La scénistique: méthodologie pour la conception de documents en media multiples suivant une approche qualité.

Sylvie Leleu-Merviel

▶ **To cite this version:**

Sylvie Leleu-Merviel. La scénistique: méthodologie pour la conception de documents en media multiples suivant une approche qualité.. Sciences de l'information et de la communication. Université Paris VIII Vincennes-Saint Denis, 1996. tel-00660099v2

HAL Id: tel-00660099

https://theses.hal.science/tel-00660099v2

Submitted on 19 Jan 2012

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Université de Paris 8

LA SCENISTIQUE

METHODOLOGIE POUR LA CONCEPTION DE DOCUMENTS EN MEDIA MULTIPLES SUIVANT UNE APPROCHE QUALITE

Sylvie LELEU-MERVIEL

Ingénieur IDN (Centrale Lille), Docteur-Ingénieur

Thèse pour l'Habilitation à Diriger des Recherches
en Sciences de l'Information et de la Communication
sous la direction du Professeur Jean-Pierre BALPE

Soutenue le 12 Novembre 1996 devant la commission d'examen

Rapporteurs

Jean-Pierre BALPE	Professeur à l'Université de Paris 8
Jean-Baptiste CARPENTIER	Professeur à l'Université de Paris 4 (CELSA)
Gilles LE CARDINAL	Professeur à l'Université de Technologie de Compiègne (UTC)

Examinateurs

Jean-Claude ANGUE	Professeur à l'Université de Valenciennes
André CARTIER	Professionnel, CNES, Direction Générale du Centre Spatial Guyanais
Gérard LOSFELD	Professeur à l'Université de Lille 3

Université de Paris 8

LA SCENISTIQUE

METHODOLOGIE POUR LA CONCEPTION DE DOCUMENTS EN MEDIA MULTIPLES SUIVANT UNE APPROCHE QUALITE

Sylvie LELEU-MERVIEL

Ingénieur IDN (Centrale Lille), Docteur-Ingénieur

Thèse pour l'Habilitation à Diriger des Recherches
en Sciences de l'Information et de la Communication
sous la direction du Professeur Jean-Pierre BALPE

Soutenue le 12 Novembre 1996 devant la commission d'examen

Rapporteurs

Jean-Pierre BALPE	Professeur à l'Université de Paris 8
Jean-Baptiste CARPENTIER	Professeur à l'Université de Paris 4 (CELSA)
Gilles LE CARDINAL	Professeur à l'Université de Technologie de Compiègne (UTC)

Examinateurs

Jean-Claude ANGUE	Professeur à l'Université de Valenciennes
André CARTIER	Professionnel, CNES, Direction Générale du Centre Spatial Guyanais
Gérard LOSFELD	Professeur à l'Université de Lille 3

A mes parents
A Philippe
A Maurine et Renaud
(par ordre d'entrée en scène)

GUIDE DE LECTURE

La présentation adoptée pour ce document vise à faciliter la lecture rapide.

En effet :

- chaque chapitre possède une introduction et une conclusion propres,

- chaque grande section de chapitre commence par une introduction et s'achève sur un bilan,

- chaque sous-section propose un préambule qui situe la problématique correspondante,

- chaque sous-partie présente, en en-tête et en pied, des phrases en gras qui en résument le contenu et permettent, faute de temps, d'éviter la lecture détaillée.

De plus, un sommaire général est proposé page 7, et des sous-sommaires sont repris au début de chaque grande section de chapitre.

Enfin, le lecteur peut consulter le plan détaillé, pages 9 à 24, ainsi qu'une liste des figures page 25.

SOMMAIRE

GUIDE DE LECTURE 5
PLAN DETAILLE 9
TABLE DES ILLUSTRATIONS 25
REMERCIEMENTS 29
PROLOGUE 31
INTRODUCTION GENERALE 33
CHAPITRE PRELIMINAIRE 41
CHAPITRE 1:
DETERMINATION D'UNE PERSPECTIVE SYSTEME
POUR L'ETUDE DES FAITS HUMAINS **75**
CHAPITRE 2 :
CONSTRUCTION D'UN MODELE SYSTEMIQUE DE
L'INDIVIDU COMMUNICANT ET EXPLOITATION
DANS LE CADRE DE L'ANALYSE FONCTIONNELLE **149**
CHAPITRE 3 :
RECOURS A L'ANALYSE FONCTIONNELLE
POUR LA DETERMINATION DE MODELES
ADAPTES A LA SYNTHESE D'IMAGES **235**
CHAPITRE 4 : STRATEGIE DE CONDUITE DE PROJET
POUR LA CONCEPTION DES DOCUMENTS
INTERACTIFS ET/OU DE REALITE VIRTUELLE **305**
CONCLUSION GENERALE 383
BIBLIOGRAPHIE 391

PLAN DETAILLE

GUIDE DE LECTURE 5
SOMMAIRE 7
TABLE DES ILLUSTRATIONS 25
REMERCIEMENTS 29
PROLOGUE 31
INTRODUCTION GENERALE 33

CHAPITRE PRELIMINAIRE 41
CHAPITRE PRELIMINAIRE : INTRODUCTION 43
I - INTRODUCTION A LA QUALITE 47
I-1 : INTRODUCTION 47
I-2 : RAPPEL DES CONCEPTS QUALITE FONDAMENTAUX 47
1) Préambule : établissement des définitions préalables 47
2) Définition de la qualité 48
3) Définition de l'assurance qualité 49
4) Définition de l'assurance de sûreté de fonctionnement 49
5) Définition de l'assurance produit 49
I-3 : MODALITES CONCRETES DE LA MISE EN OEUVRE DE LA QUALITE 49
1) Préambule : de la théorie à la pratique 49
2) Principe de la relation client/fournisseur 50
3) Principe de l'expression du besoin 51
4) Principe de l'évaluation 51
I-4 : BILAN 51
II - QUALITE ET BESOIN : NORMALISATION 53
II-2 : EXPRESSION DU BESOIN 53
1) Préambule : procédés normalisés pour analyser le besoin 53
2) Définition normalisée du besoin 54
3) Définition normalisée de l'utilisateur 54
4) Définition normalisée du produit 54

II-3 : EXPRESSION FONCTIONNELLE DU BESOIN 54
1) Préambule : définition de l'expression fonctionnelle du besoin 54
2) Définition normalisée des fonctions 55
3) Définition normalisée des fonctions de service 55
4) Définition normalisée des fonctions techniques 55
5) Démarche fonctionnelle appliquée à l'expression du besoin 55
II-4 : ANALYSE FONCTIONNELLE 56
1) Préambule : résultat de l'analyse fonctionnelle 56
2) Définition normalisée du cahier des charges fonctionnel CdCF 56
3) Définition normalisée des contraintes 56
4) Définition normalisée des critères d'appréciation d'une fonction 56
5) Définition normalisée du niveau d'un critère d'appréciation 57
6) Définition normalisée de la flexibilité d'un niveau 57
II-5 : ANALYSE DE LA VALEUR 57
1) Préambule : de l'analyse fonctionnelle à l'analyse de la valeur 57
2) Définition normalisée du coût 57
3) Définition normalisée du prix 58
4) Définition normalisée du coût global 58
5) Définition normalisée de la valeur 58
6) Définition normalisée de l'analyse de la valeur 59
7) Conséquences concrètes des méthodes d'analyse de la valeur 59
II-6 : BILAN 59
III - GESTION DU CYCLE DE VIE D'UN PRODUIT 61
III-2 : MAITRISE DE LA QUALITE 61
1) Préambule : respect des directives qualité le long du cycle de vie 61
2) Maîtrise des processus 62
3) Procédures opérationnelles 62
4) Traçabilité 63
III-3 : STRUCTURE DU CYCLE DE VIE D'UN PRODUIT 63
1) Préambule : éléments de caractérisation du cycle de vie d'un produit 63
2) Etats du produit au cours de son cycle de vie 64
3) Processus de transitions d'état à état 65
4) Diagramme états-transitions récapitulatif 66
III-4 : MAITRISE DU CYCLE DE VIE 68
1) Préambule : trace du cycle de vie 68
2) Documents attachés aux états d'un produit 68

3) Procédures de surveillance liées au contrôle des états 71
III-5 : BILAN 71
CHAPITRE PRELIMINAIRE : CONCLUSION 73

CHAPITRE 1 75
CHAPITRE 1 : INTRODUCTION 77
I - DETERMINATION D'UN ANCRAGE SCIENTIFIQUE POUR L'ETUDE DES FAITS HUMAINS 81
I-1 : INTRODUCTION 81
I-2 : FONDEMENTS DE LA DEMARCHE SCIENTIFIQUE 82
1) Préambule : une certaine idée de la science 82
2) Science et observation, réalité et sensation 83
3) Science et abstraction 86
4) Science et formalisme 87
I-3 : CHEMINS DE TRAVERSE DE LA VOIE SCIENTIFIQUE 89
1) Préambule : les fausses idées concernant la science 89
2) Science et action 89
3) Science et prédiction 90
4) Science et méthode 91
5) Science et techniques 92
I-4 : SCIENCES EXPERIMENTALES, SCIENCES DE L'EMPIRIE 93
1) Préambule : sciences expérimentales contre sciences pures 93
2) Réalité observable et abstraction 94
3) Théorie scientifique et confrontation avec la réalité 94
4) Procédure de vérification 95
I-5 : SCIENCE DES FAITS HUMAINS 95
1) Préambule : sciences dures contre sciences molles 95
2) Subjectivité et non reproductibilité 96
3) Révolte de l'objet d'étude contre son savant 97
4) Décrire, expliquer 97
5) Schèmes d'explication 99
6) Méthodologie liée à une détermination épistémologique constructiviste 100
I-6 : BILAN 101
II - ANALYSE CRITIQUE DU CONCEPT D'INFORMATION 103
II-1 : INTRODUCTION 103
II-2 : THEORIE DE L'INFORMATION DE SHANNON /SHA 49/ 105
1) Préambule : historique 105
2) Prémices de cette théorie 105

3) Généralisation de Shannon 106
4) Information et entropie 107
II-3 : THEORIE ALGORITHMIQUE DE L'INFORMATION DE KOLMOGOROV 108
1) Préambule : une autre théorie 108
2) Présentation succincte 108
3) Première théorie algorithmique de l'information 108
4) Seconde théorie algorithmique de l'information 109
II-4 : AMPLIATION DE DELAHAYE 109
1) Préambule : des lacunes 109
2) Valeur en information 110
3) Contenu brut en information 110
4) Aspects pragmatiques et relatifs de la valeur en information 111
II-5 : CONFUSIONS CONCEPTUELLES DANS LES THEORIES DITES DE L'INFORMATION 112
1) Préambule : glissement terminologique 112
2) Niveaux d'information de Weaver 112
3) Mesure de l'information-CONTENANT 113
4) Inexactitudes et approximations confortées entre contenu et contenant 113
5) Ouverture vers d'autres points de vue 113
II-6 : DETERMINATION D'UN VOCABULAIRE OPERANT 114
1) Préambule : information et signification 114
2) Notion de donnée 114
3) Notion de signal 115
4) Notion d'information 116
5) Notion de sens 116
6) Notion de message 117
II-7 : BILAN 117
III - CADRAGE METHODOLOGIQUE DE LA RECHERCHE 119
III-1 : INTRODUCTION 119
III-2 : DETERMINATION DU CHAMP DE L'ETUDE 120
1) Préambule : configurations communicationnelles envisagées 120
2) Secondarité des considérations techniques 121
3) Intelligibilité contre lisibilité 121
4) Niveau d'information selon Weaver 122

III-3 : ATTENDUS DE LA RECHERCHE 123
1) Préambule : l'homme communicant, objet de connaissances 123
2) Position épistémologique présidant à la modélisation 124
3) 3 phases : observation, abstraction, formalisation 125
4) Approche fonctionnelle 125
III-4 : ELEMENTS FONDATEURS DE L'APPROCHE SYSTEME 126
1) Préambule : définition du concept de système 126
2) Approche conditionnée par l'objectif 127
3) Notions de contrôle et commande inhérentes à l'approche système 128
4) Concept de représentation, notion de modèle 129
III-5 : METHODOLOGIE DE MISE EN OEUVRE DE L'APPROCHE SYSTEME 130
1) Préambule : l'analyse des systèmes 130
2) Fondements de l'analyse du système 130
3) Méthodologie de l'analyse du système 131
4) Outil support de la modélisation : le formalisme S.A.D.T. 132
III-6 : BILAN 134
IV - DEMARCHES, PROCEDES ET OBJECTIFS DE LA RECHERCHE 135
IV-1 : INTRODUCTION 135
IV-2 : NIVEAUX D'USAGE D'UNE REPRESENTATION A L'AIDE D'UN MODELE 136
1) Préambule : principe général de représentation d'un système. 136
2) Modélisation du système 137
3) Simulation du comportement du système 137
4) Commande du système 139
IV-3 : HIERARCHIE DES OBJECTIFS DE LA RECHERCHE 140
1) Préambule : itinéraire de recherche balisé par avance 140
2) Représenter 141
3) Diagnostiquer 141
4) Elaborer des stratégies 142
5) Boucler, i.e. recommencer 142
IV-4 : INTERET PRAGMATIQUE D'UNE VISION STRATEGIQUE : APPLICATIONS 142
1) Préambule : corrélation à des considérations pratiques liées aux applications 142
2) Diversité du champ de la communication dans l'entreprise 143

3) Stratégie de communication 143
4) Communication audiovisuelle d'entreprise 144
5) Stratégie, objectifs et approche système 145
IV-5 : BILAN 146
CHAPITRE 1 : CONCLUSION 147

CHAPITRE 2 149

CHAPITRE 2 : INTRODUCTION 151

I - MODELISATION DES PROCESSUS HUMAINS IMPLIQUES DANS LE SYSTEME DE COMMUNICATION 153

I-1 : INTRODUCTION 153

I-2 : MODELISATION DU PROCESSUS DE RECEPTION 154

1) Préambule : les différents éléments de la réception 154

2) Modélisation formelle du processus de réception 154

3) Analyse plus détaillée du mécanisme d'interprétation 155

4) Construction d'une signification 156

I-3 : MODELISATION DU PROCESSUS DE REPONSE 159

1) Préambule : le phénomène d'évocation 159

2) Processus étendu de construction du sens 160

3) Caractérisation de l'activité d'appropriation 160

4) Modélisation formelle du processus de réponse 160

I-4 : COMPLETUDE DU MODELE : PRISE EN COMPTE DE CONCEPTS COMPLEMENTAIRES 161

1) Préambule : inventaire des variables identifiées 161

2) Premier élément complémentaire : l'attention 162

3) Notion d'activation 163

4) Insertion dans les actigrammes S.A.D.T. 164

5) Second élément complémentaire : l'attitude 166

I-5 : COMPLETUDE DU MODELE : PRISE EN COMPTE DES BOUCLES DE RETRO-ACTION 168

1) Préambule : un modèle systémique simplifié à l'extrême 168

2) Concepts d'information structure et information circulante 169

3) Boucles de rétro-action entre information structure et information circulante 170

4) Complexification du dispositif séquentiel 172

I-6 : BILAN 175

II - ETUDE DU COMPORTEMENT DYNAMIQUE DU SYSTEME PAR SIMULATION 177

II-1 : INTRODUCTION 177

II-2 : METHODOLOGIE D'IDENTIFICATION DES ANOMALIES 178

1) Préambule : méthodologie analytique 178

2) Analyse détaillée du module détecter 178
3) Poursuite de l'analyse 180
4) Analyse des modules interpréter, s'approprier, réagir 181
II-3 : ELEMENTS DE CARACTERISATION D'UNE SITUATION COMMUNICATIONNELLE 183
1) Préambule : nécessité de l'analyse préalable 183
2) Définition du concept de situation communicationnelle 184
3) Multiplicité des situations communicationnelles 184
4) Paramètres pertinents de caractérisation 185
II-4 : CLASSIFICATION DES SITUATIONS COMMUNICATIONNELLES 185
1) Préambule : méthodologie de classification des états 185
2) Mise en évidence des différents seuils séparant les états 185
3) Récapitulatif des différents niveaux de classification 187
II-5 : PRISE EN COMPTE DU FACTEUR D'ATTENTE 188
1) Préambule : éléments de l'analyse préalable 188
2) Notion d'attente 188
3) Introduction des facteurs sous-jacents 189
4) Influence de l'attente sur le comportement du récepteur 189
5) Influence de l'attente sur la conception du programme 190
II-6 : BILAN 190
III - MISE EN OEUVRE DES PRECEPTES QUALITE POUR LA CONCEPTION DES DOCUMENTS 192
III-1 : INTRODUCTION 192
III-2 : ANALYSE FONCTIONNELLE DU BESOIN 192
1) Préambule : maîtrise de la qualité le long du cycle de vie 192
2) Etape initiale de la conception : l'analyse fonctionnelle 194
3) Formalisation de l'analyse fonctionnelle 194
4) Contenu du CdCF 195
III-3 : CARACTERISATION DES FONCTIONS DE SERVICE PRINCIPALES. OBJECTIFS 195
1) Préambule : liens entre fonctions de service principales et objectifs 195
2) Répertoire des objectifs d'un programme 196
3) Tableau de classification typologique des fonctions de service 201
4) Modalités concrètes de l'analyse fonctionnelle 203
III-4 : FONCTIONS DE SERVICE SECONDAIRES 203
1) Préambule : prise en compte des fonctions secondaires 203

2) Contraintes liées au maintien de l'attention 204
3) Facteurs secondaires liés au cas particulier où l'objectif est une action 205
4) Facteurs secondaires favorisant la mémorisation 205
5) Insuffisances de certaines approches strictement rationnelles 205
III-5 : CAS DES ANALYSES FONCTIONNELLES COMPLEXES 206
1) Préambule : règles supplémentaires contribuant à une analyse efficace 206
2) Définition des analyses fonctionnelles complexes 207
3) Adaptation du CdCF 208
4) Concept de polyptyque 209
5) Unicité de la fonction de service principale 210
III-6 : PARAMETRES D'ESTIMATION DES FONCTIONS ET CONTRAINTES 211
1) Préambule : de l'expression des besoins à leur satisfaction 211
2) Critères d'appréciation 211
3) Apport de la logique floue 212
4) Niveau et flexibilité des critères d'appréciation 213
III-7 : BILAN 215
IV - ILLUSTRATION SUR UNE ETUDE DE CAS INDUSTRIEL 217
IV-1 : INTRODUCTION 217
IV-2 : CONTEXTE DE L'APPLICATION : PRESENTATION GENERALE 218
IV-3 : ANALYSE FONCTIONNELLE 218
1) Préambule : demande initiale du commanditaire 218
2) Détermination de la fonction de service principale : l'objectif 218
3) Détermination de la situation communicationnelle préalable 219
4) Modification du CdCF 220
IV-4 : ELEMENTS DE CARACTERISATION DES VOLETS DU POLYPTYQUE 220
1) Premier volet du polyptyque 220
2) Second volet du polyptyque 221
3) Troisième volet du polyptyque 222
4) Quatrième volet du polyptyque 223
IV-5 : BILAN 224
CHAPITRE 2 : CONCLUSION 233

CHAPITRE 3 235
CHAPITRE 3 : INTRODUCTION 237
I - SPECIFICATION DE LA SYNTHESE D'IMAGES GRACE A L'ANALYSE FONCTIONNELLE 239
I-1 : INTRODUCTION 239
I-2 : CONCEPT DE REPRESENTATION, NOTION D'ANALOGIE 239
1) Préambule : éléments constitutifs d'un univers 239
2) Notion de représentation 240
3) Concept de modèle d'un processus 241
4) Restrictions sur l'exactitude d'un modèle mathématique 241
5) Analogie : extension de la notion de modèle 242
I-3 : INTRODUCTION DU CONCEPT DE SIMULATION 243
1) Préambule : définition de la simulation 243
2) Schématisation d'une opération de simulation numérique 243
3) Critère d'évaluation relatif à la qualité d'une opération de simulation 244
I-4 : SPECIFICITE DU CONCEPT DE SYNTHESE 245
1) Préambule : définition de la synthèse 245
2) Schématisation d'une opération de synthèse numérique 245
3) Aptitude à la reproduction d'un modèle de synthèse 246
I-5 : DECLINAISON DE CES CONCEPTS POUR LE CAS D'UNE IMAGE 249
1) Préambule : définition du terme image dans le champ de l'étude 249
2) Fonction de l'image de simulation 251
3) Fonction de l'image de synthèse 252
4) Analyses fonctionnelles divergentes pour la simulation et la synthèse 254
5) Images mixtes 254
I-6 : BILAN 256
II - SYNTHESE DES MOUVEMENTS DANS LES IMAGES CALCULEES 257
II-1 : INTRODUCTION 257
II-2 : DEFINITION ET PRINCIPE DE L'ANIMATION : APPROCHE METHODOLOGIQUE 258
1) Préambule : introduction à la notion d'animation 258
2) Animation traditionnelle 258
3) Généralisation à l'animation d'images de synthèse 259

4) Mise en évidence des différents types d'animation 259
5) Intégration et modèle général d'animation 260
II-3 : DIVERGENCES DES APPROCHES SIMULATION ET SYNTHESE POUR LES MODELES D'ANIMATION 261
1) Choix de l'échantillonnage : critère de qualité 261
2) Méthodes d'animation de type simulation : lois naturelles 262
3) Méthodes d'animation de type simulation : lois mathématiques 263
4) Méthodes d'animation de type synthèse 264
II-4 : MODELE DE SYNTHESE PAR DECOMPOSITION SPATIALE ET TEMPORELLE 268
1) Préambule : analyse préliminaire 268
2) Approche intuitive 269
3) Formalisation du modèle 271
4) Décomposition par blocs 274
II-5 : PROPRIETES DU MODELE ORIGINAL DEVELOPPE 275
1) Contraintes concernant l'arc spatial 275
2) Contraintes concernant la célérité 276
3) Intégrabilité de la courbe de célérité 278
4) Continuité par morceaux 278
5) Interprétation physique des paramètres 279
II-6 : BILAN 280
III - APPLICATION A LA VISITE VIRTUELLE DE BATIMENTS DISPARUS 282
III-1 : INTRODUCTION 282
III-2 : PRESENTATION DE LA PROBLEMATIQUE 283
III-3 : RECHERCHE DES DONNEES 283
1) Préambule : éléments de la base documentaire 283
2) Gisements de données 284
3) Aspect lacunaire ou contradictoire des données 284
4) Recours à la connaissance experte 287
5) Apport pour l'expert 288
III-4 : STRUCTURATION DE LA BASE DE DONNEES EN VUE DE LA MODELISATION 289
1) Préambule : choix d'un modèle de structure 289
2) Décomposition arborescente 291
3) Répétitivité et problème du niveau de détail 294
4) Remarque 297

III-5 : CHOIX D'UN SYSTEME ADAPTE 297
1) Préambule : problématique 297
2) Logiciels d'architecture 297
3) Logiciels généraux 298
4) Eventualité d'un logiciel spécifique 299
III-6 : CONCEPT DE VISITE GUIDEE VIRTUELLE ET SOLUTIONS TECHNIQUES AU PROBLEME DE L'INTERACTIVITE 299
1) Préambule : principe de la visite virtuelle 299
2) Parcours unique 300
3) Choix de parcours 300
4) Visite libre 301
III-7 : BILAN 302
CHAPITRE 3 : CONCLUSION 303

CHAPITRE 4 305
CHAPITRE 4 : INTRODUCTION 307
I - OPTIQUE PROGRAMME POUR LA CONCEPTION DES PRODUITS D'INFORMATION 310
I-1 : INTRODUCTION 310
I-2 : GESTION DU CYCLE DE VIE D'UN PRODUIT D'INFORMATION 311
1) Préambule : structure générale du cycle de vie 311
2) Démarrage d'un projet 312
3) Expression du besoin 313
4) Ingénierie 314
5) Réalisation et exploitation 314
6) Stratégie de conduite de projet 315
I-3 : CYCLE DE VIE DU PRODUIT CINEMATOGRAPHIQUE 316
1) Préambule : du produit d'information en général au produit cinématographique en particulier 316
2) Démarrage d'un projet 317
3) Analyse fonctionnelle, expression du besoin 318
4) Ingénierie : avant-projet 319
5) Ingénierie : développement 320
6) Réalisation 321
I-4 : MULTIPLICITE DU SCENARIO 322
1) Préambule : du scénario comme modèle de principe du film 322
2) Note d'intention 323
3) Synopsis 324
4) Cas particulier du "scénario" de documentaire 324
5) Outline, canevas 325
6) Traitement 326
7) Continuité dialoguée 326
I-5 : BILAN 327
II - SCENARIO ETENDU POUR LA MODELISATION CONCEPTUELLE DES HYPERDOCUMENTS 330
II-1 : INTRODUCTION 330
II-2 : MODELISATION CONCEPTUELLE D'UN DOCUMENT 330
1) Préambule : définition de la notion de document 330

