

---

# TABLE DES MATIERES

|   |    |
|---|----|
| <b>AVANT-PROPOS</b>   | 1  |
| <b>1 - PRESENTATION GENERALE DE LA METHODOLOGIE</b>               |    |
| 1.1 - DESCRIPTION D'UN SYSTEME                                    | 4  |
| 1.2 - LA DEMARCHE   | 6  |
| 1.2.1 - Elaboration des spécifications                            | 7  |
| 1.2.2 - Conception fonctionnelle                                  | 8  |
| 1.2.3 - Définition de la réalisation                              | 9  |
| 1.2.4 - Réalisation   | 10 |
| 1.3 - CARACTERISTIQUES DE MCSE                                    | 11 |
| 1.4 - CONSEILS POUR UNE UTILISATION RATIONNELLE DE MCSE           | 14 |
| 1.5 - SUIVI D'UN PROJET   | 16 |
| <b>2 - VARIATEUR DE LUMIERE</b>                                   |    |
| 2.1 - CAHIER DES CHARGES  | 19 |
| 2.2 - SPECIFICATION DU PROBLEME                                   | 20 |
| 2.2.1 - Modélisation de l'environnement                           | 20 |
| 2.2.2 - Délimitation du système                                   | 21 |
| 2.2.3 - Spécifications fonctionnelles et opératoires              | 21 |
| 2.3 - CONCEPTION FONCTIONNELLE                                    | 22 |
| 2.3.1 - Première décomposition du variateur                       | 22 |
| 2.3.2 - Décomposition de COMMANDE_LAMPE                           | 23 |
| 2.3.3 - Décomposition de TEMPORISATION                            | 23 |
| 2.3.4 - Décomposition de EVALUATION_RETARD                        | 25 |
| 2.3.5 - Comportement de toutes les actions                        | 25 |
| 2.4 - DEFINITION DE LA REALISATION                                | 28 |
| 2.4.1 - Evaluation des contraintes temporelles                    | 28 |
| 2.4.2 - Spécification de la structure d'exécution                 | 29 |
| 2.4.3 - Définition de l'implantation logicielle                   | 30 |
| 2.4.4 - Schéma de la réalisation matérielle                       | 31 |
| <b>3 - CONCEPTION D'UN PERIPHERIQUE POUR LE TEST DE BATTERIES</b> |    |
| 3.1 - CAHIER DES CHARGES  | 33 |
| 3.2 - DETERMINATION DES SPECIFICATIONS                            | 34 |
| 3.2.1 - Modélisation de l'environnement du système à réaliser     | 34 |
| 3.2.2 - Délimitation du système                                   | 35 |
| 3.2.3 - Spécifications fonctionnelles                             | 35 |
| 3.2.4 - Spécifications opératoires                                | 36 |
| 3.2.5 - Spécifications technologiques                             | 36 |

|  |    |
|--|----|
| 3.3 - CONCEPTION FONCTIONNELLE                             | 37 |
| 3.3.1 - Délimitation du système                            | 37 |
| 3.3.2 - Première décomposition fonctionnelle               | 38 |
| 3.3.3 - Description algorithmique des actions              | 39 |
| 3.3.4 - Décomposition de GENERATION_TEMPS                  | 40 |
| 3.4 - DEFINITION DE LA REALISATION                         | 40 |
| 3.4.1 - Implantation pour la transmission des messages     | 41 |
| 3.4.2 - Introduction des interfaces pour V et I            | 42 |
| 3.4.3 - Structure fonctionnelle finale                     | 43 |
| 3.4.4 - Evaluation des fréquences et des temps d'exécution | 44 |
| 3.4.5 - Actions à implanter sur un processeur programmable | 45 |
| 3.4.6 - Spécifications de la structure d'exécution         | 45 |
| 3.5 - DEFINITION DE L'IMPLANTATION LOGICIELLE              | 46 |
| 3.6 - DEFINITION DE LA SOLUTION MATERIELLE                 | 47 |

