse des scénarios</b>                              | <b>153</b> |
| <b>7.2.7.2. Solveur</b>                                            | <b>153</b> |
| <b>7.2.8. Exemples pratiques avec Excel</b>                        | <b>153</b> |
| <b>7.2.8.1. Saisie et Formatage des Données</b>                    | <b>153</b> |
| <b>7.2.8.2. Utilisation des Formules de Base</b>                   | <b>154</b> |
| <b>7.2.8.3. Tableaux Croisés Dynamiques</b>                        | <b>154</b> |
| <b>7.2.8.4. Création de Graphiques</b>                             | <b>154</b> |
| <b>7.2.8.5. Automatisation avec les Macros</b>                     | <b>154</b> |
| <b>7.2.8.6. Solveur pour l'Optimisation</b>                        | <b>154</b> |
| <b>7.2.8.7. Partage et Collaboration</b>                           | <b>155</b> |
| <b>7.2.9. Lien avec MATLAB</b>                                     | <b>155</b> |
| <b>7.2.9.1. Importation/Exportation des Données</b>                | <b>155</b> |
| <b>7.2.9.2. Analyse Conjointe</b>                                  | <b>155</b> |
| <b>7.2.9.3. Automatisation</b>                                     | <b>155</b> |
| <b>7.2.9.4. Interaction Dynamique</b>                              | <b>155</b> |
| <b>7.2.10. Exemples pratiques Excel-MATLAB</b>                     | <b>155</b> |
| <b>7.2.10.1. Analyse de Données de Capteurs</b>                    | <b>156</b> |
| <b>7.2.10.2. Utilisation de Solver et MATLAB</b>                   | <b>156</b> |
| <b>7.2.10.3. Couplage entre Excel et Simulink</b>                  | <b>157</b> |

|                                                                        |         |
|------------------------------------------------------------------------|---------|
| 7.2.10.4. Calcul des Paramètres d'un Circuit RLC                       | 157     |
| 7.2.10.5. Optimisation des Réseaux de Distribution                     | 158     |
| 7.2.10.6. Simulation de Systèmes d'Énergie Renouvelable                | 159     |
| 7.2.10.7. Étude d'Harmoniques dans un Système Électrique : Analyse FFT | 159     |
| 7.3. Exemples pratiques PSim-MATLAB                                    | 160     |
| 7.3.1. Co-simulation d'un Convertisseur DC-DC avec Contrôle PID        | 160     |
| 7.3.2. Simulation d'un Convertisseur Buck                              | 161     |
| 7.3.3. Modélisation d'un Contrôleur PID pour un Moteur DC              | 161     |
| 7.4. Exemples pratiques PSpice-MATLAB                                  | 161     |
| 7.4.1. Analyse FFT des Résultats de Simulation d'un Amplificateur      | 162     |
| 7.4.2. Analyse AC d'un Filtre Passe-Bas RC                             | 162     |
| 7.4.3. Simulation d'un Amplificateur Opérationnel en Mode Inverseur    | 162     |
| 7.5. Exemples pratiques Proteus-MATLAB                                 | 162     |
| 7.5.1. Développement et Test d'un Algorithme de Contrôle de Moteur     | 163     |
| 7.5.2. Simulation d'un Circuit avec Microcontrôleur PIC                | 163     |
| 7.5.3. Conception et Simulation d'un Alimentation Linéaire Régulée     | 164     |
| 7.6. Exemples pratiques Scilab-MATLAB                                  | 164     |
| 7.6.1. Simulation d'un Système Dynamique avec Validation Croisée       | 164     |
| 7.6.2. Résolution d'Équations Différentielles pour un Circuit RLC      | 165     |
| 7.6.3. Simulation et Visualisation d'un Système de Contrôle PID        | 165     |
| 7.7. Conclusion                                                        | 165     |
| <br>Bibliographie                                                      | <br>166 |