2) Généralité de la notion de document 331
3) Finalité des documents 332
4) Modèle conceptuel usuel des documents 333
II-3 : INTRODUCTION DE NOUVEAUX CONCEPTS POUR LE SCENARIO 334
1) Préambule : concept étendu de scénario pour le document 334
2) Nouvelles contraintes à prendre en compte pour le scénario étendu 336
3) Apport de la sémiologie générative pour le concept de scénario étendu 337
4) Modélisation orientée-objet de la diégèse : potentiel scénaristique 339
II-4 : MACRO-STRUCTURES NARRATIVES DECRIVANT L'ARCHITECTURE DU SCENARIO 342
1) Préambule : concept de séquence 342
2) Concepts de circonstance, de conjoncture et d'événement 343
3) Macro-structures narratives 343
4) Application à la modélisation de Tetris 344
II-5 : BILAN 346
III - SCENISTIQUE : DEFINITION D'UNE METHODOLOGIE D'AIDE A LA CONCEPTION DE DOCUMENTS 349
III-1 : INTRODUCTION 349
III-2 : PRINCIPES GENERAUX DE LA SCENISTIQUE 350
1) Préambule : de l'ébauche au document achevé 350
2) Concept de scénation 351
3) Concept de scénique 352
4) Concept de mise en situation 354
5) Approche scénistique 355
III-3 : INTEGRATION DES OUTILS CLASSIQUES DE CONSTRUCTION D'UNE DIEGESE 356
1) Préambule : confrontation du modèle scénistique avec les outils classiques 356
2) Fiches lieux-décors 356
3) Bibles des personnages 359
4) Actants selon Propp 364
5) Schémas actantiels de Greimas 365
III-4 : INTEGRATION DES OUTILS CLASSIQUES DE CONSTRUCTION D'UN RECIT 368
1) Préambule : confrontation du modèle proposé avec les outils classiques 368
2) Méthode SI-SF 368
3) Interprétation ethnologique de la structure de récit : du conte primitif à la nouvelle contemporaine 370

4) Schéma structurel de Propp pour la construction d'un scénario 373
5) Déclencheur de récit, méthode de construction progressive 376
III-5 : BILAN 377
CHAPITRE 4 : CONCLUSION 381
CONCLUSION GENERALE 383
BIBLIOGRAPHIE 391

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure PREL-1 : *Liste des états successifs d'un produit au cours de son cycle de vie.* 65
Figure PREL-2 : *Diagramme états-transitions du cycle de vie d'un produit.* 67
Figure PREL-3 : *Documents attachés au diagramme états-transitions.* 70
Figure PREL-4 : *Architecture générale d'un programme.* 72
Figure I-1 : *Relation entre la quantité d'information d'un message et la probabilité d'apparition de ce message.* 106
Figure I-2 : *Schéma symbolique d'un système de communication complexe.* 120
Figure I-3 : *Schéma symbolique de deux entités en "communication".* 128
Figure I-4 : *Schéma fonctionnel global du système de communication humain.* 131
Figure I-5 : *Niveau inférieur de décomposition du schéma fonctionnel précédent.* 132
Figure I-6 : *Diagramme d'activité.* 133
Figure I-7 : *Diagramme de données.* 134
Figure I-8 : *Représentation d'un phénomène quelconque par schéma fonctionnel.* 136
Figure I-9 : *Schéma fonctionnel global du système de communication humain.* 136
Figure I-10 : *Schématisation de principe de la modélisation.* 137
Figure I-11 : *Schématisation de principe de la simulation.* 138
Figure I-12 : *Validation et/ou amélioration d'un modèle au moyen d'une procédure de simulation.* 139
Figure I-13 : *Schématisation de principe de la commande.* 140
Figure II-1 : Modèle *S.A.D.T. du processus de réception.* 155
Figure II-2 : *Niveau 0 S.A.D.T. du processus communicationnel.* 155
Figure II-3 : *Niveau 1 S.A.D.T. de l'action interpréter.* 156
Figure II-4 : *Proposition de niveau 2 S.A.D.T. pour l'action interpréter.* 157
Figure II-5 : *Nouvelle proposition de niveau 2 S.A.D.T. pour l'action interpréter.* 158
Figure II-6 : *Niveau 2 S.A.D.T. le plus probable pour l'action interpréter.* 158
Figure II-7 : *Modèle SADT du processus de réponse.* 161
Figure II-8 : *Allure de la variation de la courbe d'attention en fonction du temps.* 163
Figure II-9 : *Courbe reliant le niveau de vigilance au niveau d'activation.* 164
Figure II-10 : *Ajout de l'attention directe.* 165
Figure II-11 : *Ajout de l'attention indirecte.* 166
Figure II-12 : *Modèle SADT complété du processus de réponse.* 167
Figure II-13 : *Allure de la courbe reliant la centralité à la valence.* 168
Figure II-14 : *Représentation de l'interaction entre information structure et information circulante au niveau de l'action interpréter.* 171
Figure II-15 : *Schéma systémique complété prenant en compte les parallélismes et les boucles de rétro-action.* 174
Figure II-16 : *Rupture du processus en sortie de l'action détecter.* 178
Figure II-17 : *Anomalie due à l'absence de message en entrée de l'action détecter.* 179
Figure II-18 : *Anomalie due à la déficience des capteurs supports de l'action détecter.* 179

Figure II-19 : *Anomalie due au filtrage de la variable d'attention sur l'action détecter.* 180
Figure II-20 : *Les modules physiques dans le processus de réception.* 181
Figure II-21 : *Les modules physiques dans le processus de réponse.* 181
Figure II-22 : *Hiérarchie des différents états potentiels du récepteur.* 187
Figure II-23 : *Architecture générale d'un programme.* 193
Figure II-24 : *Objectif : provoquer une action.* 196
Figure II-25 : *Objectif : créer ou modifier une portée.* 197
Figure II-26 : *Objectif : créer ou modifier une signification.* 197
Figure II-27 : *Objectif : faire évoluer ou modifier les référents.* 198
Figure II-28 : *Objectif : faire évoluer ou modifier le champ sémantique.* 198
Figure II-29 : *Objectif : faire évoluer ou modifier la confiance pour l'action interpréter.* 199
Figure II-30 : *Objectif : faire évoluer ou modifier la confiance pour l'action s'approprier.* 199
Figure II-31 : *Objectif : faire évoluer ou modifier le système d'attitudes.* 200
Figure II-32 : *Objectif : modifier, soigner les mécanismes supports.* 201
Figure II-33 : *Tableau récapitulatif : classification des actions par typologie.* 202
Figure II-34 : *Exemple d'expression fonctionnelle : système de conditionnement d'air.* 214
Figure II-35 : *Mesure du taux de réception : "Message bien compris".* 225
Figure II-36 : *Mesure du taux d'acceptation : "Adhésion au caractère motivant du message".* 226
Figure II-37 : *Mesure de satisfaction de l'objectif.* 228
Figure II-38 : *Mesure corrigée de satisfaction de l'objectif.* 229
Figure II-39 : *Adéquation de la solution apportée en réponse au besoin.* 230
Figure III-1 : Schéma *symbolique d'une opération de simulation.* 244
Figure III-2 : *Schéma symbolique d'une opération de synthèse.* 246
Figure III-3 : *Relief de synthèse obtenu par mouvement brownien.* 248
Figure III-4 : *Principe fonctionnel d'une procédure de simulation.* 252
Figure III-5 : *Principe fonctionnel d'une procédure de synthèse.* 253
Figure III-6 : *L'Abbaye de Fontenelle reconstituée en images de synthèse.* 255
Figure III-7 : *Principe de l'échantillonnage.* 261
Figure III-8 : *Correspondance de point de contrôle à point de contrôle.* 264
Figure III-9 : *In-betweening par interpolation linéaire.* 265
Figure III-10 : *Discontinuités spatiales.* 266
Figure III-11 : *Discontinuités dynamiques.* 267
Figure III-12 : *Principe des P-curves de Baecker.* 268
Figure III-13 : *Relations linéaires entre les variables durée et temps.* 270
Figure III-14 : *Variation fonctionnelle de la durée par rapport au temps.* 271
Figure III-15 : *Diagramme de fonctionnalité des paramètres.* 273
Figure III-16 : *Diagramme complété de fonctionnalité des paramètres.* 274
Figure III-17 : *Impossibilité portant sur la courbe de célérité.* 277
Figure III-18 : *Courbe de célérité décrivant un déplacement en aller-retour.* 278
Figure III-19 : *Abbaye de Fontenelle : la vue de l'album de Croÿ.* 286
Figure III-20 : *Hypothèses de trames pour l'église de l'abbaye de Fontenelle.* 288
Figure III-21 : *Façade de l'abbatiale St Bertin à St-Omer : vue partielle.* 290
Figure III-22 : *1er niveau de décomposition de l'abbaye St Bertin.* 292

Figure III-23 : *Décomposition en profondeur jusqu'aux piliers porteurs*. 293
Figure III-24 : *Les piliers porteurs de l'abbatiale St Bertin*. 294
Figure III-25 : *Plan au sol de l'église abbatiale*. 295
Figure III-26 : *Un extrait de l'arbre de décomposition comportant "duplique"*. 296
Figure III-27 : *Corps du pilier porteur : faisceau de colonnettes*. 298
Figure IV-1 : *Architecture générale d'un programme*. 312
Figure IV-2 : *Schéma de construction en macro-structures narratives*. 344
Figure IV-3 : *Macro-structure narrative du jeu Tetris*. 346
Figure IV-4 : *Schéma de l'axe du désir*. 366
Figure IV-5 : *Schéma de l'axe du savoir*. 366
Figure IV-6 : *Schéma de l'axe du pouvoir*. 366
Figure IV-7 : *Schéma actantiel de Greimas*. 367
Figure IV-8 : *Macro-structure narrative du type SI-SF*. 369
Figure IV-9 : *Macro-structure archaïque quinaire*. 373
Figure IV-10 : *Macro-structure narrative conforme au schéma de Propp*. 375
Figure IV-11 : *Construction progressive du scénario par récursivité*. 376

REMERCIEMENTS

Mon premier hommage est posthume. Il est dédié à l'exceptionnel Professeur François Laurent, trop vite disparu, sans lequel je ne serais pas chercheur aujourd'hui.

Il est des coups de pied dans les "fondements" qui font grandir. Celui-ci en était un. Je remercie le Professeur Jean-Baptiste Carpentier de me l'avoir donné, et je le prie de me pardonner mon manque de goût pour la diplomatie : il le sait bien, je suis faite pour le spectacle depuis toujours.

Le Professeur Jean-Pierre Balpe n'a même pas semblé surpris quand la porte s'est ouverte un beau jour sur cette inconnue qui passait par chez lui. Par la suite, il n'a jamais semblé croire un seul instant que la Voie pouvait être sans issue. Je lui souhaite de toujours garder cette sérénité et cette jeunesse de l'âme qui ont su faire taire mes innombrables doutes.

"Le chemin se construit en marchant". Peu de pélerins prennent le temps de tendre la main au marcheur pour l'aider à escalader les escarpements difficiles. Le Professeur Gilles Le Cardinal a été celui-là sur ma route. C'est si peu dire que je lui dois beaucoup.

Le Professeur Michel Martinache fait partie de ces rochers inébranlables sur lesquels le grimpeur peut assurer sa prise sans craindre qu'ils ne se dérobent sous ses pieds. Je lui rends grâce pour la gentillesse et la simplicité avec laquelle il m'a fait bénéficier de son solide appui.

Deux Présidents d'Université m'ont fait l'honneur insigne de s'intéresser à mes travaux ainsi qu'à ma destinée. Leur présence dans le jury de soutenance en témoigne. Je remercie le Professeur Jean-Claude Angué, Président de l'Université de Valenciennes, et le Professeur Gérard Losfeld, Président de l'Université de Lille 3, pour cette éclatante marque d'estime, dont j'espère savoir me montrer digne dans l'avenir.

Que dirai-je de ma collaboration avec André Cartier, sinon qu'elle a toujours reposé sur de grands moments de plaisir? Avec lui, j'ai découvert le Centre National d'Etudes Spatiales, Ariane et la Qualité dans le bonheur. Je lui suis particulièrement reconnaissante de m'avoir fait partager son amour pour la Guyane. Ce morceau de paradis terrestre accompagnera désormais le reste de mes jours.

Le Professeur René Soenen ne mesurera jamais combien je lui suis redevable. En me plongeant dans l'audiovisuel, il m'a mise sur la voie de la réconciliation avec moi-même : celle qui, en rassemblant l'Ingenium, le Factum et l'Ars, a comblé la fracture et m'a rendu le Sens.

Ces quelques mots sont impuissants à traduire tout l'amour que mes proches m'ont versé sans compter, et toute la sollicitude dont mes collaborateurs et amis m'ont gratifiée. Ils m'ont tous supportée avec patience en ces jours sombres où j'ai conscience d'avoir été particulièrement difficile à vivre. Je leur promets de me reprendre et de tout tenter pour leur réapprendre la Joie.

Qu'on me permette une intention particulière pour mon ami Michel Piquemal, qui a su me transfuser un peu de son énergie débordante et de sa ténacité de bélier au moment où j'en étais totalement dépourvue. Puisse-t-il garder l'envie de guider mes pas quand je me perds, et conserver ce grand talent d'être toujours juste là quand il le faut.

Ma reconnaissance à Manu pour les figures, à Alain pour la mise en page, à Laurent pour la Pré.A.O., à Dominique et Béatrice pour les tirages, à Dominique, François-Xavier, Jacques et Jean-Luc pour tous les jours, à tous les autres pour tout ce que je ne peux pas énumérer : la liste serait trop longue.

Une pensée pour Sir Thomas Lipton, qui m'a aidée plus d'une fois à me tenir éveillée dès 9 heures le matin. L'expression de ma gratitude également à Monsieur Macintosh, qui ne m'a jamais laissée en plan malgré mes craintes.

Merci à Francis Poulenc, à Maurice Duruflé, à Arthur Honegger, à Benjamin Britten, à Henri Dutilleux, à Léonard Bernstein et à leur sacrée musique, qui est une des meilleures parts de ma vie. Merci aussi à Léonard de Vinci, Colette, Auguste Rodin, Claude Monet, Guillaume Apollinaire, Vincent, Jean Giraudoux, Jean-Baptiste Carpeaux, Louise de Vilmorin, Constantin Brancusi, Paul Claudel, Louis Aragon, Henri Matisse, Marguerite Yourcenar, Ph.M et quelques autres qui parviennent à me persuader que tout n'est pas si mauvais dans l'homme.

Je m'en remets désormais à Molière, Voltaire et Velia, en confiance.

PROLOGUE

Saynète proposée au lecteur pour le détendre tout en le préparant à une tâche ardue.

Où il est démontré que le naïf ne pose pas que des questions im-pertinentes.

Où le lecteur pourra seul juger la capacité de la scénistique à produire des documents fonctionnels, mais néanmoins originaux.

- "Méthodologie pour la conception de documents en media multiples suivant une approche qualité". Tous les termes de ce sous-titre soulèvent de multiples interrogations. Et tout d'abord, les documents.
- C'est quoi exactement?
- Le dictionnaire nous apprend qu'on appelle document "tout écrit qui sert de preuve ou de renseignement". Donc il s'agit de textes. Le terme "document" nous propose d'investir d'abord le domaine de l'écriture. Mais seuls les textes écrits servant de preuve ou de renseignement seront considérés.
- Ah bon! Les textes qui servent à rien sont pas des documents?
- Ne peut-on pas considérer que même les textes sans queue ni tête apportent des renseignements d'une façon ou de l'autre, par exemple concernant l'état mental de leur auteur? Donc il n'existe pas de textes inutiles. Tous contiennent potentiellement de l'information. Tous sont des documents.
- C'est pas drôle, les bouquins. Moi, je préfère la télé.
- Justement! Le dictionnaire dit encore que "tout ce qui sert de preuve, de témoignage" est document. Enregistrements, films, portraits, statues, allégories, tableaux, médailles, "tous ces documents parlent aux yeux", dit Henriot.
- Ah pardon, l'enregistrement, il parle à mes oreilles.
- C'est précisément ce que signifie la locution "en media multiples". Elle réfère aux cinq sens dévoués à la perception humaine : la vue, l'ouïe, l'odorat, le goût et le toucher.
- C'est quoi, un document pour le toucher?
- La statue, par exemple, est un objet plus kinesthésique que visuel. As-tu déjà remarqué le nombre de visiteurs qui touchent les statues dans les musées, alors que c'est formellement interdit?
- C'est pour ça.
- Comment?
- C'est pour ça. Ils le font parce que c'est interdit.

- Non, car il est également interdit de toucher les tableaux, et très peu de gens outrepassent cette interdiction-là. Ils touchent les statues parce qu'ils en ont irrésistiblement besoin.
- Ouais. Mais ma console multimedia, elle me fait pas toucher les statues.
- Tu as raison : pas encore. Cela viendra peut-être. Pour l'instant, elle ne peut que te les montrer. La détermination de ce que peut faire ta console, la préparation des éléments qu'elle te propose constitue exactement le travail de conception des documents multimedia.
- D'accord. Mais les écrivains, les sculpteurs, les musiciens, ils conçoivent pas. Ils écrivent, ils sculptent, ils jouent.
- Ils créent. Mais on ne crée pas à partir de rien. Le créateur veut exprimer quelque chose, transmettre une idée, un sentiment, un savoir à la personne qui va lire, regarder, écouter. Sa création s'articule autour d'un projet. Ce projet, il le conçoit avant de le réaliser, et il l'agence pour satisfaire un but précis. Ce but, c'est la fonction à remplir. Une méthodologie rassemble les moyens qui permettent de définir et de réaliser le projet pour qu'il remplisse au mieux sa fonction. Et la qualité est assurée lorsque le but que l'on s'est fixé est effectivement atteint.
- Des fois, on rate son coup.
- Parfois. Plus on prend de risques, plus on peut se tromper.
- C'est pas classe. Et tous les artistes, ils font ça?
- Tous les grands procèdent ainsi, parfois sans le savoir, comme Monsieur Jourdain.
- Mais quand on est pas artiste, ça sert à rien tout ça! Vous, M'dame, vous êtes prof', vous faites pas comme ça.
- Selon vous, qu'avons-nous fait depuis tout-à-l'heure?
- On discute. C'est sympa.
- Vous êtes-vous ennuyés?
- Non, non. Ça va.
- Hé bien sachez que notre entretien était fonctionnel. Il avait un but précis : vous faire prendre connaissance des prolégomènes nécessaires à l'intelligence de la scénistique. Mission accomplie. La suite au prochain cours. A bientôt!
- C'est quoi des prolégomènes? C'est quoi la scénistique? Ah ben zut alors! Elle est partie!

INTRODUCTION GENERALE

Le scénario de la saynète ci-dessus s'appuie sur les idées sous-jacentes de "buts de l'art", "rôle de l'artiste", "fonction de l'oeuvre d'art", "conception artistique articulée sur des savoirs ou des acquis", idées qui révolteront sans doute plus d'un lecteur. Elles sont pourtant d'Ernst Gombrich, l'un des plus prestigieux critiques d'art du XXème siècle.

Suite à une soirée consacrée, il y a peu de temps, à débattre du statut des images, une amie artiste peintre m'expédia une photocopie dont elle avait omis de noter les références. Des extraits significatifs de ce texte (dont je me suis juste permis de souligner les expressions les plus importantes vis-à-vis de mon propos) débutent la présente introduction.

> *"Karl Popper m'avait vivement conseillé de rencontrer Ernst Gombrich, son ami le plus proche. Voilà qui est fait.*
>
> *...*
>
> *La notion de progrès dans l'Art, m'explique Gombrich, est d'autant plus absurde que les buts de l'Art et de l'artiste varient selon les civilisations. Prenez les Egyptiens. Dans cette Egypte ancienne, l'objectif des peintres n'était pas de copier la nature. La société attendait d'eux qu'ils représentent, dans les sépultures, de manière précise, tous les éléments qui avaient environné le défunt au cours de sa vie terrestre. Un peintre égyptien ne fixe donc pas sur les murs d'un tombeau ce qu'il voit, mais ce qu'il sait d'une réalité et de personnages donnés. Telle est la raison pour laquelle un seigneur sera représenté plus grand que ses serviteurs ou que sa femme. Et c'est pourquoi la peinture égyptienne représente toujours un visage de profil : la tête se voit mieux de profil. Mais si nous pensons à l'oeil, nous l'imaginons toujours de face : donc l'oeil de face est inséré dans la représentation de côté du visage. De même, un pied se voit mieux de profil et de l'intérieur : les deux pieds seront donc représentés ainsi, quitte à donner aux personnages deux pieds gauches. Ces bas-reliefs nous semblent aujourd'hui dépourvus de perspective, les traits tordus, mais cela ne signifie pas, explique Gombrich, que les artistes égyptiens étaient maladroits; à l'évidence, leur logique n'était pas celle de la simple représentation.*
>
> *Passons de l'Egypte à l'Antiquité grecque : "Nous constatons une rupture, observe Gombrich, ce qui ne veut pas dire un progrès". Là où les artistes égyptiens se fondaient sur un savoir, un acquis, les Grecs ont voulu se servir de leurs propres yeux. L'artiste égyptien est anonyme et travaille pour*

l'éternité : sa fonction est religieuse. L'artiste grec, au contraire, est le produit d'une société qui exalte l'individualisme, l'originalité; il est en quête de célébrité et d'idéal.

Sautons maintenant de l'Antiquité au Moyen Age : par comparaison avec une statue grecque, une fresque ou une mosaïque byzantines nous paraissent imparfaites et gauches. Doit-on considérer que la peinture médiévale est en régression par rapport à celle de l'Antiquité? Non, car l'artiste byzantin ne devait pas représenter la réalité ni faire preuve d'originalité; sa fonction était d'imprégner les fidèles d'une certaine atmosphère religieuse. De même, la peinture romane était une écriture symbolique, faite pour rappeler aux chrétiens -souvent illettrés- les thèmes de la Bible. Les fresques byzantines ou romanes remplissaient un rôle comparable aux affiches de publicité contemporaines.

Les artistes -égyptiens, grecs, byzantins ou romans- sont donc pris dans ce que Gombrich appelle des "logiques de situation". Ces logiques changent. Leur force est telle que tous les artistes obéissent inconsciemment aux mêmes conventions. Si un peintre du XVIIème siècle regarde un paysage, il le "voit" et le reproduit comme tous les artistes de son temps. A la fin du XIXème siècle, le même peintre "verra" ce paysage comme les impressionnistes le "voient". Mais dans tous les cas, la peinture n'est jamais réaliste : la réalité n'existe sur une toile ou un mur que par le biais de conventions. Par conséquent, aucun artiste ne copie ce qu'il voit; et nous autres, spectateurs, nous imaginons voir ce qu'en fait nous connaissons. Un tableau est toujours une illusion qui emprunte à des techniques changeantes : par exemple, la perspective sous la Renaissance, ou, avec Monet, le décomposition de la lumière en taches de couleurs pures. Monet, à cet égard, est moins intellectuel que tous ses prédécesseurs; les impressionnistes, dit Gombrich, ont recréé le regard innocent.

Mais comment l'Art passe-t-il d'un style à l'autre? Gombrich répond par une métaphore : "Les étapes de l'Art sont comparables à l'évolution selon Darwin. Les formes s'adaptent à leur fonction sociale; elles passent par un processus de sélection, de mutation puis de survivance des mieux adaptées. Une fois dégagé le modèle qui semble le plus évident ou le plus convaincant, la pression sociale élimine les images non conformes". Exemple : dans la peinture médiévale, l'artiste n'essaie pas d'imiter la nature, car le public attend seulement qu'on lui rappelle le récit des événements sacrés. Le spectateur souhaite savoir ce qui s'est passé : la peinture se fait narrative. Mais, à partir de la Renaissance, le public veut savoir comment *les*

événements se sont produits. L'artiste est alors contraint de représenter le sacré sur une scène imaginaire, tel qu'il aurait pu apparaître à un témoin oculaire. C'est cette exigence nouvelle qui a débouché sur la "perspective".

Jusqu'à Cézanne inclusivement, dit Gombrich, le fil de l'Art occidental a été à peu près ininterrompu. De l'Egypte aux impressionnistes, la continuité l'a emporté sur les variations de style et de technique. Ce fil se casse au début du XXème siècle. Brutalement, la fonction de témoignage et de représentation de l'artiste s'interrompt. Cette rupture, pour Gombrich, est irréversible.