#### **4 - TRANSMISSION XON/XOFF**

|   |    |
|---|----|
| 4.1 - CAHIER DES CHARGES  | 51 |
| 4.2 - SPECIFICATIONS  | 52 |
| 4.2.1 - Modélisation de l'environnement                               | 52 |
| 4.2.2 - Spécification fonctionnelle                                   | 53 |
| 4.2.3 - Spécification opératoire                                      | 53 |
| 4.2.4 - Spécification technologique                                   | 55 |
| 4.3 - CONCEPTION FONCTIONNELLE  | 55 |
| 4.3.1 - Délimitation de la fonction de transmission                   | 55 |
| 4.3.2 - Méthode pour le raffinement de la fonction                    | 55 |
| 4.3.3 - Spécification opératoire du service                           | 56 |
| 4.3.4 - Solution fonctionnelle pour ce niveau                         | 57 |
| 4.3.5 - Extrapolation pour une transmission bidirectionnelle XON/XOFF | 57 |
| 4.3.6 - Ecriture des algorithmes                                      | 58 |
| 4.4 - DEFINITION DE LA REALISATION                                    | 59 |
| 4.4.1 - Introduction de la répartition géographique                   | 60 |
| 4.4.2 - Introduction des interfaces physiques                         | 60 |
| 4.4.3 - Solution fonctionnelle complète pour chaque côté              | 61 |
| 4.4.4 - Répartition matériel/logiciel                                 | 61 |
| 4.4.5 - Implantation logicielle                                       | 62 |
| 4.4.6 - Implantation en mono-tâche                                    | 63 |
| 4.4.7 - Implantation en multi-tâches                                  | 65 |

#### **5 - AUTOMATISATION D'UNE CENTRALE A BETON**

|  |    |
|--|----|
| 5.1 - CAHIER DES CHARGES                             | 69 |
| 5.1.1 - Description du procédé                       | 70 |
| 5.1.2 - Objectifs                                    | 70 |
| 5.2 - ELABORATION DES SPECIFICATIONS                 | 71 |
| 5.2.1 - Modélisation de l'environnement              | 71 |
| 5.2.2 - Description fonctionnelle de l'environnement | 71 |
| 5.2.3 - Délimitation des entrées/sorties             | 71 |
| 5.2.4 - Spécifications fonctionnelles                | 73 |
| 5.2.5 - Introduction de capteurs complémentaires     | 73 |
| 5.2.6 - Spécifications opératoires et technologiques | 73 |

|  |    |
|--|----|
| 5.3 - CONCEPTION FONCTIONNELLE                         | 74 |
| 5.3.1 - Délimitation des entrées-sorties               | 74 |
| 5.3.2 - Première décomposition fonctionnelle           | 76 |
| 5.3.3 - Raffinement de la partie contrôle/commande     | 77 |
| 5.3.4 - Description algorithmique des actions          | 78 |
| 5.4 - DEFINITION DE LA REALISATION                     | 81 |
| 5.4.1 - Implantation pour la transmission des messages | 81 |
| 5.4.2 - Introduction des interfaces                    | 83 |
| 5.4.3 - Structure fonctionnelle finale                 | 84 |
| 5.4.4 - Evaluation des fréquences et temps d'exécution | 84 |
| 5.4.5 - Spécifications de la structure d'exécution     | 85 |
| 5.4.6 - Implantation logicielle                        | 86 |
| 5.5 - REALISATION ET CONCLUSION                        | 87 |

## 6 - TRANSMETTEUR SERIE ASYNCHRONE

|  |     |
|--|-----|
| 6.1 - CAHIER DES CHARGES                             | 89  |
| 6.2 - ELABORATION DES SPECIFICATIONS                 | 91  |
| 6.2.1 - Modélisation de l'environnement              | 91  |
| 6.2.2 - Délimitation des entrées et sorties          | 92  |
| 6.2.3 - Spécifications fonctionnelles                | 92  |
| 6.2.4 - Spécifications opératoires et technologiques | 93  |
| 6.3 - CONCEPTION FONCTIONNELLE                       | 93  |
| 6.3.1 - Délimitation du système à concevoir          | 93  |
| 6.3.2 - Décomposition fonctionnelle                  | 94  |
| 6.3.3 - Comportement des fonctions                   | 94  |
| 6.4 - DEFINITION DE LA REALISATION                   | 96  |
| 6.4.1 - Optimisation de l'algorithme de transmission | 96  |
| 6.4.2 - Structure pour la partie opérative           | 97  |
| 6.4.3 - spécification de la partie commande          | 98  |
| 6.4.4 - Réalisation de la partie commande            | 98  |
| 6.4.5 - Fonction DIVISEUR                            | 99  |
| 6.5 - EXEMPLES DE REALISATION                        | 100 |
| 6.5.1 - Réalisation en circuits discrets             | 100 |
| 6.5.2 - Réalisation d'un ASIC                        | 100 |
| 6.6 - CONCLUSION                                     | 101 |

## 7 - PROTOCOLE DE TRANSMISSION AVEC ACQUITTEMENT POSITIF

|   |     |
|---|-----|
| 7.1 - CAHIER DES CHARGES                            | 103 |
| 7.2 - PRINCIPE DE LA METHODE                        | 104 |
| 7.3 - SPECIFICATION DU PROBLEME                     | 104 |
| 7.3.1 - Modélisation de l'environnement             | 104 |
| 7.3.2 - Délimitation des entrées/sorties            | 105 |
| 7.3.3 - Spécification fonctionnelle                 | 106 |
| 7.4 - CONCEPTION FONCTIONNELLE                      | 107 |
| 7.4.1 - Délimitation de la fonction de transmission | 107 |
| 7.4.2 - Conception pour le niveau LIAISON           | 108 |
| 7.4.3 - Algorithmes des fonctions                   | 108 |
| 7.5 - DEFINITION DE LA REALISATION                  | 110 |
| 7.5.1 - Conception pour le niveau MESSAGE           | 110 |
| 7.5.2 - Algorithmes des fonctions                   | 111 |

|   |     |
|---|-----|
| 7.5.3 - Conception pour le niveau CARACTERE | 112 |
| 7.5.4 - Structure fonctionnelle complète    | 114 |
| 7.5.5 - Solution pour le matériel           | 114 |
| 7.5.6 - Implantation logicielle             | 115 |
| 7.6 - REMARQUES                             | 117 |

## **8 - SYSTEME DE COMMANDE D'UN ASCENSEUR**

|   |     |
|---|-----|
| 8.1 - CAHIER DES CHARGES                            | 119 |
| 8.1.1 - Caractéristiques de l'ascenseur             | 120 |
| 8.1.2 - Fonctionnement souhaité                     | 120 |
| 8.1.3 - Contraintes de fonctionnement               | 121 |
| 8.2 - DETERMINATION DES SPECIFICATIONS              | 121 |
| 8.2.1 - Modélisation de l'environnement             | 121 |
| 8.2.2 - Délimitation du système à concevoir         | 123 |
| 8.2.3 - Spécifications fonctionnelles               | 123 |
| 8.2.4 - Spécifications opératoires                  | 129 |
| 8.2.5 - Spécifications technologiques               | 130 |
| 8.3 - CONCEPTION FONCTIONNELLE                      | 130 |
| 8.3.1 - Définition des entrées et des sorties       | 130 |
| 8.3.2 - Première approche fonctionnelle             | 130 |
| 8.3.3 - Raffinement de contrôle/commande ascenseur  | 132 |
| 8.3.4 - Commande des portes                         | 133 |
| 8.3.5 - Commande de l'ascenseur                     | 134 |
| 8.3.6 - Raffinement de supervision                  | 136 |
| 8.3.7 - Description de séquençement_ascenseur       | 137 |
| 8.3.8 - Observation de l'évolution de l'ascenseur   | 139 |
| 8.3.9 - Traitement des défauts                      | 140 |
| 8.3.10 - Mémorisation des demandes                  | 141 |
| 8.4 - DEFINITION DE LA REALISATION                  | 141 |
| 8.4.1 - Evaluation de la position de l'ascenseur    | 141 |
| 8.4.2 - Evaluation de la vitesse de l'ascenseur     | 142 |
| 8.4.3 - Commande du moteur                          | 143 |
| 8.4.4 - Observations des appuis sur les poussoirs   | 144 |
| 8.4.5 - Structure fonctionnelle finale              | 144 |
| 8.4.6 - Analyse de la solution                      | 145 |
| 8.4.7 - Répartition matériel/logiciel               | 146 |
| 8.4.8 - Structure d'exécution et ses spécifications | 147 |
| 8.4.9 - Définition de l'implantation logicielle     | 149 |
| 8.4.10 - Définition de la réalisation matérielle    | 149 |
| 8.5 - BILAN DE L'ETUDE                              | 150 |