Si le fil s'est cassé, c'est parce que le rôle de l'artiste est devenu indéterminé. La photographie et le cinéma l'ont privé de toute fonction sociale. La peinture attachait l'artiste à la société; désormais, elle l'en sépare. L'artiste n'exprime plus que ses états d'âme, ce qui est rarement intéressant.

...

Gombrich se défend d'être pessimiste ou réactionnaire : "l'Art ne peut pas mourir, parce que les hommes produiront toujours des images". Mais rien n'indique qu'ils continueront de le faire sur des toiles. La peinture sur toile est probablement en voie de disparition. Elle sera peut-être relayée par de nouveaux supports, comme les hologrammes ou les images électroniques. Gombrich envisage tout à fait que ces nouvelles techniques puissent devenir les modes de représentation des artistes de demain. Mais il est impossible d'en être assuré. De même qu'il est exclu de prévoir quels artistes seront reconnus demain comme les grands maîtres d'aujourd'hui. Personne, conclut Gombrich, n'aurait pu dire, à la fin du XIXème siècle, que les trois grands peintres d'alors étaient Cézanne, Van Gogh et Gauguin. Tous trois travaillaient loin de Paris, dans leur solitude. Ils ne s'exposaient qu'à une seule critique, la plus intransigeante de toutes : la leur.

A quoi reconnaîtra-t-on donc les "grands maîtres" d'aujourd'hui? "Comme toujours, au fait qu'ils seront morts"."

Les idées que présente ce texte, au moment où je les ai découvertes, venaient parfaitement se glisser dans la trame que composait le présent document, alors en voie d'achèvement, comme la dernière pièce d'un puzzle complète subitement une figure jusque là morcelée.

Oui, comme Gombrich, je crois que chaque expression, chaque réalisation humaine a une fonction, fût-elle inconsciente, a fortiori lorsqu'il s'agit d'oeuvres d'art, c'est-à-dire de travaux non nécessaires. Je crois qu'un projet précis sous-tend chaque production, chaque geste, chaque mot. Je crois qu'aucune représentation n'est jamais réaliste, que tout est symbole, écriture, conventions, savoirs, illusions. Je crois que rien ne peut être attesté comme absolument réel, si ce n'est ce violent mouvement intérieur

qu'un événement a soudain provoqué. Je crois que rien ne surpasse le plaisir de provoquer à son tour un violent mouvement intérieur chez un autre, et que tout doit être mis en oeuvre pour y parvenir.

Propos étonnants de la part d'un ingénieur, dont on serait en droit d'espérer un discours plus rationnel, plus rigoureux, plus cartésien, plus scientifique en un mot.

Au coeur de cette profession de foi se trouvent l'échange, l'interaction, le mouvement, tous sujets d'études propres à l'automaticien. Est-il vraiment surprenant que l'automaticien veuille tout-à-coup échanger ou interagir avec un être humain? Est-il vraiment surprenant qu'il s'intéresse soudain à ses propres mouvements, ceux dont il est sûr, de par sa propre expérience cognitive et sensorielle, plutôt qu'à ceux de la nature ou des machines qui l'environnent? On le voit, une brèche existe. Son existence ne justifie pas à elle seule de s'y engouffrer. Le passage est étroit. Il doit être négocié avec prudence. Comment justifier l'infléchissement d'un itinéraire personnel commencé il y a près de vingt ans à l'I.D.N. (Ecole Centrale de Lille), vers les sciences de l'information et de la communication? L'intersection disciplinaire semble, a priori, nulle.

Une discipline scientifique, et donc un champ de connaissances, se définit exhaustivement par son objet positif (le morceau de réalité objective qu'elle va décrire, puis expliquer) et sa méthode d'investigation. Chacun peut ainsi s'installer tranquillement dans "son" domaine, défini par l'objet et la méthode propres à la discipline, sans se soucier des éventuels tracas de ses voisins, qui travaillent sur d'autres objets avec d'autres méthodes. La classification des disciplines positives s'avère d'autant mieux bienvenue qu'elle se prétend universelle. Elle assure qu'il n'est plus aucune zone inexplorée, fût-ce superficiellement, dans le champ des connaissances que les sciences ont vocation de découvrir.

Pourtant, un mouvement s'amorce, comme le spécifie Jean-Louis Le Moigne /LE M 95/.

> "*Les grands coups de boutoir que les sciences de l'ingénierie, les sciences de l'homme et de la société, puis les nouvelles sciences de la nature et de la vie allaient donner à ce bel édifice au long du XXème siècle ne furent pas suffisants pour l'ébranler assez en profondeur, même si nombreux sont ceux qui diagnostiquent de prochains craquements. Si la classification des disciplines positives devait être institutionnellement remise en question, ce serait peut-être sous la pression insistante des tenants de l'inter et de la trans-disciplinarité*."

Notons avec intérêt que cet auteur réunit les sciences de l'ingénierie et les sciences de l'homme parmi les empêcheurs de penser positif en rond. Rapprochement lourd de conséquences personnelles en l'occurrence!

Voici donc un ingénieur que dévore l'envie de "transdiscipliner". Ce désir est motivé par une forte nécessité de comprendre ces mouvements violents et contrastés que la personne en question observe sur elle-même et autour d'elle, essentiellement lors d'interactions artistiques. Objet de connaissance bien intéressant, se dit-elle, (au moins aussi intéressant que les régulations de chauffage central). Mais comment procéder pour aborder rigoureusement cette discipline nouvelle?

Bateson /BAT 77/, dans "Vers une écologie de l'esprit", souligne le rôle des modèles dans la formation de la connaissance, ainsi que l'effet pervers des modèles tenus pour scientifiques dès lors qu'on prétend les appliquer dans les sciences de l'organisation et de la communication. "Non-sens épistémologique et culturel patent" conclut-il. L'épistémologie de cette époque semble bien incapable de rendre compte de ce non-sens : ne préfère-t-elle pas le masquer sous le prétexte d'un manque de maturité des sciences de l'homme et de la société? En prenant enfin au sérieux cette interrogation légitime sur le statut de la connaissance scientifique (suffit-il d'utiliser un modèle validé par la physique ou la chimie pour assurer la scientificité d'un énoncé en économie ou en psychologie cognitive?), G. Bateson rend un signalé service à la science contemporaine, même s'il ne peut que poser la question.

En réponse à cette question, l'une des hypothèses fondatrices des épistémologies constructivistes invite à une théorie dans laquelle la connaissance ne reflète pas une réalité ontologique objective, mais concerne exclusivement la mise en ordre et l'organisation d'un monde constitué par notre expérience sensorielle. Dans ce cadre, une compréhension imaginative possible se substitue à l'explication déductive nécessaire, dont les épistémologies institutionnelles positivistes et réalistes font leur vocation. Il faut apprendre dès lors à faire son deuil du cartésianisme et de ses préceptes. La modélisation systémique, outil phare de l'automaticien, aide à franchir le pas, car il relève d'une position épistémologique constructiviste. Dès lors, tout devient plus facile. Il s'agit de faire évoluer certaines idées, certaines représentations que l'on avait apprises à tenir pour absolument vraies. Tout se transforme lentement pour s'enrichir et gagner en puissance. Mais les acquis demeurent.

Illustrons ce cheminement à travers l'exemple du concept d'information, qui est au coeur des processus d'interaction humaine. L'acception du terme "information" est ambiguë, source permanente de malentendus désastreux. La recherche passionnée de sa signification profonde fait traverser un grand nombre de disciplines scientifiques positivistes (et de sections C.N.U.).

Faisons en un rapide tour d'horizon, appuyé par le document "Maîtriser l'information pour garantir la qualité" édité par l'A.F.N.O.R. /SUT 94/.

Traitement de l'information?

> *Terme courant dans le vocabulaire des automaticiens pour désigner le traitement automatique des données représentatives de l'état d'un système /SUT 94, p. 25/.*

L'Ecole Centrale de Lille (I.D.N.) m'ayant octroyé un diplôme dans la spécialité automatique, mon premier contact scientifique avec l'information ne pouvait débuter que par là.

Système d'information?

> *Territoire des informaticiens, il recouvre les schémas directeurs de l'information, les plans informatiques ou encore le recensement des ressources informatiques /SUT 94, p. 24/.*

L'ordinateur étant rapidement devenu le support universel du traitement de l'information, quel automaticien n'a pas cru, au moins un court instant, qu'il devenait informaticien entre les années 1980 et 1990? Mais c'était confondre l'outil avec l'objet d'étude. Pour ma part, la confusion a très peu duré : elle a vite engendré une situation de malaise dont je n'ai eu de cesse de m'échapper. L'outil a repris sa juste place, au service de l'obtention d'un résultat.

> *Il est essentiel de bien distinguer "l'information" du "canal de communication" : les compétences des professionnels du contenant et du support ne peuvent pas être confondues avec celles des professionnels du "contenu", même si les nouvelles technologies de l'information peuvent contribuer à améliorer la rapidité et la simultanéité d'accès au contenu /SUT 94, p. 24/.*

Nouvelles technologies de l'information?

> *Ce terme couvre l'ensemble des équipements utilisés pour saisir, stocker, consulter, rendre accessible localement ou à distance... des données, des informations, des documents. Par extension, il inclut ce qui a trait aux télécommunications (les réseaux) et à l'audiovisuel (le multimedia) /SUT 94, p. 26/.*

Le hasard, ou un concours de circonstances, est venu à la rescousse. En me propulsant à la direction du département audiovisuel à l'Institut des Sciences et Techniques de Valenciennes en 1989, il m'a contrainte à rencontrer cette nouvelle face de l'information, dont j'ignorais tout ou presque. Mais après quelques années de découverte, l'interrogation est revenue, toujours aussi pressante : à quoi bon l'outil s'il n'a pas d'autre finalité que lui-même?

> *Une tendance fâcheuse consiste à accorder une importance démesurée à ces objets techniques par rapport au cognitif, aux sciences de la connaissance ou de l'intelligence /SUT 94, p. 27/.*

Connaissances?

L'information contenue dans des documents est support de connaissances. Les professionnels de l'information comme ceux de la communication ou de la formation concourent à la mémorisation et au transfert des connaissances. Une information traitée, rapprochée d'une autre, est "connaissance nouvelle". Néanmoins, le terme d'ingénierie des connaissances couvre habituellement la formalisation dans des "systèmes experts". Il s'agit donc d'une technique mise en oeuvre par des cogniticiens, qui ne peut prétendre couvrir l'ensemble des problèmes de gestion de l'information /SUT 94, p. 30/.

Enfin parvenue au but, voilà qu'il s'échappe encore. C'est bien de connaissances qu'il s'agit, c'est bien de culture et d'intelligence. Mais une nouvelle technique, celle des cogniticiens, a remplacé le cerveau par le système expert. De nouveau, la finalité se perd : l'homme disparaît.

J'ai voulu remettre l'homme à sa place centrale, celle de "structure qui gère de l'information et en crée de nouvelles", comme l'indique H. Laborit. Car je persistais à penser que seuls ces mouvements internes de l'individu (qu'ils soient connaissance ou émotion, savoir ou histoire) constituaient un objectif digne d'intérêt. Seules les sciences humaines me le permettaient : je les ai adoptées. Cela a nécessité le dépouillement de toutes mes croyances positivistes au profit d'une position épistémologique résolument constructiviste. Il me fallut retrouver la cohérence fondamentale de la démarche scientifique pour ne pas m'égarer en route. J'en retrace les principaux résultats dans la première partie du chapitre 1. Cet aperçu rapide pourra peut-être éviter les mêmes errances aux chercheurs futurs qui, comme moi, voudront faire évoluer leur connaissance antérieure des sciences exactes vers les sciences humaines.

Je dus ensuite reparcourir l'histoire des sciences de l'information pour tenter de clarifier un concept qui me semblait éparpillé, voire incohérent. L'ambiguïté, la versatilité, la nature multiforme de l'information réapparurent, comme le montre la seconde partie du chapitre 1. Mais il fallut trancher. Je résolus de retenir une approche fonctionnelle. Cet adjectif, "fonctionnel", entrait en résonance avec mon passé d'automaticienne. Je m'aperçus vite que cette résonance dépassait le cadre affectif, et que les modes de pensée propres à ma culture antérieure étaient en partie repris dans cette approche. Une piste de convergence se dessinait. Je tentai d'adapter l'approche système à mon étude de l'information, ou de convertir l'information à une approche système. Hésitante d'abord, incertaine, les circonstances me firent alors rencontrer le Professeur Le Cardinal et ses travaux, qui levèrent mes doutes, qu'il en soit ici remercié. Son parcours était le même, l'idée générale aussi (je le vérifiai par une lecture approfondie de son mémoire "L'homme communique comme unique" /LE C 89/). L'idée n'était donc pas absurde, puisqu'il l'avait développée également : utiliser l'approche système dans son entier pour l'étude du fait communicationnel humain. Les

principes généraux qui en découlent constituent la troisième partie du chapitre 1. Dès lors, le poisson était ferré, il ne restait plus qu'à tirer sur la ligne.

L'intérêt majeur de la modélisation système est de mettre en lumière un ensemble stable de variables aptes à représenter l'état du système considéré. La construction d'un modèle systémique de l'individu récepteur révèle ainsi toutes les actions éventuelles qu'un programme d'information peut exercer sur sa cible. Ceci permet d'entamer la conception d'un produit par l'analyse fonctionnelle, conformément à la démarche qualité vers laquelle tend l'ensemble de mon travail. L'analyse fonctionnelle conduit à exprimer en termes de fonctions de service, regroupant les fonctions d'usage et les fonctions d'estime, les bénéfices attendus du produit à concevoir, indépendamment d'un choix technique ou d'une solution retenue a priori pour satisfaire les besoins exprimés et/ou implicites.

La mise en oeuvre de l'analyse fonctionnelle est réalisée d'une part sur un exemple de programme d'information industriel, d'autre part dans le cadre de la conception des images calculées, où elle permet de différencier les modèles adaptés à la simulation et les modèles orientés vers la synthèse. Un modèle original d'animation est ainsi élaboré en réponse aux besoins propres à la synthèse des mouvements dans les images calculées.

L'application particulière des images calculées présentée ici concerne la visite guidée virtuelle de bâtiments historiques disparus. Cet exemple ouvre le champ vers l'étude des produits interactifs et/ou de réalité virtuelle, pour lesquels les possibilités d'interaction octroyées à l'utilisateur bouleversent les méthodes de conception classiques des produits d'information. Elles imposent de redéfinir de nouveaux outils pour mener à bien un programme de conception/réalisation conforme à l'approche qualité. Les connaissances expertes apportées par l'étude du processus de production cinématographique permettent d'étendre les résultats obtenus, et de proposer une architecture de cycle de vie ainsi qu'un modèle de scénario étendu autorisant de concevoir le produit en suivant point par point les phases du cycle de vie.

La scénistique désigne le concept assemblant les diverses composantes de la méthodologie ainsi décrite. Elle se situe à la croisée des théories de l'information et de la communication, des sciences de l'ingénieur et des méthodes du qualiticien. Cette triple filiation constitue la caractéristique principale des travaux regroupés dans ce mémoire : l'enrichissement réciproque de ces trois disciplines a priori très distantes contribue largement à l'originalité de leurs apports.

CHAPITRE PRELIMINAIRE

ELEMENTS FONDAMENTAUX

POUR LA MISE EN OEUVRE

D'UNE DEMARCHE QUALITE

CHAPITRE PRELIMINAIRE : INTRODUCTION

Toutes les entreprises, quel que soit le secteur d'activité concerné, généralisent le recours à une démarche qualité. Etre certifié I.S.O. ne constitue plus seulement un argument marketing, c'est de plus en plus une nécessité pour répondre à l'attente du client et gagner sa confiance lors de la négociation du contrat.

Apparue dans les secteurs industriels dits "de technologie de pointe" (spatial, militaire, automobile et aéronautique), la démarche qualité a gagné rapidement toutes les activités de production manufacturée. Elle a investi ensuite le marché des grands services (banque, transport...). Elle s'est, peu-à-peu, universellement répandue.

Le domaine de la communication reste un des derniers bastions de résistance à la qualité. Le secteur revendique en effet des spécificités qui le rendraient incompatible avec une telle approche. Une liste des justifications principales témoigne des faiblesses de l'argumentation.

* La communication concerne les êtres humains. Ceux-ci ne sont pas des machines. Aucun comportement n'est ni quantifiable, ni prévisible chez l'individu. La science des faits humains n'est en rien comparable aux sciences physiques.

Le premier chapitre montrera, dans sa première partie, que la science des faits humains est une science, et qu'à ce titre elle est rigoureusement similaire aux autres sciences, telles les sciences physiques. Elle ne s'en distingue que par la nature de l'objet d'étude. Dès lors, il est envisageable de transposer les démarches, méthodes et outils des sciences dures aux sciences humaines. Après un rapide historique des travaux antérieurs relatifs aux "sciences de l'information", mené en parallèle avec une redéfinition du vocabulaire associé, la dernière partie de ce premier chapitre tentera en particulier l'adaptation de l'approche système au fait communicationnel humain. L'approche système a été retenue entre toutes, car elle a fourni dès l'origine le support indispensable à la construction d'une démarche qualité, de par son affiliation avec la fabrication de produits manufacturés.

* La mise en oeuvre d'une démarche qualité nécessite une modélisation des états du système, dont le comportement s'exprime par un ensemble stable de variables. Une telle modélisation est impossible à mettre en place concernant le récepteur humain soumis à un flot de sollicitations perceptives constituant un message informationnel.

Reprenant les concepts proposés par les psychosociologues et les neurophysiologues suite à leur observation des comportements de l'individu, le second chapitre assemblera ces divers constituants dans une structure formelle réalisant la modélisation souhaitée. Cette étape, quelque peu théorique, s'avère un préalable nécessaire à la gestion des configurations et au traitement des anomalies du système, qui constituent le coeur-même de la démarche qualité.

* Chaque objet de communication est un prototype. De plus, sa réalisation implique une dimension artistique qui constitue la part prépondérante de sa valeur. Pour ces deux raisons, considérer un produit de communication comme un produit manufacturé n'a pas de sens : sa fabrication ne s'industrialisera jamais.

Les faits apportent un démenti flagrant à cette dernière assertion. D'une part, l'arrivée du multimedia a amené avec elle la notion de collection, de déclinaisons multiples d'une même idée, d'un même concept. Il s'agit à l'évidence d'une systématisation de la production, même si les contenus gardent une part de créativité artistique indéniable. On peut parler de l'industrie multimedia, au même titre que l'on considère l'édition comme une industrie. De plus, dans le domaine de la production audiovisuelle, l'idée d'industrialisation des programmes gagne du terrain. Elle a conquis depuis longtemps le traitement de l'actualité à travers les journaux télévisés. Elle s'étend au domaine de la fiction. Dans le processus d'une société telle que A.B. Broadcast, si la part artistique des contenus est réduite à sa plus simple expression, l'industrialisation de la production est indiscutable. Le succès peut s'évaluer aux parts de vente à l'étranger : on peut l'adopter ici comme un indicateur pertinent d'évaluation de la qualité.

* Si on réglemente trop la réalisation d'un produit de communication, la créativité est bridée. Le résultat est alors convenu, sans intérêt. L'absence de préparation est un moteur puissant de la création, par le biais de l'improvisation.

Le chapitre quatre montrera que l'on peut pousser très loin la formalisation conceptuelle sans entraver à la réalisation la part d'impondérable, la magie de l'instant qui est le propre de la création (quel que soit son support). Au contraire, plus le cadre préparatoire est rigoureux, plus la créativité, dégagée de la crainte de l'anarchie, se libère et laisse libre cours à l'improvisation assurée.

La nécessité de la définition d'une approche qualité dans le domaine de la communication n'échappe pas aux observateurs attentifs, soucieux d'accroître toujours la satisfaction du client. La presse récente (Sonovision de Janvier 96) fait état de ce souci dans la profession.

"Nous sommes obligés aujourd'hui de nous certifier car les grands donneurs d'ordre, comme la B.B.C. par exemple, le demandent. La certification n'est plus un moyen de se démarquer, cela devient naturel."

D. Pinet, Thomson Broadcast Systems

"La certification qualité nous a permis d'optimiser et de rationaliser l'organisation de notre travail... De nouvelles relations sont apparues entre les gens de bureau, de terrain et de labo."

F. David, Sony France

"Les marchés risquent de se fermer aux entreprises qui ne seront pas certifiées."

G. Duboc, A.V.S.

Notons que les trois citations ci-dessus proviennent de constructeurs de matériel. Ainsi la qualité pénètre, ici aussi, par les produits d'équipement. Le travail présenté ici vise à proposer son introduction dans le domaine de la conception de documents.

Le contenu respectif des divers chapitres a été évoqué dans cette introduction. Il convient toutefois de les faire précéder d'un rappel succinct concernant les principaux constituants d'une démarche qualité. C'est l'objet du chapitre préliminaire.

I - INTRODUCTION A LA QUALITE

I-1 : INTRODUCTION 47
I-2 : RAPPEL DES CONCEPTS QUALITE FONDAMENTAUX 47
I-3 : MODALITES CONCRETES DE LA MISE EN OEUVRE DE LA QUALITE 49
I-4 : BILAN 51

II - QUALITE ET BESOIN : NORMALISATION 53

III - GESTION DU CYCLE DE VIE D'UN PRODUIT 61

I-1 : INTRODUCTION

Les évolutions sociales, culturelles, techniques, comportementales, etc... ont généralisé le principe de l'évaluation des activités humaines. Cette évaluation renvoie implicitement au concept vague de "qualité" du résultat et/ou de la production correspondante. L'industrialisation de la majeure partie des dispositifs de production a renforcé ce souci, jusqu'à en faire un critère-clef de mesure des performances. La rationalisation parallèle de l'ensemble du processus industriel a imposé une formalisation rigoureuse du concept qualité, permettant une quantification, c'est-à-dire une mesure objective, des performances.

Cette partie se consacrera au rappel de ces concepts formels et parfaitement normalisés. Elle dressera ensuite un répertoire des conséquences concrètes et des pratiques liées à leur usage. En effet, ceux-ci devront nécessairement constituer les fondations de l'édifice qualité que nous tenterons de construire pour la conception des documents.

I-2 : RAPPEL DES CONCEPTS QUALITE FONDAMENTAUX

1) Préambule : établissement des définitions préalables

Il est nécessaire, avant toute chose, d'établir un consensus sur le vocabulaire employé. La définition d'un thesaurus, rassemblant les éléments permettant l'établissement d'un langage commun, s'avère ici une exigence, malgré sa lourdeur, dans la mesure où les mots n'ont pas toujours la même signification dans un environnement de sciences physiques ou de sciences humaines. En particulier, les notions de produit, programme, seront reprécisées afin d'éviter la moindre ambiguïté.

Définition : Produit : substance, fait ou être qui résulte d'un processus naturel, d'une opération humaine /référence petit Robert/.

Dans la suite, le terme **produit** désignera le résultat, concret ou abstrait, d'une production humaine liée à une activité quelconque. Par conséquent, un service sera également un produit, de type tertiaire.

Définition : Programme : suite d'actions que l'on se propose d'accomplir pour arriver à un résultat ; ensemble ordonné et formalisé des opérations nécessaires et suffisantes pour obtenir un résultat /référence petit Robert/.

Admettons, comme hypothèse préalable, que toutes les actions humaines ont un sens profond, une direction vers laquelle elles tendent, ce que l'on peut traduire par une forme de résultat spécifique visé. Dès lors, on peut accepter la définition ci-dessus dans son intégralité, sans en éliminer le moindre mot. En effet, la nature du résultat espéré n'est pas contrainte par les termes de la définition. Si l'efficacité, le coût sont des critères d'estimation de la valeur souvent retenus, ils sont loin d'être les seuls admissibles. Il n'y a donc pas nécessairement d'implication commerciale et/ou mercantile, et la dimension de gratuité peut y être inscrite, dans la mesure où un acte "gratuit" répond en réalité à un autre système de valeurs que celui dont on use généralement. Ainsi, il n'y a pas lieu de distinguer un "produit" d'une "oeuvre d'art". En effet, l'oeuvre d'art cherche aussi à atteindre un résultat, ne serait-ce que la libération cathartique de son créateur. De plus, la réalisation de l'oeuvre d'art obéit, elle aussi, à un ensemble organisé d'opérations successives déterminé par le concepteur, la désorganisation volontaire étant un choix motivé de recours au hasard comme modèle de structuration des actions.

Dès lors, un **programme** sera dans la suite un ensemble organisé (éventuellement formalisé) d'actions et/ou d'opérations nécessaires et suffisantes pour atteindre un résultat, à savoir la réalisation d'un produit.

Ces deux notions de produit et de programme sous-tendent les concepts généraux de la qualité.