## **9 - SYSTEME DE TEST POUR UN EQUIPEMENT DE SURVEILLANCE**

|  |     |
|--|-----|
| 9.1 - CAHIER DES CHARGES                             | 153 |
| 9.1.1 - Description du Système 2000                  | 154 |
| 9.1.2 - Présentation du matériel à tester            | 154 |
| 9.1.3 - Description des tests                        | 155 |
| 9.2 - ELABORATION DES SPECIFICATIONS                 | 155 |
| 9.2.1 - Analyse de l'environnement                   | 156 |
| 9.2.2 - Délimitation du système                      | 157 |
| 9.2.3 - Spécifications fonctionnelles                | 157 |
| 9.2.4 - Spécifications opératoires et technologiques | 158 |

|   |     |
|---|-----|
| 9.3 - CONCEPTION FONCTIONNELLE                | 160 |
| 9.3.1 - Délimitation du système à concevoir   | 160 |
| 9.3.2 - Première décomposition fonctionnelle  | 162 |
| 9.3.3 - Description de SUPERVISION            | 162 |
| 9.3.4 - Description de EXECUTION_TEST         | 163 |
| 9.4 - DEFINITION DE LA REALISATION            | 165 |
| 9.4.1 - Introduction des interfaces physiques | 165 |
| 9.4.2 - Introduction de l'interface opérateur | 167 |
| 9.4.3 - Schéma fonctionnel complet            | 167 |
| 9.4.4 - Répartition matériel logiciel         | 167 |
| 9.4.5 - Spécification de la partie matérielle | 168 |
| 9.4.6 - Spécification de la partie logicielle | 169 |
| 9.5 - REALISATION ET CONCLUSIONS              | 169 |

## **10 - AUTOCOMMUTATEUR TELEPHONIQUE**

|   |     |
|---|-----|
| 10.1 - CAHIER DES CHARGES                                       | 174 |
| 10.2 - SPECIFICATIONS   | 174 |
| 10.2.1 - Analyse de l'environnement                             | 174 |
| 10.2.2 - Délimitation du système                                | 175 |
| 10.2.3 - Spécifications fonctionnelles                          | 175 |
| 10.2.4 - Spécifications opératoires et technologiques           | 177 |
| 10.3 - CONCEPTION FONCTIONNELLE                                 | 177 |
| 10.3.1 - Délimitation des entrées et sorties                    | 177 |
| 10.3.2 - Première décomposition fonctionnelle                   | 178 |
| 10.3.3 - Description de GESTION_ETATS                           | 179 |
| 10.3.4 - Décomposition de GESTION_COMMUNICATIONS                | 179 |
| 10.3.5 - Description de GESTION_ABONNE                          | 181 |
| 10.3.6 - Description de GESTION_RESEAU                          | 183 |
| 10.4 - DEFINITION DE LA REALISATION                             | 184 |
| 10.4.1 - Couplage du téléphone                                  | 185 |
| 10.4.2 - Couplage de l'exploitant                               | 185 |
| 10.4.3 - Couplage du réseau de connexion                        | 186 |
| 10.4.4 - Structure fonctionnelle complète                       | 186 |
| 10.4.5 - Contraintes de temps                                   | 186 |
| 10.4.6 - Répartition matériel/logiciel et structure d'exécution | 186 |
| 10.4.7 - Spécification de l'implantation logicielle             | 188 |
| 10.5 - CONCLUSION, EXTENSION DU PROBLEME                        | 188 |