2) Définition de la qualité

Définition : la **qualité** désigne l'ensemble des propriétés et caractéristiques d'un produit ou service qui lui confèrent l'aptitude à satisfaire des besoins exprimés ou implicites /AFNOR NF-X-50-120/, référence consultable dans l'annexe 3.

La qualité, c'est la destination que l'on souhaite atteindre /CAR 92/.

La mise en pratique d'une démarche qualité est indissociable de la notion d'assurance qualité.

3) Définition de l'assurance qualité

Définition : l'**assurance qualité** désigne l'ensemble des actions préétablies et systématiques nécessaires pour donner la confiance appropriée en ce qu'un produit ou service satisfera aux exigences données relatives à la qualité /AFNOR NF-X-50-120/, référence consultable dans l'annexe 3.

L'assurance qualité est la voie qui mène à la qualité /CAR 92/.

On peut décliner un certain nombre d'équivalents qui précisent la notion d'assurance qualité /ISO 9000/:

- capacité d'assurer au client la qualité du produit ou service proposé,
- sentiment de certitude ou d'intime conviction,
- promesse ou garantie qui rend certain,
- gage, garantie, sûreté.

4) Définition de l'assurance de sûreté de fonctionnement

Définition : la **sûreté de fonctionnement** s'exprime sous la forme d'un vecteur constitué de quatre composantes : la fiabilité, la sécurité, la disponibilité et la maintenabilité.

Définition : l'**assurance de sûreté de fonctionnement** désigne l'ensemble des actions préétablies et systématiques nécessaires à l'analyse prévisionnelle de la sûreté de fonctionnement, qui cherche à prévoir toutes les causes (et leurs combinaisons) d'événements élémentaires.

Les méthodes et outils de la sûreté de fonctionnement visent à identifier les défaillances (ou pannes) des systèmes industriels ainsi que leurs fréquences (ou probabilités) d'occurrence.

5) Définition de l'assurance produit

Définition : les deux fonctions de l'assurance qualité et de l'assurance de sûreté de fonctionnement sont conduites de façon complémentaire sous l'appellation d'**assurance produit** ; elles s'exercent sur toutes les composantes d'un programme durant tout son déroulement.

I-3 : MODALITES CONCRETES DE LA MISE EN OEUVRE DE LA QUALITE

1) Préambule : de la théorie à la pratique

Il est clair que la démarche qualité ne constitue pas une vaste théorie fondée sur des travaux conceptuels de grande portée scientifique. C'est plutôt une nouvelle attitude comportementale modifiant les habitudes quotidiennes de l'entreprise. C'est un subtil mélange d'état d'esprit, de stratégie d'entreprise, de motivation du personnel, et de méthodes concrètes de mise en pratique.

C'est pourquoi les quelques définitions ci-dessus suffisent à cerner le concept qualité. Elles peuvent être immédiatement complétées par les modalités pratiques permettant leur mise en oeuvre, dont la présentation fera l'objet de ce second paragraphe.

2) Principe de la relation client/fournisseur

La notion de programme a introduit l'idée d'organisation d'actions et/ou d'opérations.

La segmentation des tâches, les usages professionnels, le recours à l'expertise d'individus de plus en plus spécialisés, ont amplifié la décomposition des programmes globaux en une succession organisée d'actions élémentaires. Chacune d'entre elles requiert le plus souvent des corps de métiers différents, ce qui pose le problème de la cohérence de la chaîne globale, c'est-à-dire celui de la qualité finale.

En cours de programme, toute activité, aussi bien interne que conduite avec des intervenants extérieurs, doit être considérée comme une relation du type client/fournisseur. La mise en oeuvre d'une démarche qualité commence par l'acceptation de cette situation : chaque individu, chaque acteur, chaque prestataire est fournisseur et client de quelqu'un. L'assurance produit doit être garantie à chacun de ces niveaux. Aucune secrétaire, aucun employé n'est mineur dans le programme : tous participent à la réalisation du produit. Les non-qualités locales se répercutent sur la qualité globale. La mise en oeuvre d'une démarche qualité nécessite l'effort de tous, à travers une recherche de l'efficacité au niveau de chacune des actions élémentaires.

Toutefois, la recherche de la qualité relative à chaque action élémentaire est une condition nécessaire à l'amélioration de la qualité de la chaîne dans son ensemble, mais ce n'est pas une condition suffisante. La qualité de chaque module ne garantit pas à elle seule la qualité globale, car il faut y adjoindre des inter-combinaisons complexes qui sont de l'ordre de l'interaction entre modules élémentaires. Celles-ci introduisent des conditions supplémentaires à respecter pour garantir la qualité globale.

On remarquera que, même dans une chaîne très concentrée où un seul individu réalise toutes les tâches, la fragmentation du programme en actions successives fait que cet individu est son propre client et son propre fournisseur à chaque étape. Ceci lui permet de se définir pour lui-même des contraintes qualité qu'il s'impose de respecter pour chaque phase de son travail. Ainsi la démarche qualité n'est pas propre aux processus industriels complexes, mais concerne chacun d'entre nous dans chacune de ses activités.

La relation client/fournisseur induit l'idée de contrôle qualité à chaque sous niveau de décomposition.

3) Principe de l'expression du besoin

La qualité repose sur la satisfaction des besoins du client, exprimés ou implicites, ainsi que l'indique sans ambiguïté la définition précédente. Or, le besoin du client n'est connu de personne, et surtout pas de lui-même.

Il est illusoire de penser que le client peut exprimer clairement, sciemment, en toute conscience, son besoin réel. Il est probable qu'il va user d'une vague formulation qui, dans le meilleur des cas, couvrira en partie le besoin, dans le pire des cas exprimera un pseudo-besoin sans aucun rapport avec le besoin réel. C'est pourquoi la définition fait état de besoins implicites. La majeure partie des non-qualités réside en effet dans une mauvaise définition du besoin.

Il en résulte que **la démarche qualité attache une importance primordiale à la définition du besoin**. Elle recourt pour ce faire à un ensemble de procédés et d'outils très formalisés, présentés plus longuement dans le paragraphe suivant.

4) Principe de l'évaluation

De ce qui précède, on peut conclure que **la qualité consiste à réduire la distance entre le produit fourni et le besoin réel**, tout en maîtrisant les coûts. Pour mettre en oeuvre la démarche qualité, il importe de mesurer cette distance que l'on cherche à réduire. L'évaluation de la qualité fait partie intégrante des moyens consignés dans l'assurance qualité. Il faut donc **faire apparaître des éléments de connaissance pour lesquels une mesure est possible**.

I-4 : BILAN

Cette partie a été consacrée à la présentation des fondements principaux de la qualité. Les concepts de base, puis les conséquences concrètes de leur mise en application ont été passés en revue.

Le Centre National d'Etudes Spatiales, déjà cité plus haut, a été un fer de lance dans l'introduction de la qualité en France. Sa rigueur dans le domaine l'a conduit à plusieurs reprises à promouvoir pour ses besoins propres des méthodes qui ont très rapidement fait figure de référence. C'est le cas des 7 principes de la qualité qui sont repris ci-dessous, et qui résument l'essentiel des concepts qualité.

1. Principe de l'effort collectif
La qualité d'ensemble est la résultante des efforts individuels organisés.

2. Principe du juste besoin
Le surdimensionnement n'est pas la qualité, le sous-dimensionnement encore moins. L'effort qualité doit être adapté aux objectifs.

3. Principe de la prévention

Il vaut mieux prévenir que guérir, afin de ne pas obtenir la qualité ni trop tard, ni trop chère.

4. Principe de la sécurité
La sécurité des personnes justifie un effort exceptionnel de connaissance et de maîtrise des risques.

5. Principe de l'indépendance
La voix de la qualité doit pouvoir s'exprimer librement.

6. Principe de l'évaluation
Le résultat de l'effort qualité se mesure.

7. Principe du progrès
Il ne faut ni persévérer dans l'erreur, ni améliorer sans "bonne raison". Une entreprise qui ne génère pas du progrès chaque jour est une entreprise qui régresse.

I - INTRODUCTION A LA QUALITE 47

II - QUALITE ET BESOIN : NORMALISATION
II-1 : INTRODUCTION 53
II-2 : EXPRESSION DU BESOIN 53
II-3 : EXPRESSION FONCTIONNELLE DU BESOIN 54
II-4 : ANALYSE FONCTIONNELLE 56
II-5 : ANALYSE DE LA VALEUR 57
II-6 : BILAN 60

III - GESTION DU CYCLE DE VIE D'UN PRODUIT 61

II-1 : INTRODUCTION

La qualité, visant avant tout la satisfaction du besoin de l'usager, accorde une attention toute particulière à l'analyse et à l'expression de ce besoin. Tous les procédés, outils et méthodes correspondants ont été extrêmement formalisés. Ils ont fait l'objet d'une norme française, éditée et diffusée par l'association française de normalisation (AFNOR). Les documents afférents portent les références :

-NF-X-50-150, analyse de la valeur, analyse fonctionnelle, définitions,

-NF-X-50-151, analyse de la valeur, analyse fonctionnelle, expression fonctionnelle du besoin et cahier des charges fonctionnel,

-NF-X-50-152, analyse de la valeur, analyse fonctionnelle, caractéristiques fondamentales,

-NF-X-50-153, analyse de la valeur, analyse fonctionnelle, recommandations pour sa mise en oeuvre.

Ils sont intégralement mis à la disposition du lecteur dans l'annexe 3. Le présent paragraphe en reprend des extraits significatifs permettant de dresser l'ossature de l'édifice qualité qui fait l'objet de cette étude.

II-2 : EXPRESSION DU BESOIN

1) Préambule : procédés normalisés pour analyser le besoin

Le premier pas d'une démarche rationnelle de conception de produit est l'expression du besoin. Cette démarche permet de mieux analyser le besoin, d'étendre l'éventail des solutions susceptibles de répondre à ce besoin, de définir les propositions qualité et de parvenir à une meilleure optimisation du couple besoin/solution en matière de coût, sans mettre en cause les performances attendues.

2) Définition normalisée du besoin

Besoin : nécessité ou désir éprouvé par un utilisateur.

Commentaires
1 . Le besoin ici défini concerne la nature des attentes de l'utilisateur.
2 . Un besoin peut être exprimé ou implicite, avoué ou inavoué, latent ou potentiel. Dans tous les cas, il constitue le besoin à satisfaire.

3) Définition normalisée de l'utilisateur

Utilisateur : personne(s) ou entité(s) pour qui le produit a été conçu et qui exploite(nt) au moins une des fonctions du produit au cours de son cycle de vie.

4) Définition normalisée du produit

Produit : ce qui est ou sera fourni à un utilisateur pour répondre à son besoin.

Commentaires
1 . Le produit, résultat d'une activité, peut être ici un matériel, un service, un système, un ouvrage, une oeuvre, un processus industriel ou administratif (procédé, logiciel, procédure, etc...) ou toute combinaison de ceux-ci.
2 . On peut volontairement définir un produit qui ne répond qu'à une partie du besoin.
3 . Lorsqu'il n'est pas, ou pas encore, possible de connaître les attentes et motivations de l'utilisateur lui-même, celles-ci sont exprimées par ceux qui ont mission de le représenter.

II-3 : EXPRESSION FONCTIONNELLE DU BESOIN

1) Préambule : définition de l'expression fonctionnelle du besoin

L'un des principes de la qualité est de bien séparer, dans toutes les activités, d'une part le besoin à satisfaire, d'autre part la solution choisie pour répondre à ce besoin.

L'énoncé du besoin sous une forme fonctionnelle, c'est-à-dire en termes d'objectif résultat des actions, sans références aux solutions techniques susceptibles d'y répondre, préserve toutes les chances d'émergence de l'innovation au moment de la conception. La formalisation en termes de finalité constitue l'expression fonctionnelle du besoin.

L'expression fonctionnelle du besoin est capitale car :
- si la qualité d'un produit se mesure par son adéquation au besoin, il est indispensable d'exprimer la référence de ce besoin en termes justifiés et de pouvoir maîtriser, le cas échéant, l'évolution de cette référence aux stades ultérieurs de la vie du produit,

- l'essentiel des coûts d'un produit qu'un utilisateur aura à supporter est implicitement prédéterminé par le niveau des exigences formulées dans l'expression de son besoin.

2) Définition normalisée des fonctions

Fonctions : actions d'un produit ou de l'un de ses constituants exprimées exclusivement en terme de finalité.

Commentaires

1 . Une fonction est formulée par un verbe à l'infinitif suivi d'un ou plusieurs compléments.
2 . La formulation de la fonction doit être indépendante des solutions susceptibles de la réaliser.

3) Définition normalisée des fonctions de service

Fonction de service : action d'un produit (ou réalisée par lui) pour répondre à un élément du besoin d'un utilisateur donné.

Commentaires

1 . Il faut souvent plusieurs fonctions de service pour répondre à un besoin. Dans une étude donnée, leur énumération et leur formulation qualitative et quantitative résultent de l'analyse du besoin à satisfaire et le décrivent d'une manière nécessaire et suffisante.
2 . Les fonctions de service comprennent les fonctions d'usage et les fonctions d'estime. Les fonctions d'usage traduisent la partie rationnelle du besoin, les fonctions d'estime sa partie subjective.

4) Définition normalisée des fonctions techniques

Fonction technique : action interne au produit (entre ses constituants), choisie par le concepteur-réalisateur dans le cadre d'une solution, pour assurer des fonctions de service.

Commentaire

1 . Une fonction technique répond à un besoin technique du concepteur-réalisateur et peut être ignorée de l'utilisateur final du produit. C'est en définissant une solution d'ensemble que le concepteur-réalisateur définit les fonctions techniques.

5) Démarche fonctionnelle appliquée à l'expression du besoin

Dans le cas de la démarche fonctionnelle appliquée à l'expression du besoin, on se limite aux fonctions de service. **La démarche conduit à exprimer les différentes composantes du juste besoin par des fonctions traduisant les services attendus**. Exprimer le juste besoin, c'est exprimer la totalité de celui-ci sans aller ni en deçà ni au delà de ce que souhaite le demandeur.

II-4 : ANALYSE FONCTIONNELLE

1) Préambule : résultat de l'analyse fonctionnelle

La démarche d'expression fonctionnelle du besoin se traduit sous la forme de documents appelés "Cahiers des Charges Fonctionnels" ou CdCF. L'élaboration du CdCF doit permettre une juste perception du besoin et l'optimisation de sa traduction en termes de fonctions de service et de contraintes.

2) Définition normalisée du cahier des charges fonctionnel CdCF

Cahier des Charges Fonctionnel CdCF : document par lequel le demandeur exprime son besoin (ou celui qu'il est chargé de traduire) en terme de fonction de service et de contraintes. Pour chacune d'elles sont définis des critères d'appréciation et leurs niveaux. Chacun de ces niveaux doit être assorti d'une flexibilité.

Commentaires

1 . L'établissement d'un CdCF implique qu'une étude ait permis de cerner avec précision les besoins des utilisateurs.
2 . Le but poursuivi est d'obtenir en réponse la proposition du produit le plus apte à rendre le service attendu, dans les conditions prévues, pour le coût minimal. A cet effet, le CdCF n'exprime que des exigences de résultat et, en principe, aucune exigence de moyens.
3 . Un critère d'appréciation (de nature qualitative) est accompagné d'une échelle permettant de situer son niveau (de nature quantitative).
4 . L'obtention de la totalité des avantages attendus du CdCF passe par l'utilisation de la flexibilité.

3) Définition normalisée des contraintes

Contrainte : limitation à la liberté de choix du concepteur-réalisateur d'un produit.

Commentaires

1 . Les contraintes viennent de l'environnement, de la technologie, du marché, de la situation et des choix de l'entreprise ou de l'organisme, etc. Elles peuvent être de diverses natures.
2 . Elles dépendent du lieu et évoluent au cours du temps. Il y a lieu d'identifier les contraintes qui n'ont pas ou plus cours et de s'en libérer.

4) Définition normalisée des critères d'appréciation d'une fonction

Critère d'appréciation d'une fonction : caractère retenu pour apprécier la manière dont une fonction est remplie ou une contrainte respectée.

Commentaires

1 . Pour une même fonction, il y a souvent plusieurs critères d'appréciation de natures différentes.
2 . Dans la mesure du possible, le critère d'appréciation doit être accompagné d'une échelle permettant de situer son niveau.

5) Définition normalisée du niveau d'un critère d'appréciation

Niveau d'un critère d'appréciation : grandeur repérée dans l'échelle adoptée pour un critère d'appréciation d'une fonction. Cette grandeur peut être celle recherchée en tant qu'objectif ou celle atteinte pour une solution proposée.

Commentaire

1 . Suivant les cas, la satisfaction du besoin de l'utilisateur croît ou décroît avec le niveau, ou encore présente un optimum.

6) Définition normalisée de la flexibilité d'un niveau

Flexibilité d'un niveau : ensemble d'indications exprimées par le demandeur sur les possibilités de moduler le niveau recherché pour un critère d'appréciation.

Commentaire

1 . La prise en compte de la flexibilité des niveaux est une des caractéristiques fondamentales du cahier des charges fonctionnel. Elle permet d'organiser le dialogue entre partenaires dans la recherche d'une véritable optimisation. Tout niveau de critère d'appréciation est assorti d'une indication de flexibilité qui peut s'exprimer qualitativement par des classes de flexibilité et/ou quantitativement sous forme de limites d'acceptation et de taux d'échange.

II-5 : ANALYSE DE LA VALEUR

1) Préambule : de l'analyse fonctionnelle à l'analyse de la valeur

Lors de la phase de conception du produit, sa valeur, c'est-à-dire la manière dont il va satisfaire à l'attente de l'utilisateur au meilleur coût, doit être analysée par les méthodes appropriées. Cette analyse permet les optimisations nécessaires.

L'analyse fonctionnelle permet de décrire le produit idéal en termes de fonctions à remplir pour contenter le besoin de l'usager. Ces fonctions sont classées par importance. La seconde étape permet d'orienter la conception concrète du produit. Celui-ci doit, au minimum, remplir toutes les fonctions indispensables. La notion de coût entre alors en jeu. Les méthodes d'analyse de la valeur visent à augmenter la qualité du service rendu à l'utilisateur tout en diminuant les coûts.

2) Définition normalisée du coût

Coût : charge ou dépense supportée par un intervenant économique par suite de la production ou de l'utilisation d'un produit ou de l'ensemble des deux.

Commentaires

1 . Ne pas confondre les notions de coût et de prix.

2 . Les coûts attribués à une fonction représentent l'ensemble des dépenses nécessaires ou consenties pour l'obtention de la fonction.

3 . Sauf stipulation contraire, le coût est confondu avec le coût unitaire, donc ramené à l'unité de produit.

3) Définition normalisée du prix

Prix : équivalent monétaire d'un produit lors d'une transaction commerciale.

Commentaire

1 . Le prix, qui est le même pour l'acheteur et pour le vendeur, devient un élément de coût pour l'acheteur (dans le cas d'un achat, le coût d'acquisition ne doit pas omettre les autres frais supportés par l'acheteur tels que frais administratifs d'achat, douane, contrôle, réception, etc...).

4) Définition normalisée du coût global

Coût global : somme des dépenses sur l'ensemble de la vie du produit pour un usage donné.

Commentaires

1 . Pour un utilisateur, le coût global comprend le coût d'acquisition, le coût d'utilisation (énergie, main d'oeuvre, etc), le coût de maintenance (rechanges, etc), éventuellement le coût de modification, le coût de destruction, etc...
2 . Le concepteur-réalisateur est conduit à s'intéresser de plus en plus au coût global pour l'utilisateur.

5) Définition normalisée de la valeur

Valeur : jugement porté sur le produit sur la base des attentes et des motivations de l'utilisateur, exprimé par une grandeur qui croît lorsque, toute chose égale par ailleurs, la satisfaction du besoin de l'utilisateur augmente et/ou que la dépense afférente au produit diminue.

Commentaires

1 . Ce jugement résulte d'une observation objective de l'utilité que l'utilisateur retire du produit (la valeur d'usage) et d'une évaluation subjective de la considération affective qu'il attache au produit (la valeur d'estime). Lorsqu'il n'est pas, ou pas encore, possible de connaître les attentes et motivations de l'utilisateur lui-même, elles sont exprimées par ceux qui ont mission de le représenter ou de prévoir ses attentes.
2 . Cette grandeur induit une relation entre satisfaction du besoin et dépense, tel leur quotient. Elle s'apparente au "rapport qualité/prix" d'usage courant, exprimé en anglais par le sens familier du mot "value". Cette relation traduit le caractère à la fois fonctionnel et économique de la démarche.
3 . Par "dépense afférente au produit", on peut entendre :
- soit le coût d'acquisition (prix + dépenses annexes) ou le coût global, considéré par l'acheteur ou l'utilisateur,

- soit le coût considéré par l'industriel.

6) Définition normalisée de l'analyse de la valeur

Analyse de la valeur : méthode de compétitivité, organisée et créative, visant la satisfaction du besoin de l'utilisateur par une démarche spécifique de conception à la fois fonctionnelle, économique et pluridisciplinaire.

Commentaires

1 . L'analyse de la valeur est une méthode, c'est-à-dire un ensemble d'outils organisés entre eux suivant une certaine démarche.
2 . L'analyse de la valeur est une méthode opérationnelle pour susciter et organiser l'innovation.
3 . Une des spécificités de la démarche réside dans la prise en compte simultanée des fonctions et des coûts.

7) Conséquences concrètes des méthodes d'analyse de la valeur

On peut globalement retenir la formulation suivante :

$$\text{valeur} = \frac{\text{adéquation du produit}}{\text{coût du produit}}$$

L'analyse fonctionnelle a pour objet de faire tendre le numérateur de cette expression (adéquation du produit au besoin de l'usager) vers un maximum. L'analyse de la valeur, dans un deuxième temps, vise à faire tendre le dénominateur (coût du produit) vers un minimum. L'ensemble des deux opérations a naturellement pour conséquence de faire croître la valeur du produit.

Pour ce faire, la conception du produit prend en compte toutes les fonctions classées comme primordiales suite à l'analyse fonctionnelle. Après quoi chaque composante du produit est passée en revue. Son coût et sa participation à chacune des fonctions sont évalués. On obtient ainsi le coût de chaque fonction. Celles qui s'avèrent trop chères ou peu utiles sont écartées. Les composantes qui ne participent qu'à des fonctions mineures, superflues, ou contribuent à des performances non indispensables sont éliminées. La solution technique finale offre donc le maximum d'adéquation au besoin du client pour un coût minimal.

II-6 : BILAN

Plusieurs outils accompagnent l'établissement d'une démarche qualité. Le principe même de séparation de l'expression du besoin et de la recherche de la solution adaptée nécessite de prêter une attention particulière à la formalisation du besoin. Celle-ci se traduit par le recours au CdCF (Cahier des Charges Fonctionnel), dont le rôle consiste à exprimer l'attente de l'utilisateur en termes de résultats, et non en termes de moyens. La rédaction du CdCF fait l'objet de l'étape d'analyse fonctionnelle.

Ensuite, la démarche d'analyse de la valeur conduit à évaluer le coût de chaque fonction, de manière à éliminer celles qui s'avèrent trop chères et/ou superflues. La minimisation des coûts non indispensables tend à faire croître le rapport satisfaction des besoins/coûts.

Le CdCF consigne l'expression fonctionnelle du besoin. Il contient, pour chacune des fonctions de service et contraintes énoncées, leurs critères d'appréciation en soulignant ceux qui sont prépondérants, ainsi que les niveaux des critères d'appréciation et ce qui les caractérise (niveaux dont l'obtention est imposée, et niveaux souhaités mais révisables).

I - INTRODUCTION A LA QUALITE 47

II - QUALITE ET BESOIN : NORMALISATION 53

III - GESTION DU CYCLE DE VIE D'UN PRODUIT

III-1 : INTRODUCTION 61

III-2 : MAITRISE DE LA QUALITE 61

III-3 : STRUCTURE DU CYCLE DE VIE D'UN PRODUIT 63

III-4 : MAITRISE DU CYCLE DE VIE 68

III-5 : BILAN 71

III-1 : INTRODUCTION

Tous les éléments introduits précédemment donnent les directions à suivre pour l'établissement d'une démarche qualité. Leur mise en oeuvre induit des répercussions immédiates sur la gestion des processus complexes. Celles-ci concernent en particulier le cycle de vie d'un produit au cours de son existence dans le programme, au delà de la phase de conception et de définition.

La nécessité d'effectuer des contrôles qualité pour chaque action ou opération participant à un programme a été soulignée ; c'est le moyen par lequel on accède à la maîtrise des processus. Ceci implique l'identification des différents états successifs d'un produit au cours de son existence dans le programme, ainsi que l'établissement de procédures qui accompagnent la spécification et le contrôle de ces états.

Les divers éléments correspondants sont assez normalisés eux aussi, dans les secteurs industriels les plus sensibles à la qualité (activités spatiales, aéronautiques, militaires, ...). Cette partie est consacrée à leur présentation.

III-2 : MAITRISE DE LA QUALITE

1) Préambule : respect des directives qualité le long du cycle de vie

L'un des principes forts de l'accession à la qualité repose sur la séparation du besoin à satisfaire et des solutions retenues pour répondre à ce besoin.

Les directives permettant d'élaborer l'expression fonctionnelle du besoin, qui conduit à l'élaboration du CdCF, ont été passées en revue. Celles-ci constituent le premier stade de la démarche qualité, répondant à l'objectif prioritaire :

* identifier les besoins.

Une fois réalisée l'analyse fonctionnelle, le processus entre dans sa seconde phase, à savoir la recherche d'une solution adaptée. On se trouve alors au niveau de l'ingénierie. Il s'agit de satisfaire le second objectif :

* améliorer les solutions qui en découlent.

Puis, le processus suivra successivement les stades de production et d'exploitation. Pendant le déroulement des étapes ultérieures à l'analyse fonctionnelle, il importe de continuer à contrôler la qualité en permanence. Cette exigence se traduit par un troisième objectif à atteindre :

* identifier les risques de dysfonctionnement et les réduire.

Il en résulte que la recherche de la qualité implique le respect de directives générales permettant de garantir la maîtrise de la qualité tout au long du cycle de vie du produit.

2) Maîtrise des processus

La maîtrise de la qualité passe par la maîtrise des processus.

Cette première directive est fondée sur la notion de programme que nous avons rappelée au tout début de ce travail.

Rappel de définition : un **programme** est un ensemble organisé (éventuellement formalisé) d'actions et/ou d'opérations nécessaires et suffisantes pour atteindre un résultat, à savoir la réalisation d'un produit.

Par conséquent, un processus complexe doit être décomposé en sous-processus plus simples, et ceci par raffinements successifs jusqu'à obtention de processus élémentaires aisément maîtrisables.

L'idée de contrôle qualité à tous les sous niveaux de décomposition préside à la maîtrise des processus.

3) Procédures opérationnelles

Dès lors que la maîtrise des processus est effective, **la recherche de la qualité vise**, lorsque c'est possible, **à décomposer, identifier, spécifier et contrôler les processus opérationnels**. Ce travail est parfois rendu difficile, car plus on descend dans le détail de l'analyse, plus la complexité des processus étudiés apparaît.

La recherche de la qualité exige alors la formalisation sous forme de procédures qui sont successivement rédigées, essayées, validées. La formalisation poursuit deux objectifs :
- d'une part, que les actes du programme soient tous clairement spécifiés,
- d'autre part, que les hommes disposent d'un support pour savoir faire, et surtout refaire.

Ce deuxième point révèle une nouvelle dimension de la démarche qualité ; il s'agit du suivi et de la mémoire technique. En effet, la rétention d'information est à l'opposé de la qualité. L'interchangeabilité potentielle des hommes est le révélateur

d'une parfaite maîtrise de la qualité. A l'inverse, les indicateurs mettent en évidence des non-qualités visibles lorsqu'une partie de la connaissance disparaît avec un individu.

La rédaction de procédures systématisant chaque opération garantit la mémoire des activités.

4) Traçabilité

La préservation de la mémoire des activités, garantissant le suivi et la pérennité, constitue la traçabilité.

Celle-ci passe par la conservation de la trace :
- des projets,
- des actions,
- des modifications,
- des incidents et de leurs traitements ...

Tous ces éléments doivent être consignés sous une forme qui en assure :
- l'archivage et la gestion,
- l'accessibilité rapide,
- la consultation permanente,
- la conservation dans le temps,
- la relecture à long terme.

Dans l'état actuel de la technologie et compte-tenu de ses évolutions permanentes, c'est le support écrit qui répond le mieux à ce cahier des charges, n'étant pas ou peu soumis à des conversions de formats, de standards, ou de techniques.

L'exigence de traçabilité génère ainsi un énorme volume de documents dont la gestion constitue un élément essentiel de la maîtrise de la qualité.

III-3 : STRUCTURE DU CYCLE DE VIE D'UN PRODUIT

1) Préambule : éléments de caractérisation du cycle de vie d'un produit

Un programme est un ensemble organisé d'opérations permettant de réaliser un produit. Il en résulte que la structure constituant le programme est décrite par une succession déterminée de phases précises.

Un ensemble très vaste d'activités variées, liées à la réalisation de produits très différents, a permis d'extraire une architecture de programme commune. On peut donc penser que cette architecture structure le processus de production lui-même, indépendamment du type de produit considéré. Elle est présentée ici dans le but d'en faire usage pour le contexte applicatif considéré, à savoir la production de documents.

L'architecture de programme générique formalise les états successifs du produit au cours de son cycle de vie, états auxquels sont associés les documents standardisés assurant la maîtrise de la qualité, et gages de traçabilité. Enfin, les processus de transition d'état à état constituent un premier niveau de décomposition du programme en opérations.

2) Etats du produit au cours de son cycle de vie

De par sa définition, le rôle d'un programme est de donner naissance à un produit. Il permet donc, à partir de rien, d'obtenir quelque chose. **Aux extrêmes, le programme fait apparaître deux états opposés du produit :**

* rien,
* quelque chose.

Toutefois, ces deux états sont tout-à-fait insuffisants pour architecturer la structure générale du programme. Car, se référant à un "cycle de vie", si on qualifie d'"état vivant" l'état où l'on dispose d'un produit fini exploitable, on peut identifier bien d'autres stades avant et après celui-ci. Après l'état vivant se trouve l'"état mort". De même, avant l'état vivant se déroule la longue phase de gestation qui fait apparaître de nombreux états intermédiaires.

L'étude des normes industrielles permet de dresser la liste des états successifs d'un produit au cours de son cycle de vie.

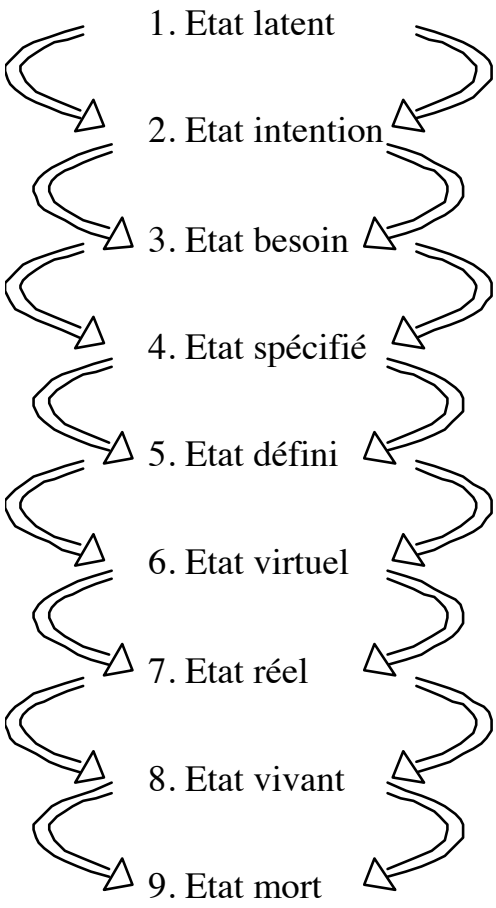


Figure PREL-1 : *Liste des états successifs d'un produit au cours de son cycle de vie.*

Chacun de ces états est un point d'arrivée et/ou de départ pour les opérations successives du programme.

3) Processus de transitions d'état à état

Le programme est donc constitué d'une succession d'opérations qui constituent les processus de transition d'état à état.

Leur description permet de préciser la nature de chacun des états, à partir de l'état de départ que l'on désigne par "état latent".

* Le processus d'identification du besoin permet de décrire grossièrement les grandes lignes du projet. Il permet de disposer d'un rudiment de matière première nécessaire au démarrage du processus, rudiment qui constitue l'"état d'intention".

* Un processus plus précis d'expression du besoin, faisant appel à des méthodes strictes telles que l'analyse fonctionnelle, permet de cerner plus rigoureusement la définition du besoin. Il requiert une validation de l'expression du besoin ainsi qu'une

première analyse rudimentaire de faisabilité. Il débouche sur la formalisation de l'"état besoin".

* Le processus de conception préliminaire, encore appelé phase d'avant-projet, permet d'optimiser le concept de solution répondant au besoin tel qu'il a été exprimé dans l'état précédent. Il implique le choix de moyens, et de caractéristiques techniques permettant d'affiner la description du produit. Celui-ci atteint alors l'"état spécifié".

* Le processus de conception détaillée, encore appelé phase de développement, permet de définir complètement l'ensemble du produit à partir de la solution retenue. Elle comporte la réalisation de prototypes. Le produit arrive dans l'"état défini".

* Le processus d'industrialisation correspond à la préparation de la réalisation effective et à la détermination des modalités de cette réalisation. Il comprend la mise en place de l'outil de production, des procédés et des moyens de contrôle. Il débouche sur l'obtention d'un "état virtuel" du produit.

* Le processus de production regroupe toutes les tâches de création et d'organisation de la production. Sa mise en oeuvre conduit effectivement à un produit fini, dans l'"état réel".

* Le processus de mise en service ou utilisation planifie et coordonne l'ensemble des tâches exécutées pendant la phase d'utilisation. Le processus d'utilisation est constitué de trois composantes :

- le processus d'exploitation,
- le processus de soutien (maintenance, ravitaillement et suivi technique),
- le processus d'inspection.

Ce n'est qu'à ce moment que le produit est effectivement utilisé et utile : on dit qu'il se trouve dans l'"état vivant".

* Enfin, le processus de retrait de service effectue la transition de l'état vivant à l'"état mort".

4) Diagramme états-transitions récapitulatif

Tous les éléments ci-dessus peuvent être consignés dans un diagramme états-transitions, qui schématise l'ensemble du cycle de vie d'un produit.

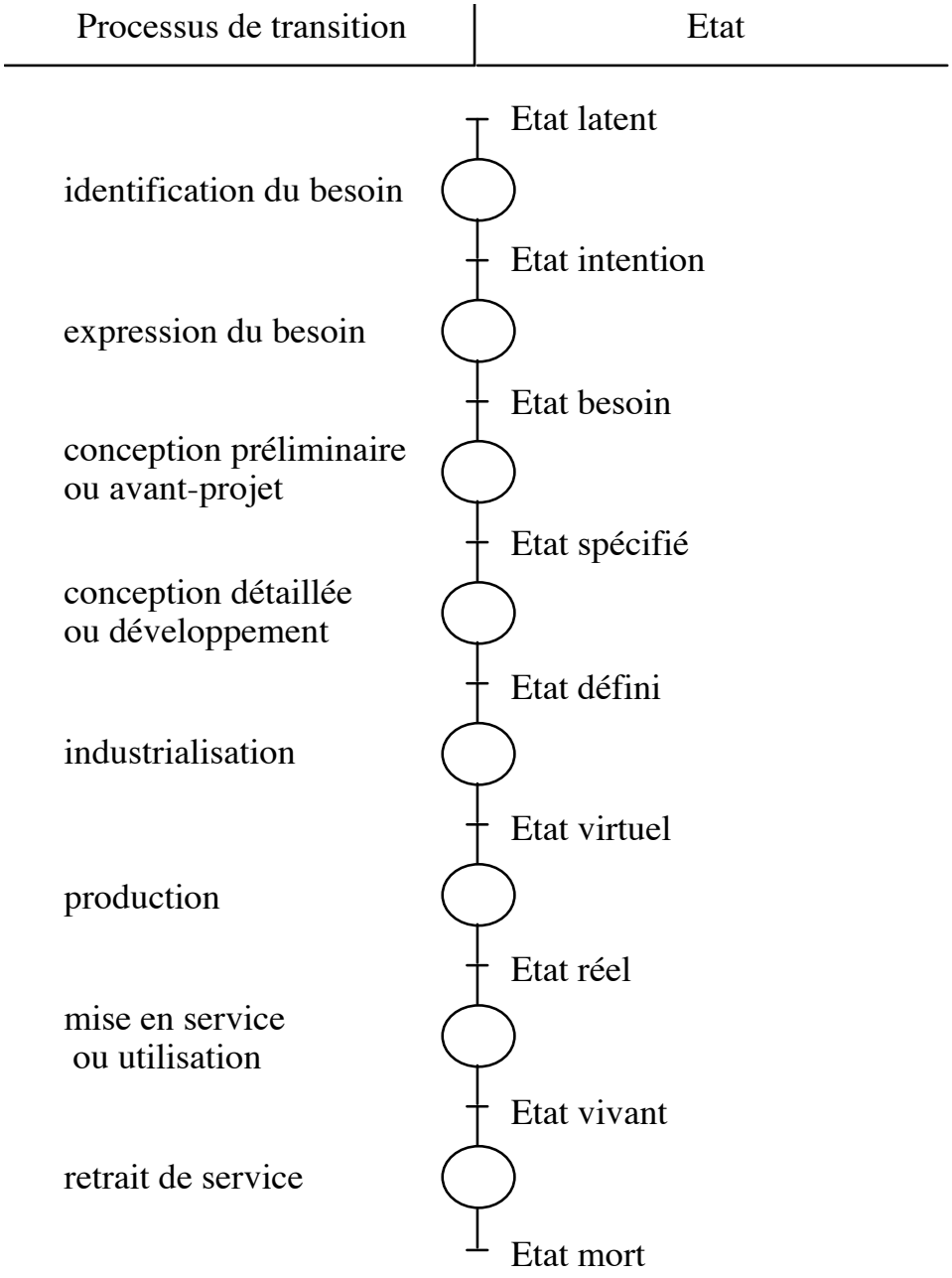


Figure PREL-2 : *Diagramme états-transitions du cycle de vie d'un produit*.

III-4 : MAITRISE DU CYCLE DE VIE

1) Préambule : trace du cycle de vie

Pour les étapes ultérieures à la conception préliminaire, la maîtrise de la qualité tout au long des processus impliqués requiert le respect de directives qualité spécifiques. La maîtrise est ainsi acquise au moyen de la décomposition, l'identification, la spécification et le contrôle des processus opérationnels, qui donnent lieu à la rédaction de procédures permettant de systématiser les opérations concernées.

Le principe de la consignation des connaissances et/ou expériences sous forme écrite garantit la préservation de la mémoire des activités. Il contribue à la traçabilité des actions constituant le programme. Ainsi chacun des états du cycle de vie est précisément détaillé dans les documents qui consignent les caractéristiques spécifiques de chaque état. De plus, des procédures de surveillance permettent le contrôle des états en cours de cycle.

2) Documents attachés aux états d'un produit

Dans les processus industriels usuels, **les états successifs d'un produit sont assortis de documents spécifiques pour chacun de ces états**.

Ici encore, une terminologie standard, établie à la fois par l'usage et la normalisation, s'est peu-à-peu imposée. Les termes en seront simplement cités, sans analyse plus précise des contenus correspondants. En effet, il conviendra, par la suite, de déterminer la nature des contenus propres au cycle de vie du produit particulier qui fait l'objet de cette étude, à savoir le "document" (papier, multimedia, audiovisuel, etc...).

L'étude des normes industrielles fait apparaître :

* Le CdCP, Cahier des Charges Préliminaire. Celui-ci ébauche grossièrement des besoins potentiels, avant qu'ils n'aient fait l'objet d'une étude rigoureuse.

* Le CdCF, Cahier des Charges Fonctionnel, est le document contractuel qui consigne les éléments identifiés du besoin (fonctions de service et contraintes, critères d'appréciation, niveau et flexibilité du niveau de chaque critère) suite à l'analyse fonctionnelle.

* La STB, Spécification Technique du Besoin, décline les caractéristiques attendues de la solution technique retenue pour satisfaire le besoin tel qu'exprimé dans le CdCF.

* Le DD, Dossier de Définition, achève le processus de conception. Le produit conçu en réponse au besoin conformément à la solution retenue est totalement déterminé et exhaustivement décrit dans le dossier de définition. Aucun détail ne doit, en principe, être laissé en suspens à ce niveau.

* Les DI, Dossiers Industriels, sont tous les documents dans lesquels sont repris les résultats de la phase d'industrialisation. Ils servent de support à la production effective, c'est-à-dire la réalisation du produit. Ils préparent et structurent cette production. On peut citer notamment les dossiers industriels de définition, de fabrication (DF) et de contrôle.

* Les Dossiers de Qualification, ou encore Registres de Contrôle et Validation, attestent que le produit dans son état réel est conforme à l'état virtuel dont témoignent les DI. Ils comportent un volet Notice Produit ou Catalogue qui prépare l'opération de mise en service du produit. Ces deux derniers documents accompagnent la proposition d'un produit sur catalogue ou étagère, prêt à l'emploi.

* La vie effective du produit est alors suivie par des Rapports d'Exploitation qui effectuent la trace des événements ayant jalonné cette vie.

* L'état mort s'accompagne d'une Documentation d'Archivage, dans laquelle auront été déterminés préalablement les éléments à conserver pour garantir la préservation de la mémoire liée à ce produit.

Il est désormais possible d'adjoindre au diagramme états/transitions précédent, les documents représentatifs de chaque état.

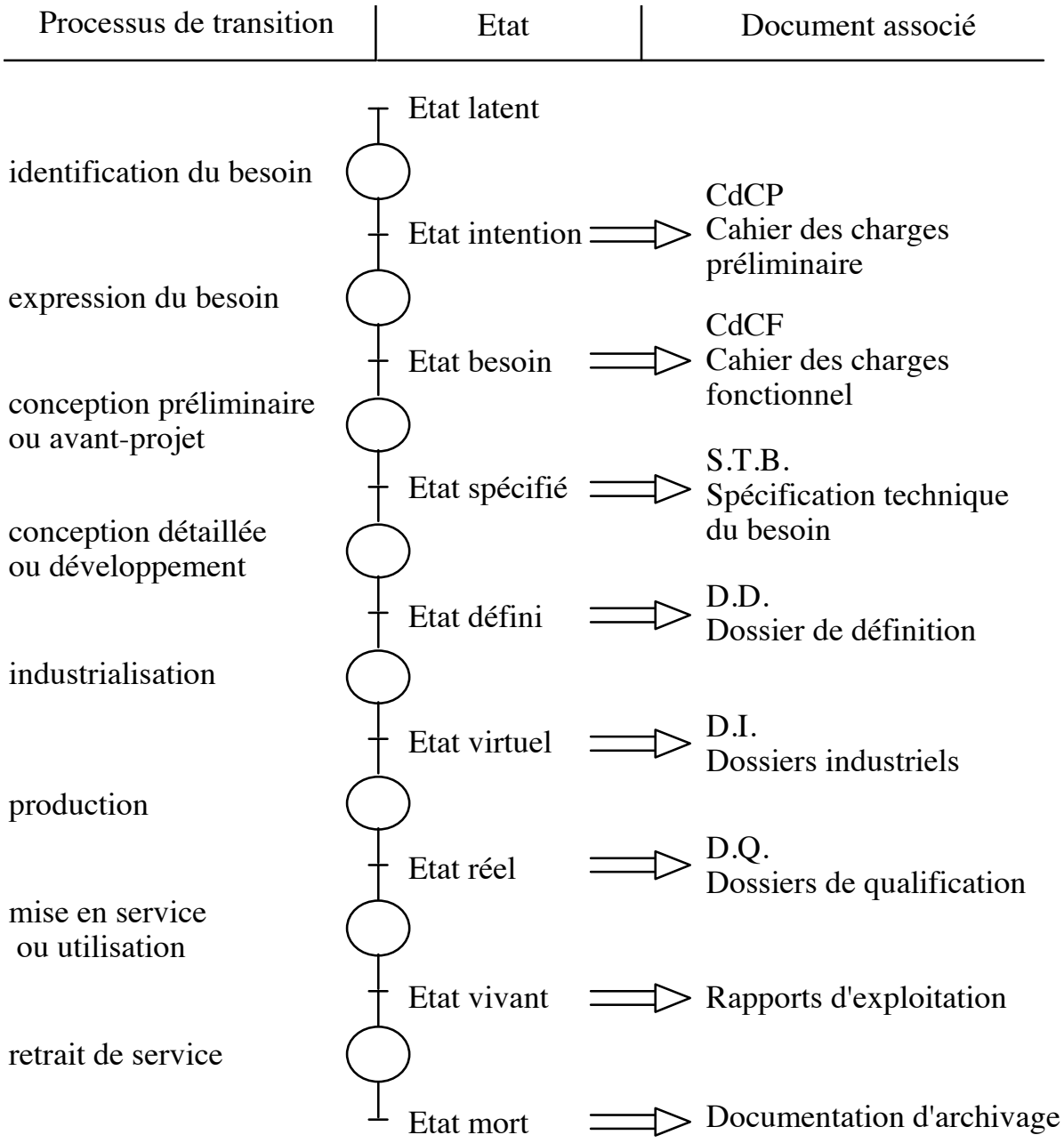


Figure PREL-3 : *Documents attachés au diagramme états-transitions*.

L'ensemble de tous ces documents, qui accompagnent le cycle de vie du produit, **assurent la maîtrise du processus global au moyen d'un contrôle qualité hiérarchisé**.

3) Procédures de surveillance liées au contrôle des états

La détermination des états a pour but de structurer le programme. Au cours de l'élaboration du produit, la satisfaction des contrôles qualité dans un état donné constitue une condition de passage à l'opération suivante. Elle concourt à la prise de décision de poursuite du programme.

Le contrôle qualité à chaque état est acquis à travers les procédures de surveillance. Celles-ci permettent de s'assurer que le résultat des processus du cycle de vie direct est conforme aux objectifs visés.

* La Procédure de Qualification prouve que le produit virtuel répond au besoin.

* La Procédure d'Acceptation prouve que les divers exemplaires du produit réel sont conformes au produit virtuel.

* La Procédure de Retour d'Expériences prouve que le produit vivant est utilisé à bon escient et qu'il remplit ses objectifs. Cette procédure nécessite une collecte d'informations sur les sites d'exploitation du produit.

* La Procédure d'Evolution effectue une remise en cause du besoin, du produit virtuel et/ou du produit réel.

Ainsi, **les diverses procédures** présentées **régulent le cycle de vie du produit**, en respectant les directives qualité.

III-5 : BILAN

A travers l'analyse effectuée apparaissent les grandes articulations qui régissent les phases de déroulement d'un programme. Celles-ci sont répertoriées de façon explicite dans la figure ci-dessous.

Ce schéma vise à proposer une présentation synthétique des différents stades concernés. La disposition séquentielle des phases les unes par rapport aux autres suggère un certain ordre temporel à respecter. Toutefois, leur enchaînement dans le temps n'est jamais rigoureusement linéaire. Des opérations de tests comparatifs, de retours d'expérience, etc, occasionnent des retours en arrière (i.e. des bouclages) qui ne figurent pas ci-dessous. Leur détermination donne lieu à l'élaboration de divers modèles de cycle de vie, qui ont été étudiés par ailleurs /DUR 96/, /HUA 96a/, /HUA 96b/. La figure ci-dessous doit être considérée comme le squelette standard d'un modèle de cycle de vie, en réalité beaucoup plus complexe et ramifié.

Des opérations définies, dont la liste a été dressée, permettent en outre la transition d'un état au suivant.

L'ensemble de ces éléments constitue le dispositif permettant le déroulement d'un programme obéissant au cadre d'une démarche qualité.