## **11 - AUTOMATISATION D'UN BANC DE DECOUPE DE TISSUS**

|   |     |
|---|-----|
| 11.1 - CAHIER DES CHARGES                                 | 191 |
| 11.2 - ELABORATION DES SPECIFICATIONS                     | 193 |
| 11.2.1 - Modélisation de l'environnement                  | 193 |
| 11.2.2 - Délimitation du système                          | 193 |
| 11.2.3 - Spécifications fonctionnelles                    | 193 |
| 11.2.4 - Spécifications technologiques                    | 195 |
| 11.3 - CONCEPTION FONCTIONNELLE                           | 195 |
| 11.3.1 - Délimitation du système avec ses entrées/sorties | 195 |
| 11.3.2 - Première décomposition fonctionnelle             | 196 |
| 11.3.3 - Description de SUPERVISION                       | 197 |
| 11.3.4 - Raffinement de la partie contrôle/commande       | 198 |

|   |     |
|---|-----|
| 11.3.5 - Description de CONTROLE_POSITIONNEMENT     | 198 |
| 11.3.6 - Raffinement de POSITIONNEMENT              | 200 |
| 11.3.7 - Description de ASSERVISSEMENT              | 200 |
| 11.3.8 - Description de GENERATION_CONSIGNE         | 201 |
| 11.4 - DEFINITION DE LA REALISATION                 | 202 |
| 11.4.1 - Observations                               | 202 |
| 11.4.2 - Liaison série                              | 203 |
| 11.4.3 - Structure fonctionnelle complète           | 203 |
| 11.4.4 - Répartition matériel/logiciel              | 204 |
| 11.4.5 - Spécification de la réalisation matérielle | 205 |
| 11.4.6 - Spécification de l'implantation logicielle | 205 |
| 11.5 - REMARQUES                                    | 205 |

## 12 - ETUDE D'UN SYSTEME DE PROGRAMMATION DU CHAUFFAGE

|   |     |
|---|-----|
| 12.1 - CAHIER DES CHARGES                               | 208 |
| 12.1.1 - Méthode pour la régulation                     | 208 |
| 12.1.2 - Mode de programmation                          | 209 |
| 12.1.3 - Modularité de l'installation                   | 210 |
| 12.2 - DETERMINATION DES SPECIFICATIONS                 | 210 |
| 12.2.1 - Analyse de l'environnement                     | 210 |
| 12.2.2 - Délimitation du système                        | 211 |
| 12.2.3 - Spécifications fonctionnelles                  | 211 |
| 12.2.4 - Spécifications opératoires                     | 213 |
| 12.2.5 - Spécifications technologiques                  | 215 |
| 12.3 - CONCEPTION FONCTIONNELLE                         | 215 |
| 12.3.1 - Délimitation du système à concevoir            | 216 |
| 12.3.2 - Première décomposition fonctionnelle           | 216 |
| 12.3.3 - Conception de la fonction gestion_centralisée  | 219 |
| 12.3.4 - Conception de la fonction gestion_zones        | 220 |
| 12.3.5 - Rappel de la structure fonctionnelle globale   | 222 |
| 12.4 - DEFINITION DE LA REALISATION                     | 222 |
| 12.4.1 - Répartition géographique de l'application      | 223 |
| 12.4.2 - Spécification du réseau                        | 228 |
| 12.5 - SPECIFICATION DE LA REALISATION POUR UNE STATION | 231 |
| 12.5.1 - Observation des mesures                        | 231 |
| 12.5.2 - Spécification de la structure d'exécution      | 232 |
| 12.5.3 - Implantation logicielle                        | 233 |
| 12.5.4 - Réalisation matérielle                         | 235 |
| 12.5.5 - Autre solution matérielle                      | 238 |
| 12.6 - IMPLANTATION DU LOGICIEL SUR PC                  | 239 |
| 12.6.1 - Contraintes pour le logiciel                   | 239 |
| 12.6.2 - Implantation logicielle                        | 239 |
| 12.6.3 - Description du programme                       | 239 |
| 12.7 - REMARQUES SUR CE TRAVAIL                         | 241 |