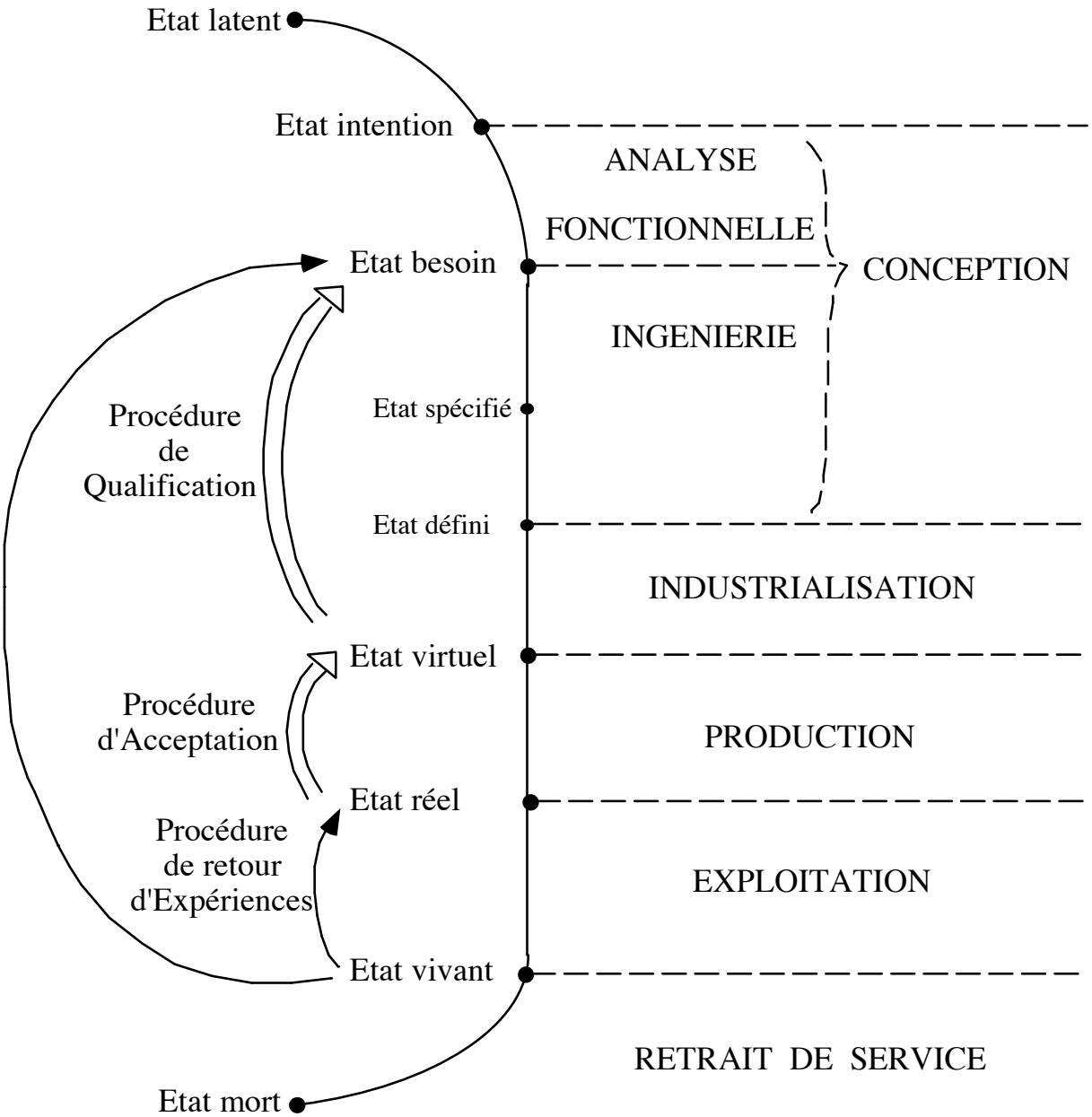


Figure PREL-4 : *Architecture générale d'un programme.*

CHAPITRE PRELIMINAIRE : CONCLUSION

Ce chapitre a présenté les éléments fondamentaux nécessaires à la mise en oeuvre d'une démarche qualité. Les concepts fondateurs et les normes qui les formalisent induisent un ensemble de conséquences concrètes et de pratiques liées à leur usage. Elles concernent en particulier la maîtrise du cycle de vie d'un produit au cours de son existence dans le programme. Celle-ci passe par l'identification des états successifs du produit, et l'établissement de procédures qui accompagnent la spécification et le contrôle de ces états.

On peut, dès lors, établir les grandes lignes d'une stratégie de conduite de projet. Pour rester conforme à l'esprit d'une démarche qualité, l'exécution du projet, et surtout son organisation, devront à tout moment obéir à quelques "commandements" pragmatiques, qui ne sont pas 10 mais 7, repris ci-dessous.

* Toutes les actions nécessaires dans le processus doivent être définies, étudiées, analysées.

* Il faut réfléchir avant d'agir.

* Les conclusions de toute réflexion doivent être consignées sous forme écrite, accessible afin de guider les actions opérationnelles et favoriser la communication entre les différents acteurs. Dans ce sens, il est nécessaire de définir un formalisme de présentation d'information compréhensible par tous.

* Il faut rendre compte des résultats de chaque action.

* Cette approche implique une analyse et une planification des tâches d'une manière très précise, et si possible exhaustive.

* La procédure de contrôle concerne les éléments dont la non-conformité ou la défaillance risque de compromettre gravement le fonctionnement du système. D'où la nécessité d'un travail préalable d'identification des éléments à contrôler.

* Il est important de s'interroger sur la meilleure intégration du système dans son environnement d'exploitation.

Cette partie préliminaire repose sur les résultats acquis dans les secteurs industriels dits "de technologie de pointe". Leur liaison avec la fabrication de produits manufacturés est évidente. Leur arrière-plan scientifique, technique et/ou technologique s'impose en première lecture.

On peut s'interroger à juste titre sur le bien-fondé d'un tel démarrage pour un travail consacré aux sciences de l'information et de la communication. L'idée originale

développée ici consiste à défendre le point de vue suivant. Un "document" est un "produit d'information", quels qu'en soient la technologie, le medium, le contexte de diffusion, le support, etc... Dès lors, la fabrication d'un "document" relève totalement d'une optique "programme", avec la définition adoptée en tête du présent chapitre. On peut ainsi envisager d'appliquer les principes présentés précédemment à ce produit particulier qu'est le "document" (ce terme est encadré de guillemets pour le moment, car il n'a pas reçu de définition précise. Le lecteur impatient, ou soucieux de précision, peut la trouver dans le chapitre 4).

De multiples arguments s'élèvent aussitôt pour controverser cette idée, le premier étant que les outils adaptés aux sciences physiques sont hors de propos pour ce qui concerne les sciences humaines, car tout les oppose. Par ailleurs, considérer l'information sous un angle aussi analytique fait courir le risque, en la traitant de façon mécanique et mécaniste, d'en exclure la composante proprement humaine.

Le premier chapitre vise à répondre à cette première salve de critiques, et à engager la réflexion sur la voie d'une modélisation système.

D'emblée, il est clair qu'une telle systématisation, dans son extrême rigueur, n'appréhendera qu'avec peine les difficultés liées à l'intervention de l'inconscient, de la subjectivité, de la dimension affective, laquelle intervention ne peut être ignorée dès lors que l'on envisage les phénomènes humains de communication. Toutefois, le présent travail vise à prouver que l'adoption d'une telle méthode permet de mieux maîtriser ces phénomènes, même si une partie d'entre eux demeure obscure et incontrôlable.

CHAPITRE 1

DETERMINATION D'UNE PERSPECTIVE SYSTEME

POUR L'ETUDE DES FAITS HUMAINS

CAS DES SCIENCES DE L'INFORMATION

CHAPITRE 1 : INTRODUCTION

Les concepts, méthodes et outils introduits dans le chapitre préliminaire, consacré aux éléments fondamentaux de la démarche qualité, proviennent de secteurs industriels à forte connotation technologique (activités militaires, spatiales, aéronautiques et automobiles essentiellement). Quoique leur emploi se soit progressivement généralisé à la conception de logiciels, de process industriels, de procédures administratives, de services, ... leur utilité dans le domaine des sciences de l'information et de la communication soulève de multiples interrogations.

Une question théorique, de principe, se pose au premier abord. Est-il sérieux, raisonnable d'envisager l'adaptation des méthodes des sciences physiques aux objets d'étude des sciences humaines? La question est fondamentale et mérite qu'on s'y attarde. La recherche d'une réponse argumentée nécessite de revenir aux fondements scientifiques les plus primaires (au sens de premiers), parfois à l'histoire des sciences, pour retrouver la cohérence de fond de la démarche scientifique indépendamment de l'objet d'étude. En effet, un examen superficiel et trop rapide révèle avant tout les points de divergence, voire d'opposition, qui semblent aller à l'encontre de l'unité de la pensée scientifique. Il faut donc creuser profond pour retrouver les fondations. Rapprocher les deux énormes édifices que sont les sciences physiques et les sciences humaines exige en effet de revenir aux caves. Car à tenter de n'en rapprocher que les étages, on risque de les voir s'écrouler tous les deux. J'ai emboité le pas à tout un ensemble de chercheurs qui, depuis quelques dizaines d'années, cherchent des réponses à ce genre de question.

Cet exercice s'est montré un préalable indispensable à l'infléchissement raisonnable et raisonné de mon parcours. Car il n'est pas trivial, pour un ingénieur, de se préoccuper soudain de sciences de l'information. Cela demande justification quant à la pertinence d'une telle orientation, et à la capacité d'apporter à cette discipline une contribution à la fois originale et valide. La première partie de ce chapitre en retrace les principaux éléments. Ceux-ci peuvent sembler des acquis de base aux scientifiques professionnels qui en usent chaque jour. J'ai toutefois résolu de les faire figurer ici, car mon expérience pédagogique m'a montré que les cursus scolaire et universitaire ne garantissent pas ces acquis fondamentaux, même au niveau 3ème cycle, surtout dans les filières professionnalisées. Cette partie du présent document a donc pour objectif de "mettre les points sur les i" aux futurs chercheurs qui, comme moi, seraient amenés à s'interroger sur un rapprochement des deux édifices.

Une fois réglé le sort du mot "sciences" dans le vocable "sciences de l'information", reste à examiner celui de l'"information".

Le mot information est employé de façon de plus en plus fréquente, tendant à se généraliser tant dans le langage courant que dans les diverses disciplines de la recherche scientifique. Toutefois, on peut observer de fortes disparités dans l'acception de ce terme en fonction du contexte, de l'objet auquel il se rattache, de l'époque, etc... Derrière l'"information" se dissimulent des idées variées, telles que "trace de..., contenu utilisable pour..., donnée caractéristique de..., valeur par rapport à tel problème..., modalités de réception de..., action résultant de la perception de..., apprentissage lié à ...". Cet examen, du niveau de l'usage quotidien, révèle déjà toute la diversité, toute l'ambivalence, toute la variabilité du concept. La question prend un degré de complexité supplémentaire lorsqu'il s'agit de "communiquer des informations".

La seconde partie de ce chapitre explore l'histoire des sciences de l'information pour tenter de clarifier le concept. Une fois de plus, des divergences importantes se font jour en fonction de la perspective scientifique envisagée (sciences exactes ou sciences humaines). Un travail un peu approfondi permet toutefois de dégager une cohérence, et de figer le vocabulaire sans qu'aucune définition ne soit incompatible avec les travaux antérieurs relatifs à ce domaine, quel que soit leur contexte. La formulation correspondante met en évidence, dans le concept d'information, la notion de but à atteindre, ou encore objectif, qui prend la forme d'un changement d'état du destinataire. Celui-ci s'identifie à l'effet que produit la réception de l'information sur le récepteur.

Les termes ci-dessus, "objectif", "état", "changement d'état", sont les ingrédients principaux du langage de l'approche système, dont l'usage s'était préalablement imposé à travers le choix d'une position épistémologique constructiviste pour l'étude des faits humains. Ainsi, doublement justifiée, surgit l'idée d'adapter l'approche système à l'étude de l'information, ou réciproquement de convertir l'information à l'approche système. Le rapprochement des deux édifices prend corps. Il repose désormais sur un cadre méthodologique précis. Sa présentation occupe la troisième partie du chapitre. Celle-ci valide le bien-fondé du recours à l'approche système pour l'étude du fait communicationnel humain, et introduit les concepts et formalismes propres à l'analyse des systèmes.

Un dernier préalable conclut ce chapitre. Il concerne les bénéfices attendus d'une telle approche. A travers l'exposé des procédés associés à la modélisation système se dessine peu-à-peu un ensemble de moyens concourant à élaborer une méthode propre à satisfaire les exigences qualité dans les applications concrètes. Celles-ci ont trait à la conception et à la réalisation de produits d'information, essentiellement dans le cadre de l'entreprise.

Une ligne de force relie ainsi tous les constituants de la démarche, depuis les fondements théoriques jusqu'à l'utilisation dans le contexte d'études de cas pratiques. La méthode correspondante s'apparente à la fois aux sciences de l'ingénieur, à l'approche formelle du qualiticien et aux savoirs du communicant. Plusieurs

paragraphes de ce chapitre pourront sembler très banals, voire primaires, aux experts respectifs de l'analyse des systèmes, de la qualité ou de l'information. C'est la gageure, en effet, de la pluridisciplinarité que de faire dialoguer des domaines qui s'ignorent. Ceci requiert un nécessaire consensus sur les principes de bas niveau, si l'on souhaite élever l'échange à un niveau supérieur dans l'une ou l'autre de ces spécialités.

I - DETERMINATION D'UN ANCRAGE SCIENTIFIQUE POUR L'ETUDE DES FAITS HUMAINS

I-1 : INTRODUCTION 81
I-2 : FONDEMENTS DE LA DEMARCHE SCIENTIFIQUE 82
I-3 : CHEMINS DE TRAVERSE DE LA VOIE SCIENTIFIQUE 89
I-4 : SCIENCES EXPERIMENTALES, SCIENCES DE L'EMPIRIE 93
I-5 : SCIENCE DES FAITS HUMAINS 95
I-6 : BILAN 101

II - ANALYSE CRITIQUE DU CONCEPT D'INFORMATION 103

III - CADRAGE METHODOLOGIQUE DE LA RECHERCHE 119

IV - DEMARCHES, PROCEDES ET OBJECTIFS DE LA RECHERCHE 135

I-1 : INTRODUCTION

Ingénieur diplômée de Centrale Lille (I.D.N.), Docteur-Ingénieur en automatique, mon histoire de chercheur est pétrie de culture scientifique.

De l'automatique aux sciences de l'information, il n'y a qu'un pas, qui peut sembler immense à d'aucuns, car il enjambe un fossé qui sépare les sciences dures des sciences dites humaines. Tous les éléments introduits jusqu'à présent proviennent de la formalisation des processus industriels, avec un fort ancrage dans les industries liées à la fabrication de produits manufacturés. Ces préliminaires peuvent sembler hors de propos dans une étude consacrée aux sciences de l'information et de la communication. En effet, quoique cette discipline se réfère explicitement au contexte des sciences, ses modes de réflexion, ses méthodes, ses outils apparaissent de prime abord très éloignés de ceux des sciences exactes.

Cette partie vise à montrer que la pensée scientifique est une, dans le but d'établir de manière plus concrète l'idée de convergence qui constitue le fondement de tout le travail qui va suivre. Elle répond au besoin de justifier le parti-pris selon lequel la connaissance des faits humains pourrait gagner à adopter les fondements, les principes, les méthodes, les outils qui font la gloire des sciences exactes. Bien sûr, certains grands principes spécifiquement cartésiens sont remis en cause : la détermination de méthodes de mesure n'est pas toujours possible ; lorsque des mesures sont effectuées, elles peuvent ne pas être objectives ; des paramètres circonstanciels,

subjectifs, totalement imprévisibles, etc... entrent en ligne de compte ; la non-reproductibilité factuelle règne en maître. Cela n'implique nullement l'impossibilité d'une approche scientifique de ces phénomènes.

Toutes ces remarques impliquent un certain nombre de précautions supplémentaires à respecter pour garantir la validité des connaissances élaborées dans le domaine des sciences humaines. Il ne suffit pas d'utiliser un modèle validé par la physique pour assurer la scientificité d'un énoncé en économie ou en psychologie cognitive. En particulier, la position épistémologique du modélisateur s'avère déterminante pour la construction de modèles adéquats en sciences humaines. C'est à cette tâche que se consacre cette première partie du chapitre.

I-2 : FONDEMENTS DE LA DEMARCHE SCIENTIFIQUE

1) Préambule : une certaine idée de la science

Définir d'une manière absolument rigoureuse **ce qu'est la science** peut être l'oeuvre de toute une vie. D'autant qu'un examen attentif de la bibliographie met en lumière des divergences assez radicales en fonction des périodes et des auteurs.

Il est vain d'espérer mieux qu'une approche, forcément imprécise, mais qui veillera à souligner les fondements principaux sur lesquels repose toute démarche scientifique.

En guise de socle, examinons les diverses définitions des dictionnaires /référence Petit Robert/ :

- tout corps de connaissances ayant un objet déterminé et reconnu, et une méthode propre, (XIIIème),
- ensemble de connaissances, d'études d'une valeur universelle, caractérisées par un objet et une méthode déterminés, et fondées sur des relations objectives vérifiables, (XIXème),
- ensemble de travaux des sciences, connaissance exacte, universelle et vérifiable exprimée par des lois, (XXème).

L'évolution des sciences vers les mathématiques, outil formel de représentation universelle, exacte et objective, est clairement perceptible à travers ces définitions. Toutefois, en recherchant leur plus grand commun diviseur, on trouve que les sciences sont des connaissances se rapportant à un objet déterminé. Définition de base finalement confondante de généralité.

Elle soulève toutefois la première question d'importance : que recouvre la notion de "connaissance"? La réponse relève de l'épistémologie, jeune discipline qui fait de la connaissance elle-même son projet scientifique, et que l'on peut définir en

première approximation comme l'"étude de la constitution des connaissances valables", ainsi que le proposait Jean Piaget /PIA 67/.

L'épistémologie réunit les trois grandes interrogations que pose au scientifique la légitimité des connaissances qu'il produit /LE M 95/ :

1) Qu'est-ce que la connaissance (la question gnoséologique)?

2) Comment est-elle constituée ou engendrée (la question méthodologique)?

3) Comment apprécier sa valeur ou sa validité (la question éthique)?

Ces trois questions connaissent des réponses différentes suivant les courants de pensée et les cultures. Toutefois, la diversité des doctrines épistémologiques est, en pratique, assez restreinte. Elles induisent en effet le choix d'un modèle de "système des sciences", dont le poids organisationnel est déterminant pour la production de connaissances nouvelles. On comprend, dès lors, la résistance sociale à des bouleversements épistémologiques trop fréquents ou trop radicaux.

La conception aristotélicienne, certainement l'une des plus élaborées dans la pensée antique, fait état d'un système complet de la connaissance, hiérarchisé, dont les distinctions les plus essentielles dépendent de la nature des objets à connaître. Elle est relayée par le courant des épistémologies "positivistes" et "réalistes", dont le tableau synoptique des disciplines scientifiques (dessiné en 1828 par Auguste Comte) agence encore majoritairement les groupes de disciplines recensées dans les organisations scientifiques contemporaines.

A l'inverse, les épistémologies constructivistes attribuent le rôle principal au sujet connaissant dans la construction de la connaissance, et en particulier l'intentionnalité ou les finalités de ce sujet connaissant par rapport au phénomène observé. De fait, ce postulat remet en question l'indépendance entre le sujet observateur et l'objet de son étude, indépendance fondatrice de la pensée positive. Par là-même, l'hypothèse constructiviste conduit à un autre système des sciences plus résistant à une stricte classification disciplinaire.

D'une manière un peu schématique, **les approches positivistes et constructivistes seront opposées systématiquement dans l'étude qui va suivre**. La comparaison permettra de montrer que la pensée positiviste prône des principes tels qu'un ingénieur adoptant l'être humain communicant en tant qu'objet d'étude ne peut pas élaborer de connaissances reconnues scientifiques, alors que l'adoption d'une pensée constructiviste rend naturelle, au sein du système spiralé des sciences, cette apparente transgression disciplinaire.

2) Science et observation, réalité et sensation

Le premier niveau du connaître, fondamental aux yeux d'Aristote, est la sensation, contact immédiat avec le monde, qui n'est pas spontanément articulée dans un symbolisme comme celui de la langue ni ne requiert un fondement par discours et

raisonnement. Jointe à la mémoire, trace de sensations répétées, elle constitue l'expérience, qui associe déjà dans un jugement des perceptions individuelles à une image générique.

La science appuie ainsi sa démarche sur une première phase d'observation de la réalité. Cette première mise en perspective renvoie au concept de réalité, conçue en tant que phénomène perceptible.

Quoiqu'antique, ce précepte se trouve admis, aujourd'hui encore, d'une manière assez universelle. On trouve ainsi sous la plume de Gilles-Gaston Granger /GRA 93/ :

> "*La science est visée d'une réalité. Ce n'est pas que l'imagination inventive ne joue un rôle essentiel dans l'invention des concepts scientifiques. Tout au contraire : la création scientifique est en ce sens une espèce de poésie. Mais le pouvoir imaginatif s'exerce alors dans la production de concepts, qui sont toujours supposés orientés vers la description ou l'organisation de données résistant à nos fantaisies. Certes la science est une représentation abstraite, mais elle se donne à juste titre comme représentation du réel.*"

Ce nouveau postulat pose de manière brutale une question de fond : qu'est-ce que la réalité? La réponse est à la croisée de la philosophie et du mysticisme. Tous les êtres vivants la recherchent, d'une manière ou d'une autre. Citons, comme étai à une réflexion qui se doit de rester personnelle et sort du cadre du présent travail, le débat de deux grands scientifiques contemporains, Alain Connes et Jean-Pierre Changeux dans l'excellent ouvrage "Matière à pensée" /CHA 92a/ :

> "*Alain Connes : Qu'est-ce qui prouve la réalité de ce monde matériel en dehors de la perception que notre cerveau en a? Principalement la cohérence de nos perceptions, et leur permanence. Plus précisément, la cohérence du toucher et de la vue pour un seul et même individu. Et la cohérence entre la perception de plusieurs individus... Pour moi, la réalité se définit par la coïncidence et la permanence des perceptions, soit d'un même individu, soit de plusieurs individus à l'intérieur d'un groupe.*
>
> *Jean-Pierre Changeux : Cette perception collective est nécessaire, mais pas suffisante. Elle inclut tant les illusions optiques que les hallucinations collectives... Les Indiens Huichols, lors du pèlerinage annuel pendant lequel ils consomment des champignons hallucinogènes, ont tous le sentiment d'être réellement montés au Paradis. La coïncidence des perceptions ne suffit donc pas pour définir une réalité objective!*"

La vie n'est-elle pas finalement une hallucination collective, un délire permanent auquel nos sens prêtent un simulacre de vérité, comme le propose l'hypothèse classique de Berkeley? A cette question fondamentale, les tenants du positivisme et ceux du constructivisme répondent diversement.

Dans son ouvrage "Les épistémologies constructivistes" /LE M 95/, Jean-Louis Le Moigne propose en premier lieu une gnoséologie des connaissances positives.

> *"L'hypothèse ontologique peut être tenue pour celle de la réalité essentielle de la réalité existentielle. La connaissance que constitue progressivement la science est la connaissance de la Réalité, une réalité postulée indépendante des observateurs qui la décrivent (même si leurs descriptions n'en sont pas indépendantes) : l'Univers, la Nature, la Vie, tout ce que nous pouvons connaître -ou tenter de connaître- est potentiellement connaissable, ou descriptible sous forme de connaissances généralement additives. Ces connaissances nous disent peu-à-peu l'essence, la substance et la permanence des choses, par delà la diversité éventuelle de leurs apparences et de leur comportement. En postulant qu'il existe une réalité, substantielle et immatérielle, qui présente quelque forme de permanence, indépendante et antérieure à son observation ou à son attention, qui soit potentiellement connaissable (fût-ce incomplètement et imparfaitement encore), il donne statut communicable ou enseignable à cette connaissance : la connaissance est connaissance vérifiable de cette réalité locale ou localisée, et le statut du modélisateur n'est que celui d'un représentant diplomatique. La connaissance représente la part de réalité qu'elle prétend décrire, fût-ce imparfaitement, auprès des tiers que sont ses interlocuteurs humains actuels et potentiels. Que cette réalité soit tenue pour éternellement voilée, et donc inconnaissable dans son ultime perfection, n'affecte pas le coeur de l'hypothèse ontologique, qui assume l'existence de son essence, indépendante de l'existence et de l'expérience de l'observateur-modélisateur."*

Le même ouvrage propose, quelques chapitres plus loin, les hypothèses fondatrices des épistémologies constructivistes.

> *"L'argument initial de cette gnoséologie que partagent toutes les épistémologies constructivistes est celui du primat absolu du sujet connaissant capable d'attacher quelque valeur à la connaissance qu'il constitue : la connaissance implique un sujet connaissant et n'a pas de sens ou de valeur en dehors de lui. Autrement dit, ce sujet n'est pas tenu de postuler (ou d'exclure) l'existence ou la non-existence d'un réel connaissable qui lui serait étranger, et l'inconnu n'est pour lui qu'un connaissable en instance d'actualisation. La question métaphysique ou théologique d'un éventuel réel inconnaissable n'a pas non plus de sens pour ce sujet connaissant qui ne se considère pas comme tenu d'y répondre ; et s'il n'est en aucune façon embarrassé dans ses dialogues avec des tiers qui feraient de ces croyances en l'existence ou l'inexistence d'un réel connaissable ou inconnaissable indépendant de lui, il ne voudra pas pourtant que cette croyance*

cautionne seule une connaissance que ce tiers voudrait lui imposer. La connaissance qu'il peut construire d'un réel est celle de sa propre expérience du réel."

Cette gnoséologie des connaissances constructibles débouche immédiatement sur l'hypothèse phénoménologique, telle que Jean Piaget l'exprime dès 1937 dans "La construction du réel chez l'enfant" /PIA 37/.

"*L'intelligence (et donc l'action de connaître) ne débute ainsi ni par la connaissance du moi, ni par celle des choses comme telles, mais par celle de leur interaction. C'est en s'orientant simultanément vers les deux pôles de cette interaction qu'elle organise le monde en s'organisant elle-même.*"

On ne peut plus dès lors séparer la connaissance de l'intelligence (ou de la cognition) qui la produit, et il nous faut entendre la connaissance par le processus qui la forme autant que comme le résultat de ce processus de formation. Elle n'est pas résultat statique, elle est processus actif produisant ce résultat, opérateur autant qu'opérande. L'observateur construit la réalité en même temps que le modèle qu'il s'en fait, et se construit lui-même en se le représentant.

La science constructive se propose ainsi de concevoir un réel construit par l'acte de connaître, au sein d'une interaction sensori-motrice, plutôt que donné par la perception objective du monde.

3) Science et abstraction

La seconde étape de la démarche scientifique est celle de l'abstraction, dont il est fait état à travers les termes de "symbolisme" et "image" chez Aristote, ou "concepts" chez Granger. Granger écrit d'ailleurs /GRA 93/ :

"*La science exige d'abord une réduction de ses objets d'étude à des schémas abstraits, théoriquement parfaitement substituables.*"

Ce second élément de caractérisation de la démarche scientifique semble faire l'unanimité. Jean-Pierre Changeux écrit également /CHA 92a/:

"*L'appareil de connaissance est un mécanisme d'abstraction ou de construction qui fabrique des types et des classes d'objets à partir d'un matériau sensible que le monde fournit en original. Le processus d'abstraction repose sur la construction d'objets mentaux, qui se définissent par leur cohérence interne, par un certain nombre de propriétés exclusives de toute autre, et par le fait que plusieurs individus au sein d'un groupe sont capables de le percevoir en commun.*"

Le processus d'abstraction consiste donc en la réduction de la réalité, ou du moins de son observation, à une structure minimale cohérente, et à sa mise en forme. La question de la pertinence de la structure retenue reste en suspens dans la définition ci-dessus. Sur ce point, de nouveau, les opinions divergent.

Dans le cadre positiviste, l'hypothèse déterministe, complémentaire de l'hypothèse ontologique et qui semble souvent indispensable à sa formulation, postule qu'il existe une forme de détermination interne propre à la réalité connaissable, détermination elle-même susceptible d'être connue. Sous sa forme la plus familière, le déterminisme est un causalisme, "longues chaînes de raisons toutes simples et faciles" écrivait Descartes dans "Le discours de la méthode", qui assurent que chaque effet de la réalité est produit par quelque cause. La croyance en l'hypothèse causaliste justifie la pertinence d'une représentation, dès lors qu'elle a fait la preuve de sa "vérité objective". La "vérité" des connaissances formulées par référence aux hypothèses gnoséologiques et aux principes méthodologiques associés est certifiée par "vérification empirique et déductive", à travers l'observation et l'expérimentation de la réalité essentielle. La justesse de la représentation s'impose alors avec "évidence".

En revanche, le constructivisme récuse ce dualisme si rassurant de l'objet et du sujet, de l'observé et de l'observateur, et le postulat implicite de la relative indépendance de l'un et de l'autre (ou au moins le sentiment de supériorité de l'observateur qui sait qu'il affecte peut-être, un peu seulement espère-t-il, l'observé en le modélisant). H. Von Foerster /VON 84/, le premier, porta une attention extrême au rôle du sujet observant dans la connaissance d'un réel observé. La méditation de l'objet par le sujet prend toujours la forme du projet. L'observateur accède à des représentations qui s'inscrivent dans le cadre d'une interaction avec le réel, et ces représentations de ce qu'il fait dépendent de plus de plus de son projet. Entre l'objectivité présumée du réalisme ou du positivisme et la subjectivité attribuée à l'idéalisme, le constructivisme propose une caractérisation intentionnelle de l'exercice de la raison, appelée projectivité.

Dès lors, **c'est par sa capacité à satisfaire les visées du projet que la représentation constructiviste apporte la preuve de sa pertinence**.

4) Science et formalisme

Le processus d'abstraction nécessite le **recours à un formalisme**.

Il repose sur la détermination d'un système symbolique, c'est-à-dire un ensemble de signes renvoyant soit à des vécus, soit à d'autres signes. Un système symbolique formel comporte des règles explicites permettant de distinguer ce qui, dans chaque signe élémentaire, est pertinent, c'est-à-dire suffisant et nécessaire pour signifier.

La représentation symbolique formelle, quelle que soit sa nature, comporte un ensemble fini de signes élémentaires. La construction et l'évolution d'un langage symbolique passe par l'apparition et le développement d'une syntaxe. Les symboles se combinent alors suivant des règles qui reflètent les interactions et les réactions propres des signes.

Un ensemble vaste et varié de symboliques coexistent. Le langage verbal en est un. Il est cependant peu prisé par les scientifiques. Son manque de rigueur en est sans doute la raison, ainsi que l'indique Connes /CHA 92a/ :

> "*Il me semble que les notions que chaque langue exprime dépendent de données mal définies, parce qu'influencées par la culture. Au contraire, les objets mathématiques ont une pureté beaucoup plus grande.*"

L'idée de pureté semble renvoyer à celle d'universalité, c'est-à-dire capacité à donner lieu à une interprétation non influencée par des éléments contextuels, tels que la culture. Ce seul fait justifie-t-il la mise à l'écart du langage en tant qu'outil de représentation scientifique symbolique? Rien ne le prouve.

Du reste, la notion de pureté de la représentation est fondamentalement positiviste. Elle exprime d'une part la reconnaissance du causalisme dans les phénomènes observés, d'autre part la stricte indépendance de ces chaînes causales par rapport à l'influence du sujet connaissant observateur. Bien que le constructivisme rejette ces hypothèses, il rejoint le positivisme quant à la nécessité d'une représentation formalisée, ainsi qu'en témoigne Le Moigne /LE M 95/, mais au moyen de symboles "impurs".

> "*Cette connaissance valuée de l'expérience du sujet cogitant doit enfin lui être accessible par la médiation artificielle de représentations construites par lui à l'aide de systèmes de symboles. Cette représentation construit la connaissance qu'ainsi elle constitue. On ne peut plus, dès lors, dire avec Korzybsky /KOR 80/ : "La carte (ou la représentation) n'est pas le territoire (ou un réel connaissable indépendant du sujet)", mais "la carte exprime la connaissance expérimentable du territoire par le sujet, qu'ainsi parfois elle transforme", ou pour faire bref, "si la carte n'est pas le territoire connaissable, le territoire connu devient la carte". Cette réponse phénoménologique du paradigme constructiviste au problème conceptuel que pose à toutes les épistémologies (du réalisme à l'idéalisme) la signification de la correspondance entre la connaissance et sa représentation va le conduire à privilégier le caractère "opérationnel" de la notion de représentation en même temps que le caractère expérimentable (ou phénoménologique) de la notion de connaissance. Le sujet connaissant ne représente pas des choses, mais des opérations (ou des interactions) et la connaissance qu'il en construit par des représentations est elle-même opératoire, active.*"

En outre, les scientifiques "purs" ne recourent pas exclusivement aux mathématiques comme outil symbolique de représentation scientifique. Par exemple, le langage chimique est fondé sur une symbolique usant d'éléments figuratifs de représentation. Les progrès de la synthèse d'images 3D leur permet d'ailleurs

aujourd'hui d'accéder à la figuration spatiale tridimensionnelle. Dès l'origine, la figure, le schéma ont soutenu la pensée scientifique. Einstein ne disait-il pas qu'il voyait d'abord sa solution en image? Si les mathématiques demeurent un outil indispensable, c'est par leur généricité dont résulte leur capacité à exprimer des lois. Elles contribuent à créer des modèles rationnels, qui forment un complément naturel à d'autres modèles - figuratif par exemple.

Ainsi la formalisation requiert la **détermination d'un système symbolique, et de sa syntaxe, aptes à représenter le caractère expérimentable de la connaissance**. Mais la formalisation ne constitue qu'un volet de l'approche scientifique

I-3 : CHEMINS DE TRAVERSE DE LA VOIE SCIENTIFIQUE

1) Préambule : les fausses idées concernant la science

Il existe une certaine **confusion à propos de concepts péri-scientifiques**. Outre les fondements incontournables, et indiscutés, de la démarche scientifique présentés précédemment, un certain nombre de concepts associés sont parfois intégrés à la science elle-même, sans que cette intégration n'obtienne l'adhésion de l'ensemble de la communauté scientifique. Des polémiques s'instaurent parfois.

La meilleure illustration concerne précisément le formalisme dont nous venons de parler. La croyance populaire associe généralement la science aux mathématiques. Or, si l'outil mathématique est universellement utilisé, il ne constitue pas l'unique formalisme de représentation de la réalité dont la science fasse usage.

Une citation de Bergson accumule en quelques mots un grand nombre d'arguments réfutables :

> "*La science mesure et calcule, en vue de prévoir et d'agir. Elle suppose d'abord, elle constate ensuite que l'univers est régi par des lois mathématiques*."

En premier lieu, la science ne fait pas que mesurer et calculer, puisqu'elle use de symboliques autres que mathématiques, souvent plus adéquates. Les paragraphes ci-dessous reprennent plus amplement les **autres arguments réfutables**.

2) Science et action

La science ne vise pas l'action.

Bien sûr, Descartes, dans le "Discours de la méthode", promet la science à :

> "*nous rendre comme maîtres et possesseurs de la nature*."

En 1637, l'idée d'une "utilité" de la science se dégage comme révélation d'un caractère nouveau et essentiel, face aux spéculations d'alors, incapables de toute application et même souvent de tout contrôle. Cette idée l'influence. Toutefois, dans cette nouvelle

conjoncture, il accorde malgré tout sa priorité à la connaissance désintéressée, à travers :

"*le dessein que j'avais de continuer à m'instruire*."

Les merveilles que Descartes attend de l'application des sciences au bonheur des hommes sont une conséquence de la recherche de la vérité, et de la satisfaction propre qu'elle procure (les applications en question ressortissent de la technique, sur laquelle nous reviendrons plus loin). Cette idée est également défendue par Gilles-Gaston Granger/GRA 93/ :

> "*En tous cas, le premier résultat visé est la satisfaction de comprendre, nullement d'agir*."

Donc la science positive étudie des objets en vue de décrire et d'expliquer, non directement d'agir.

Quant à l'hypothèse constructiviste, elle suppose que la relation scientifique ne peut s'établir que dans le cadre d'une interaction entre le sujet et l'objet. Par conséquent, l'établissement d'une connaissance est inséparable d'une certaine action exercée sur le réel en tant qu'objet de perception. Ainsi, **l'action n'est pas visée scientifique, mais partie intégrante du processus de construction de la connaissance**.

3) Science et prédiction

La science ne prévoit pas, ou du moins pas les événements réels, comme le montre ce paragraphe.

La science atteint, certes, un certain degré de prévision. Celui-ci figure d'ailleurs parmi les critères de validation, dernier trait essentiel d'une visée scientifique. Un savoir concernant l'expérience n'est scientifique que s'il est assorti d'indications sur la manière dont il a été obtenu, indications par ailleurs suffisantes pour que puissent en être reproduites les conditions. Mais le sens des concepts utilisés au niveau abstrait est déterminé par leurs rapports mutuels dans le système d'objets symboliques et d'opérations théoriques mis en place. Ainsi le contrôle d'un fait scientifique ne se réduit presque jamais à la simple observation d'un événement élémentaire. Au contraire, sa vérification dépend d'une interprétation réglée à l'intérieur d'une théorie explicite, la notion de théorie obéissant à la définition ci-dessous.

Définition : une **théorie** est un ensemble d'énoncés effectivement formulés ou potentiellement formulables.

Faut-il considérer que la prédiction de faits est une condition nécessaire et suffisante de validation d'une théorie? Une théorie qui ne prédirait rien ou prédirait apparemment au hasard, ne saurait être que suspecte. Mais Granger invite à manier cette notion avec prudence /GRA 93/ :

> *"Il ne faut pas négliger qu'une théorie scientifique ne traite pas directement de faits réels, mais bien de ce que je nommerai de faits virtuels, c'est-à-dire de faits schématiques, complètement déterminés dans le réseau de concepts de la théorie même, mais incomplètement déterminés en tant que réalisables, ici et maintenant, dans une expérience*."

Cette remarque met en exergue les approximations et erreurs liées à l'élaboration d'une théorie. En vertu de leur caractère inévitable, il faut tempérer les affirmations précédentes. La science prédit non pas la réalité, mais une approximation de la réalité. Ce n'est pas l'univers qui est régi par ses lois, mais son modèle dans le cadre d'une théorie déterminée.

Un autre sujet de remise en cause surgit d'ailleurs avec la notion d'incertitude. Tous les événements du monde physique sont-ils prévisibles, et reproductibles? Connes affirme /CHA 92a/ :

> "*Aucune théorie ne peut espérer prévoir un phénomène si celui-ci n'est pas reproductible*."

Le principe d'incertitude d'Heisenberg, selon lequel un indéterminisme fondamental se manifeste dès que l'on fait deux mesures successives de quantités observables qui ne commutent pas, conduit à des résultats expérimentaux non reproductibles en mécanique quantique. Poussant le raisonnement à ses limites, Connes écrit :

> "*Ce ne sont pas des phénomènes physiques, car ils ne sont pas reproductibles*."

Que pourraient-ils bien être, si ce n'est des phénomènes physiques? Ne serait-il pas plus sage de remettre en cause la prédictibilité, absolue ou statistique, de tout phénomène physique, et considérer que la notion de prévision doit être manipulée avec circonspection.

Quoi qu'il en soit, toutes ces interrogations s'effondrent dans une perspective constructiviste. L'hypothèse déterministe est alors levée. La réalité n'est plus un ensemble de phénomènes autonomes reliés dans un système réglé de causalités que la science vise à approcher. Elle se construit par la modélisation de l'expérience sensible et cognitive. La réalité connue est le modèle, mais le modèle n'est pas la réalité dans l'ultime perfection de son essence, dont il n'est même pas nécessaire de supposer l'existence. Il importe notamment d'**éviter toute identification abusive, telle que modèle = réalité**.

4) Science et méthode

Les définitions fondamentales de ce chapitre, au paragraphe **I-2**,1) font figurer les termes de "méthode propre", "méthode déterminée" dans la définition même de la science, impliquant une **sorte d'identification entre la science et sa méthode**.

Définition : une **méthode** est constituée d'un ensemble de démarches et procédés réglés.

L'attachement d'une méthode au concept même de science suppose l'existence d'un ensemble universel de procédés, largement indépendants de la nature des objets à connaître. La position spécifique à l'égard de ses objets n'entraîne nullement pour la pensée scientifique l'unicité d'une méthode, ainsi que le prouve l'état de l'art aujourd'hui. Descartes, voulant déterminer les règles de toute connaissance scientifique, intitule son ouvrage : "De la méthode". Il s'agit bien de règles, mais ce sont des règles de pensée. Le mot méthode ne prend pas ici sa dimension contemporaine. On peut donc affirmer qu'il y a bien des méthodes scientifiques, mais **un esprit et un seul type de visée scientifique**, décrit précédemment.

5) Science et techniques

Les deux vocables, si souvent associés**, peuvent-ils être confondus?**

Aristote, dans son "Ethique à Nicomaque", mettait en garde contre cette confusion :

> "*La science (Epistémé) se distinguera de la techné d'abord en ce que, plus exactement et plus complètement que l'art, elle doit pouvoir s'exprimer dans un langage et être communicable par l'enseignement*."

Ainsi, la différence profonde qui distinguerait la science de la technique serait qu'elle possède des vertus pédagogiques, démonstratives ou explicatives, outre son nécessaire désintéressement déjà signalé plus haut. Pourtant, les techniques ressortissent effectivement de véritables savoirs, transmissibles, enseignables, et du reste enseignés, qui répondent à une finalisation en termes d'action. Selon Gilles-Gaston Granger /GRA 93/ :

> "*Les techniques forment le passage des connaissances proprement scientifiques aux réalisations circonstanciées du travail effectif de production de choses et de direction de nos actions*."

Cette particularité finalisatrice de la technique ne pose problème qu'aux ardents défenseurs du positivisme, qui prône la non-action sur un réel constitué de faits objectifs, déterminé et déterminable par des lois nécessaires ou aléatoires. Dans la perspective constructiviste, puisque nous n'accédons aux connaissances que par les représentations que nous en construisons, les systèmes de symboles à l'aide desquels sont dessinés à dessein les artefacts qui désignent ces connaissances peuvent également être considérés comme des connaissances. Cette conception du caractère artificiel des représentations de la connaissance et de leur construction conduit à tenir pour également connaissable notre expérience des objets naturels et des objets artificiels. Dès lors, il n'est plus légitime de restreindre à la connaissance des seuls phénomènes naturels le champ des disciplines scientifiques. Les "nouvelles sciences", les "techno-sciences", les "techniques", que la classification positiviste ne parvenait

pas à intégrer et qu'elle refoulait dans la catégorie ancillaire des applications ou des disciplines technologiques, peuvent s'assurer de la légitimité épistémologique des connaissances qu'elles développent en la référant aux hypothèses fondatrices du paradigme constructiviste : elles produisent des connaissances "faisables", dès lors qu'on les entend par leur projet. Comme l'indique Le Moigne /LE M 95/ :

> *"Ce mode de connaissance "projective" ne peut-il être considéré avec autant de soin que le mode de connaissance "objective" auquel nous avaient accoutumés les disciplines positives? Rien ne nous contraint à définir une connaissance ou une discipline scientifique exclusivement par son "objet" (tenu pour indépendant du système observant) : nous pouvons aussi la définir par son "projet", en entendant ce caractère téléologique de la connaissance dans son intelligible complexité : le projet cognitif du sujet connaissant affectant le projet fonctionnel qu'il attribue potentiellement au phénomène modélisé."*

La conception des disciplines scientifiques par leur projet plutôt que par leur objet redonne en outre un statut épistémologique aux "sciences de la conception", qui se donnent pour projet l'étude des processus de conception, par lesquels le système cognitif, travaillant sur lui-même, produit une connaissance spécifique à partir de son seul projet (processus observable dans toute les situations de conception de programmes -au sens défini dans le chapitre préliminaire). Les sciences du génie, aujourd'hui appelées ingénierie, y retrouvent la noblesse que leur refusent les épistémologies positivistes et réalistes qui les tiennent pour des "sciences physiques pour l'ingénieur", faisant ainsi de l'ingénieur un applicateur de connaissances physiques plutôt qu'un concepteur de projets constructibles. Du même coup, un travail consacré à l'ingénierie du document, dans le cadre des sciences de l'information et de la communication, acquiert d'emblée une légitimité scientifique, bénéfice inestimable pour le reste de la démarche présentée ici.

Par conséquent, **sous l'égide de la pensée constructiviste, les techniques participent de la science**, et toute contribution à l'élaboration de méthodes d'ingénierie augmente la connaissance scientifique projective.

I-4 : SCIENCES EXPERIMENTALES, SCIENCES DE L'EMPIRIE

1) Préambule : sciences expérimentales contre sciences pures

Aujourd'hui, les **études fondées sur l'observation tendent à être dédaignées par la science**, en vertu des problèmes spécifiques posés par les contraintes de l'observation.

Pourtant, les différentes étapes du cheminement permettant d'accéder à la connaissance scientifique, telles que précédemment décrites, sont les suivantes :

- observation de la réalité,

- abstraction, c'est-à-dire réduction de la réalité à une structure minimale cohérente, référençant des concepts,

- formalisation, ou encore description des phénomènes étudiés à l'aide d'un système symbolique approprié et de sa syntaxe,

- validation.

L'histoire de la science s'est unie de plus en plus étroitement avec celle des mathématiques. Du reste, les mathématiques ont été les premières connaissances à accéder au statut de science dans l'histoire de la recherche, privilège sans doute lié à la nature même de cette discipline. Toutefois, la préséance acquise par les mathématiques conduit aujourd'hui à une dérive néfaste à l'unité de la pensée scientifique. En effet, les mathématiques ont atteint désormais un niveau d'abstraction tel qu'elles se sont dégagées de l'observation des phénomènes concrets. Elles s'auto-génèrent à travers des constructions développées par la seule force de la pensée. Elles ont ainsi conquis leur indépendance par rapport à la "matière". Cette liberté chèrement acquise les a promues au rang de "sciences pures". Les autres disciplines encore empêtrées de dépendance par rapport à la nature sont devenues alors "sciences expérimentales" ou "sciences de l'empirie". Pour autant, elles n'en sont pas moins des sciences que les autres. Elles obéissent simplement à des **contraintes méthodologiques spécifiques** sur lesquelles ce paragraphe va s'attarder.

2) Réalité observable et abstraction

A l'origine de l'observation se trouve toujours la sensation articulée dans une interaction entre observateur et observé, contact non réglementé de l'individu avec la réalité qu'il perçoit.

Lors de la phase d'abstraction, la réduction des phénomènes perçus à des objets d'étude induit une simplification drastique du qualitatif sensible. L'objet scientifique ne peut pas conserver la richesse de la réalité : une part importante des propriétés sensibles propres aux phénomènes réels doit être négligée, au profit d'une structure minimale cohérente dans l'environnement d'une théorie donnée, orientée par son projet. Les objets symboliques des sciences empiriques sont donc des abstractions, mais des abstractions susceptibles d'être reliées selon des procédures réglées à des constats de nos sens.

La science n'existe que détachée de la réalité, mais construisant des représentations symboliques des connaissances qu'elle déduit de l'expérience sensori-motrice interactive.

3) Théorie scientifique et confrontation avec la réalité

A partir d'un corpus de concepts, **le formalisme scientifique bâtit une théorie**.

La connaissance scientifique de ce qui relève de l'expérience consiste toujours à construire des schémas, ou modèles abstraits de cette expérience, et à exploiter, au

moyen d'outils formels tels que la logique et les mathématiques, les relations entre les éléments abstraits de ces modèles, de façon à en déduire des propriétés correspondant avec suffisamment de précision à des propriétés empiriques directement observables. Les énoncés qui s'en déduisent sont proposés comme des vérités perceptibles, bien définies dans le référentiel d'une théorie donnée. Bien entendu, toute théorie est évolutive et révisable.

Toutefois, les énoncés, même précaires et condamnés à terme (eu égard par exemple à l'amélioration des procédures d'observation et de mesures), exigent néanmoins validation : **la théorie doit donner prise à un contrôle**, ou risquer d'être réfutée par l'expérience.

4) Procédure de vérification

Toutefois, **la procédure de validation n'est pas triviale**.

Puisque les concepts sont des objets virtuels, simplifiés par rapport à la réalité perceptible, les lois qu'ils servent à bâtir sont aussi des schémas de faits virtuels. La réfutation de l'hypothèse déterministe a, du reste, rejeté le principe de la soumission absolue des phénomènes réels à des lois nécessaires et nécessairement connaissables. En conséquence, il est impossible d'obtenir une exacte coïncidence entre les résultats théoriques induits par le calcul formel et les phénomènes observés dans la réalité. Tout au plus peut-on espérer minimiser les écarts, afin d'obtenir une approximation satisfaisante de la réalité observable.

Ainsi, la validation consiste pratiquement à adjoindre à la théorie proposée une seconde théorie de la procédure de vérification, qui fournira entre autres des **indications sur la qualité de l'approximation** que l'on peut légitimement espérer des prédictions théoriques.

I-5 : SCIENCE DES FAITS HUMAINS

1) Préambule : sciences dures contre sciences molles

L'étude des faits humains peut-elle revendiquer le statut de science?

Tandis que les défenseurs positivistes des sciences pures dédaignent les expérimentateurs des sciences de l'empirie pour la raison qu'ils ont "les mains dans le cambouis", ces mêmes expérimentateurs, aussi positivistes que les premiers, tout occupés qu'ils sont à observer les lois physiques déterminant la Réalité (lois dont ils ont implicitement supposé l'existence), regardent avec condescendance ceux qui s'attachent à étudier les faits humains, en leur refusant presque le titre de scientifiques.

C'est ainsi que s'est déclenchée la bataille des sciences "dures" (celles de la nature, du concret, de la machine), contre les sciences dites "molles". Pourtant, un

champ de connaissances se rapportant à l'homme, obtenues conformément à la visée scientifique, à savoir :

- observation
- abstraction
- formalisation
- validation

ne saurait être déclassé des sciences.

Dans l'étude de l'humain existent des **aléas spécifiques** qui posent problème aux défenseurs positifs de la rigueur scientifique.