## 13 - MACHINE POUR LE REPORT AUTOMATIQUE DE COMPOSANTS CMS

|                                     |     |
|-------------------------------------|-----|
| 13.1 - CAHIER DES CHARGES           | 243 |
| 13.1.1 - Cycle de fonctionnement    | 244 |
| 13.1.2 - Contraintes de réalisation | 245 |

|  |     |
|--|-----|
| 13.2 - SPECIFICATIONS                                      | 247 |
| 13.2.1 - Modélisation de l'environnement                   | 247 |
| 13.2.2 - Délimitation du système                           | 247 |
| 13.2.3 - Spécifications fonctionnelles                     | 248 |
| 13.2.4 - Spécifications technologiques                     | 248 |
| 13.3 - CONCEPTION FONCTIONNELLE                            | 248 |
| 13.3.1 - Délimitation du système à concevoir               | 248 |
| 13.3.2 - Décomposition fonctionnelle                       | 248 |
| 13.3.3 - Description de SUPERSIVION                        | 250 |
| 13.3.4 - Description de COORDINATION                       | 252 |
| 13.3.5 - Positionnement pour chaque axe                    | 253 |
| 13.4 - DEFINITION DE LA REALISATION                        | 254 |
| 13.4.1 - Introduction de la répartition                    | 254 |
| 13.4.2 - Introduction des interfaces                       | 254 |
| 13.4.3 - Evaluation des contraintes de temps               | 255 |
| 13.4.4 - Répartition matériel/logiciel                     | 256 |
| 13.4.5 - Spécification de la réalisation matérielle        | 257 |
| 13.4.6 - Implantation logicielle pour COORDINATION         | 257 |
| <br>   |     |
| <b>14 - EXEMPLES DE PROBLEMES</b>                          |     |
| 14.1 - SYSTEME DE POSITIONNEMENT 1 AXE                     | 260 |
| 14.2 - TRANSFERT DE MESSAGES SUR RESEAU LOCAL              | 261 |
| 14.3 - COMMANDE D'UNE PERCEUSE AUTOMATIQUE                 | 261 |
| 14.4 - UN SYSTEME DE DISTRIBUTION AUTOMATIQUE DE CASSETTES | 262 |
| 14.4.1 - Description du fonctionnement                     | 263 |
| 14.4.2 - Caractéristiques techniques                       | 263 |
| 14.5 - IMPLANTATION REPARTIE POUR DES VARIABLES PARTAGEES  | 263 |
| 14.6 - SYSTEME DE COMMUNICATION                            | 264 |
| 14.7 - AUTOMATISATION D'UNE CELLULE FLEXIBLE               | 265 |
| 14.8 - SYSTEME D'ACQUISITION DE TEMPERATURE                | 266 |
| 14.9 - SYSTEME DE SURVEILLANCE DES AVIONS                  | 267 |
| 14.10 - SYSTEME DE COMMANDE DE ROBOT                       | 268 |
| 14.11 - UNE DISTRIBUTION AUTOMATIQUE DE CARBURANT          | 270 |
| 14.11.1 - Fonctionnement pour l'utilisateur                | 270 |
| 14.11.2 - La demande                                       | 271 |
| 14.11.3 - Description du robot                             | 271 |
| 14.11.4 - Description du lecteur de carte                  | 272 |
| 14.11.5 - Répartition géographique                         | 272 |
| 14.11.6 - Les interfaces                                   | 272 |
| 14.11.7 - Les contraintes à satisfaire                     | 273 |
| <br>   |     |
| <b>- BIBLIOGRAPHIE</b>                                     | 274 |
| <br>   |     |
| <b>- INDEX</b>   | 275 |