2) Subjectivité et non reproductibilité

Le constat de base, que l'on peut admettre comme un postulat, est qu'**aucune situation humaine n'est reproductible à l'identique**.

En vertu du critère de Connes, /CHA 92a/ , selon lequel :

> "*Aucune théorie ne peut espérer prévoir un phénomène si celui-ci n'est pas reproductible*."

l'humain échapperait à la visée scientifique, comme en témoigne Gilles Le Cardinal dans son introduction /LE C 89/ :

> "*La subjectivité et la non-reproductibilité règnent en maîtres et anéantissent à l'avance toutes les approches rigoureuses*."

Pourtant il ajoute aussitôt :

> "*On peut au contraire penser qu'une méthode scientifique peut s'appliquer à l'homme en interaction ... car des invariants, des mécanismes, des structures, peuvent être mis au jour, vérifiés, reproduits et même artificiellement simulés*."

En vertu de ce principe, la réaction de chacun d'entre nous face à une situation donnée, dans un contexte et des circonstances donnés, est imprévisible, unique, personnelle. Il n'en demeure pas moins que le processus ayant conduit à ce résultat est universel et s'appuie sur des mécanismes fondamentaux que nous partageons tous. De façon similaire, un processus identique de fécondation, gestation, accouchement donne naissance à un individu chaque fois différent. En généralisant, la réponse fournie par un "processus humain" est unique, car elle fait intervenir un grand nombre de variables dont les valeurs sont individuelles. Ces variables sont de plus interdépendantes au sein d'un système complexe. Pourtant, le processus reste le même. L'argument fondateur consiste à considérer l'organisation des connaissances en les articulant selon qu'elles privilégient le sillage (le résultat) ou le mouvement (le processus) par lequel on y accède. La science des faits humains est une science du mouvement, contrairement aux sciences physiques qui s'attachent au sillage.

Si les faits humains se prêtent à une description scientifique, c'est que **les processus associés sont invariants**.

3) Révolte de l'objet d'étude contre son savant

L'abstraction nécessite la réduction, la simplification du réel comme cela a été souligné plus haut. **L'humain résiste au dépouillement nécessaire**.

L'obstacle fondamental est évidemment dans la nature des phénomènes de comportement humain qui portent une charge de significations s'opposant à leur transformation en simples objets, c'est-à-dire en schémas abstraits, logiquement et/ou mathématiquement manipulables. La difficulté se trouve tout autant dans le cerveau du scientifique qui opère que dans l'objet lui-même : l'observateur et l'observé sont ici un et un seul. L'indépendance chère aux positivistes s'avère en ce cas strictement impossible. En effet, comment abandonner les prérogatives de liberté, d'imprévisibilité, de personnalité, d'expression du libre arbitre que nous percevons comme fondements de l'être humain dans un schéma réducteur visant à la formalisation abstraite? Comment contenir une violente réaction affective, face à cette troncature peut-être nécessaire, mais perçue comme une amputation infamante?

Nous acceptons volontiers la réduction du réel, indispensable au dégagement d'une structure minimale cohérente lorsqu'elle ampute d'autres objets que nous-mêmes, et que nous ne sommes pas directement concernés. Aussi faut-il admettre que la véritable question est **non pas de réduire la réalité humaine, mais de la représenter**, fût-ce partiellement, dans un système fini de concepts.

4) Décrire, expliquer

L'expérience permet de **discriminer plusieurs niveaux de la connaissance scientifique**.

La connaissance scientifique s'élabore en deux phases distinctes, séparées l'une de l'autre dans le temps : description, puis explication. L'expérience de Jean-Pierre Changeux /CHA 92a/ permet de fonder le principe de cette décomposition.

> *"Les mathématiques nous aident à construire des modèles théoriques. Ceux-ci s'élaborent à partir des données de l'expérience, de l'observation, comme en physique. Le modèle permet de décrire le phénomène, de le reconstruire à partir de données élémentaires. C'est une manière de coder l'information, et surtout de la reconstituer.*
>
> *Toutefois, le modèle décrit une fonction. Il permet de cerner un comportement, mais pas d'expliquer le phénomène. L'explication va de pair avec l'identification de la structure biologique qui, sous-jacente à la fonction, la détermine.*
>
> *Un des exemples les plus connus est le suivant. Mendel, en étudiant la transmission héréditaire de la couleur des fleurs chez les pois, montre*

que celle-ci suit des lois qui se formulent par une équation mathématique d'une extrême simplicité. Les lois de Mendel ont permis d'inférer l'existence de déterminants stables et transmissibles par l'hérédité, mais n'ont certes pas permis de prévoir que c'étaient les chromosomes, et encore moins l'ADN qui étaient les supports matériels de cette hérédité.

La mise en relation structure/fonction est, comme nous l'enseigne Claude Bernard, la voie royale de la découverte, et pas seulement la description d'un processus par une équation mathématique."

Toutefois, ce schéma directeur n'est acceptable que dans le cadre positiviste. En effet, c'est la croyance en l'hypothèse causaliste qui assure que chaque effet de la réalité est produit par quelque cause. Elle permet donc non seulement de décrire, mais aussi d'expliquer de façon unique et permanente la réalité dont on postule l'existence. Cette croyance a constitué une incitation si féconde au développement de la connaissance scientifique depuis quatre siècles, que l'on a pu considérer durablement cette hypothèse comme la condition sine qua non de la science : la recherche des lois causales qui gouvernent la réalité. Quelles qu'en soient les formulations, les épistémologies positivistes et réalistes se caractérisent par un critère universel de légitimation des connaissances enseignables : celui de leur "vérité objective". Elles doivent exprimer en vérité et "expliquer" universellement en raison, les perceptions de la réalité certifiées par l'observation et l'expérimentation.

Les approches constructivistes, en revanche, défendent une interprétation de la connaissance qui privilégie la représentation sur la légitimation. Paul Valéry l'indiquait déjà dans ses "Cahiers" /VAL 79/ :

"*On a toujours cherché des explications quand c'étaient des représentations qu'on pouvait seulement essayer d'inventer*". ..."*Entre l'être et le connaître, le faire*."

Ceci se justifie en réintroduisant explicitement dans le discours scientifique, et donc dans la présentation de la connaissance, le concept de téléologie : comprendre (au lieu d'expliquer) le comportement d'un système, naturel ou artificiel, animé ou inanimé, en l'interprétant en référence à ses finalités, et plus généralement à sa capacité à se finaliser au fil du temps. Connaître en termes de fins plausibles constitue un mode de connaissance au moins aussi bien raisonné que le connaître en termes de cause probable, surtout lorsque rien ne nous assure que le phénomène considéré a une cause certaine (K. Popper /POP 84/ ne nous invitait-il pas à plaider pour l'indéterminisme?).

Il en résulte que, dans le domaine des faits humains, **on fait progresser la connaissance en améliorant la description des phénomènes**. L'explication instrumentée, confortée par l'expérimentation, n'a de chances d'apparaître que dans le cadre d'une approche pluridisciplinaire intégrant biologie et physiologie, à la condition que la détermination causaliste dont les positivistes présupposent l'existence s'avère effective.

5) Schèmes d'explication

L'hypothèse réductrice de la réalité des faits observés est justifiée si elle contribue à **mettre au jour des mécanismes fondamentaux invariants**.

Toutefois, cette mise au jour semble dépendre assez fortement du genre d'explication recherché. A titre d'exemple, le sociologue philosophe J. M. Berthelot a récemment recensé la multiplicité de ces "types d'intelligibilité" /BER 90/, que l'on peut appliquer aussi bien à toutes les sciences humaines. Il s'agit alors de schèmes d'explication qui peuvent naturellement se combiner et interférer dans une même représentation.

1 - Le schème causal. On suppose une dépendance du phénomène A envers le phénomène B, telle que leurs variations soient concomitantes, et que l'on ne puisse avoir B sans A.

2 - Le schème fonctionnel, où fonctionnel renvoie au fonctionnement d'un organisme, voire d'une machine. Les conditions de fonctionnement contribuent à maintenir l'état et le régime de marche d'un système. L'analyse s'attache alors aux rapports du tout et des parties, décrit des conditions de stabilité, et décèle des éléments stratégiques permettant de modifier ces équilibres.

3 - Le schème structural. L'exemple le plus net en est donné, en linguistique, par la construction de systèmes d'opposition et de corrélations entre les représentants abstraits et idéaux des sons d'une langue, les phonèmes. De tels systèmes sont en principe finis et fermés, les rapports de leurs éléments ne sont pas des codéterminations causales.

4 - Le schème herméneutique, dont le prototype est emprunté cette fois à la linguistique saussurienne, mais qui apparaissait dans les formes les plus primitives de l'explication des phénomènes aussi bien naturels qu'humains. Il postule qu'aux apparences correspondraient des réalités plus profondes constituant leur sens. Dans la pensée moderne des faits humains, ce schème consiste plus sobrement à supposer que les faits signifient, et que la science aurait à expliciter ces significations.

5 - Le schème actanciel. Le phénomène à expliquer est pensé comme résultat du comportement d'acteurs individuels ou collectifs, considérés comme ayant des intentions et se soumettant à des règles.

6 - Le schème dialectique enfin, qui propose comme explication la résolution effective de contradictions internes décelées dans la réalité humaine individuelle ou collective. Une telle "explication" s'est bien souvent réduite à constater après coup un résultat de conflits.

Cette analyse montre que l'approche ne consiste pas ici à percevoir, presque de manière intuitive, de grands invariants naturels que l'on cherche ensuite à formaliser, mais bien plutôt à sélectionner a priori un type de schème d'explication qui induit, ipso facto, la forme d'invariant qui va être révélée. De plus, aucun soin particulier n'est accordé aux modalités de description des phénomènes étudiés, puisque l'objectif est

d'emblée orienté vers l'explication, dont on sait pourtant qu'elle n'est pas atteignable directement.

Un des problèmes majeurs qui apparaît est l'**absence de justification réelle concernant le choix d'un formalisme adapté** à l'élaboration d'une théorie conceptuelle rigoureuse.

6) Méthodologie liée à une détermination épistémologique constructiviste

L'adoption d'une position épistémologique induit le choix d'une méthode d'élaboration des connaissances.

Les épistémologies positivistes adoptent le principe de la modélisation analytique ou principe réductionniste. Descartes le consigne dans le second principe du "Discours de la méthode" :

> "*Le second, de diviser chacune des difficultés que j'examinerais en autant de parcelles qu'il se pourrait et qu'il serait requis pour les mieux résoudre*."

Il faut admettre pour ce faire que le réel est décomposable et réductible.

A l'opposé, le constructivisme est fondé sur le précepte interactionniste selon lequel le tout est plus que la somme des parties. Il contribue à adopter un mode de connaissance qui l'incitera à toujours agencer en système, plutôt qu'à analyser en parcelles, les descriptions des phénomènes que perçoit l'expérience sensible et cognitive. On rencontre ainsi dans cette méthodologie les modalités de la modélisation systémique. Celle-ci incite à exploiter toutes les ressources de l'intelligence, et surtout cette étonnante faculté de l'esprit humain qui est de relier et de conjoindre plutôt que de séparer et de disjoindre.

Ordonnée par le projet, ou l'intention du modélisateur, la modélisation systémique s'attache à décrire une action dans son contexte, en l'entendant dans son irréductible complexité. Modélisation exprimant cette méditation de l'objet par le sujet qui prend toujours la forme du projet, elle se veut à la fois téléologique ou projective (quel projet?) et phénoménologique (quelles actions ou fonctions?). Elle diffère fondamentalement de la modélisation analytique, que les épistémologies cartésiano-positivistes ont à la fois théorisée et imposée depuis trois siècles, en ceci qu'elle assume explicitement le rôle du modélisateur et de ses projets, et qu'elle privilégie toujours la modélisation de l'"acte" sur celle de la "chose". Au lieu de partir de la question "de quoi c'est fait?" en cherchant à y répondre par une énumération exhaustive formant le modèle, elle part de la question "qu'est-ce que ça fait, pourquoi, pour quoi?" en maintenant toujours le modèle ouvert.

Face à l'impossibilité de l'exhaustivité, le précepte d'agrégativité enseigne qu'il faut agréger pour comprendre, en admettant toujours d'éventuelles agrégations ultérieures. L'identification de quelques fonctions (fonctionnements et finalités) ne

prétend jamais à l'exhaustivité. Questions génératrices de sens ou d'intelligibilité, pour le modélisateur au moins, elles n'épuisent pas les sens possibles qu'il pourra peut-être reconnaître au phénomène modélisé, qu'il soit naturel ou artificiel, tangible ou intangible, observable ou concevable. "Complexité essentielle" dira Paul Valéry, qui est celle de l'acte modélisateur et des modèles qu'il produit. Complexité du regard, ou du projet qui exprime "l'interaction du sujet et de l'objet (Jean Piaget)", plutôt que complexité attribuée à l'objet. Complexité de la méthode, ou plutôt "méthode de complexité (Edgar Morin /MOR 90/)", qui devient organisation de significations possibles.

Ainsi, il apparaît que **le choix d'une position épistémologique constructiviste oriente les recherches vers une modélisation systémique des phénomènes observés,** ce qui correspond au schème fonctionnel dans la liste proposée au paragraphe précédent. Le reste du chapitre sera consacré au développement de cette perspective méthodologique.

I-6 : BILAN

Les fondements nécessaires à l'ancrage scientifique de l'étude des faits humains ont été explorés dans cette partie.

Les différentes étapes du parcours ouvrant à une connaissance scientifique des phénomènes naturels sont les suivantes :

- observation de la réalité perceptible,
- détachement de cette réalité par l'abstraction, c'est-à-dire réduction de la réalité sensible à des concepts pertinents permettant de dégager une structure minimale cohérente,
- formalisation, à l'aide d'un système symbolique approprié et de sa syntaxe,
- validation.

Concernant la connaissance des faits humains proprement dits, le contexte propre aux sciences humaines impose l'adoption d'une position épistémologique constructiviste. Celle-ci propose un abandon des préceptes cartésiens, au profit de préceptes plus systémiques. Ceci justifie le recours à l'approche système pour l'étude des faits humains, tout en garantissant la validité épistémologique des connaissances ainsi élaborées.

D'une manière très générale, le progrès scientifique dans ce domaine se marque par une extension du champ de connaissance, une précision accrue, une compréhension meilleure de la part du sujet connaissant orienté par son projet. L'accroissement de la précision dans la description et la représentation des

phénomènes peut être due à un perfectionnement des méthodologies ou des instruments d'évaluation, mais aussi à une amélioration des outils théoriques proposés pour décrire et/ou formaliser.

La recherche doit viser la description des invariants repérés dans le champ du phénomène observé, dans le cadre d'une théorie exprimant les caractéristiques du processus correspondant.

Avant de mettre en place une approche système adaptée aux sciences de l'information et de la communication dans le cadre d'un projet d'ingénierie du document, il convient de circonscrire avec précision les concepts d'information et de communication.

I - DETERMINATION D'UN ANCRAGE SCIENTIFIQUE POUR L'ETUDE DES FAITS HUMAINS 81

II - ANALYSE CRITIQUE DU CONCEPT D'INFORMATION

II-1 : INTRODUCTION 103
II-2 : THEORIE DE L'INFORMATION DE SHANNON /SHA 49/.....105
II-3 : THEORIE ALGORITHMIQUE DE L'INFORMATION DE KOLMOGOROV 108
II-4 : AMPLIATION DE DELAHAYE.....109
II-5 : CONFUSIONS CONCEPTUELLES DANS LES THEORIES DITES DE L'INFORMATION 112
II-6 : DETERMINATION D'UN VOCABULAIRE OPERANT.....114
II-7 : BILAN 117

III - CADRAGE METHODOLOGIQUE DE LA RECHERCHE 119

IV - DEMARCHES, PROCEDES ET OBJECTIFS DE LA RECHERCHE 135

II-1 : INTRODUCTION

Cette étude concerne le fait communicationnel humain. L'objet en est donc l'individu en tant que lieu d'échange avec son environnement. La frontière est ainsi strictement délimitée : les processus internes à l'individu se déclenchant sous l'effet de sollicitations externes.

Le moteur de cet échange permanent avec l'environnement est "l'information", concept ambigu et protéïforme véhiculant de nombreuses inexactitudes.

L'information est au coeur des préoccupations scientifiques depuis maintenant une cinquantaine d'années. L'importance qui lui est accordée dans nos sociétés ne fait que croître, en même temps que la versatilité du concept et le manque de rigueur de sa définition. Depuis les textes des précurseurs jusqu'aux plus récents, tous s'accordent sur ce point. Ainsi Jean-Louis Le Moigne /LE M 73/ :

> *"L'information! Est-il un mot plus familier, plus intuitif? En est-il même de plus international? N'est-il pas au centre de toute conversation de management? Au coeur de cette activité de responsable qu'est la Décision, n'est-il pas cet immédiat répondant : l'Information? N'est-elle pas à la source de cette mutation que les*

sociétés humaines sont en train de vivre -non sans émoi- sous le nom de révolution informatique? Et pourtant est-il mot plus difficile, plus multiple, plus ambigu?"

ou encore Jean-Paul Delahaye /DEL 94/ :

"Le mot information est employé dans des phrases et des contextes très variés. Par exemple, on dit : "les informations contenues dans ce livre, l'information dont il dispose sur le problème, les informations codées dans le génome, le peu d'informations qu'a apporté son long discours". On sent bien que derrière ce mot se cache quelque chose de complexe, quelque chose de variable peut-être, quelque chose en tout cas qui mérite qu'on y réfléchisse. On est donc amené à se poser la question : peut-on faire une théorie scientifique générale de l'information? Et si oui, comment s'y prendre?

Il n'est pas facile de répondre sérieusement, et il est très facile de répondre mal, car certaines théories mathématiques ou physiques utilisent déjà le mot information, énoncent des théorèmes, et donnent l'illusion que le problème est résolu et que donc on peut parler mathématiquement de l'information."

L'absence de rigueur scientifique dans la caractérisation du concept est absolue. On la perçoit clairement en observant les définitions du dictionnaire :

- action d'informer, de donner des renseignements, ACTION,
- nouvelle, renseignement que l'on communique sur quelqu'un ou sur quelque chose, ETAT,
- ensemble des connaissances acquises sur quelqu'un ou sur quelque chose, ENSEMBLE D'ETATS,
- contenu proprement dit des messages transmis, CONTENU,
- signal par lequel un système transmet une connaissance, CONTENANT.

On ne trouve malheureusement pas davantage de rigueur dans l'index Sciences de la définition de ce même terme /référence Petit Robert/ :

- élément ou système pouvant être transmis par un signal ou une combinaison de signaux,
- ce qui est transmis, objet de connaissance ou de mémoire.

Notons au passage l'apparition fréquente du mot "système" dans les définitions les plus scientifiques de l'information.

La perspective de ce travail est celle d'une approche scientifique de l'information. En ce sens ne seront pris en considération que les travaux consacrés à :

- la modélisation des processus informationnels,

- l'étude des lois opérationnelles présidant au fonctionnement de ces processus,
- les propositions de représentations abstraites, plus ou moins formalisées, plus ou moins quantifiées, attachées aux phénomènes correspondants.

Le principe d'une étude subordonnée à un domaine d'application spécifique ou à une catégorie de pratiques déterminées sera exclus. Cette partie s'attachera à figer un ensemble de termes, et leurs définitions respectives, dans le but de clarifier le vocabulaire utilisé par la suite.

II-2 : THEORIE DE L'INFORMATION DE SHANNON /SHA 49/

1) Préambule : historique

Les travaux des pionniers concernant la "théorie de l'information" connurent des fortunes assez diverses. L'oeuvre de C.E. Shannon trouva sans doute presque immédiatement ses applications dans le domaine des télécommunications : elle arrivait à son heure, après les travaux d'autres ingénieurs des transmissions de Bell Telephone Laboratories en particulier. Ces travaux **constituent, encore aujourd'hui, l'essentiel des résultats unanimement reconnus comme scientifiques** (au sens cartésien du terme) **relatifs à une théorie de l'information**.

2) Prémices de cette théorie

Le **point de départ peut être présenté en des termes quasi naïfs**. Plus un événement paraît improbable, incertain, plus une information concernant la réalisation de cet événement aura de poids : la quantité d'information d'un message est dépendante de l'improbabilité de l'événement dont le message nous informe.

Partant de cette observation, la théorie de la communication établit dans une forme biunivoque la relation entre la quantité d'information I et la probabilité d'apparition d'un message, ou plus exactement, le nombre d'états N qu'était susceptible de prendre le message attendu.

Cette relation est de la forme : $I = K \cdot \log N$, K étant une constante.

$p = \frac{1}{N}$ étant la probabilité d'apparition d'un des N états possibles, en tenant ces N états pour équiprobables, la relation ci-dessus s'écrit aussi :

$$I = K \cdot \log \frac{1}{p} = -K \cdot \log p$$

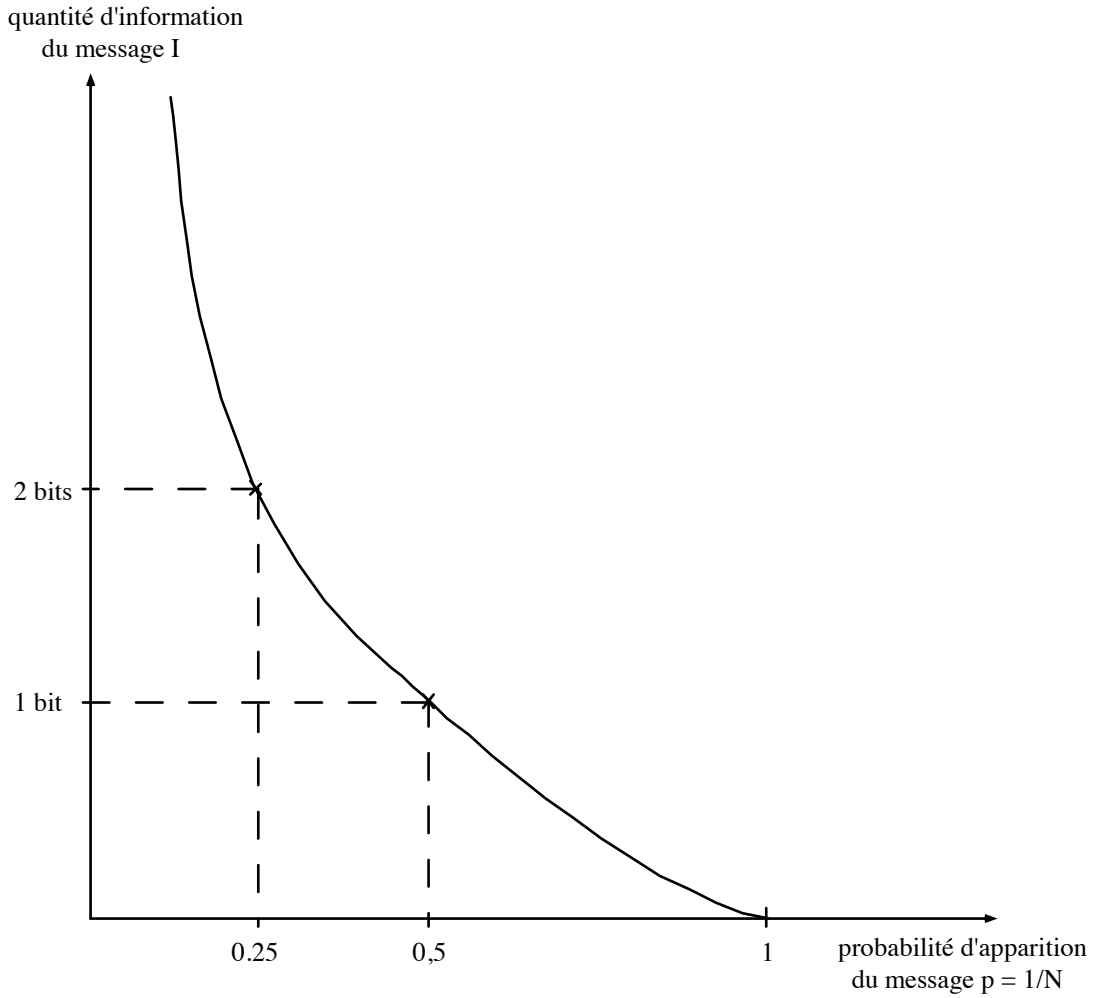


Figure I-1 : *Relation entre la quantité d'information d'un message et la probabilité d'apparition de ce message.*

Cette courbe représente la **relation entre la quantité d'information et la probabilité d'apparition d'un message**.

3) Généralisation de Shannon

La définition précédente de la mesure d'une quantité d'information passe par l'**hypothèse restrictive de l'équiprobabilité des états possibles**. C'est précisément une des contributions de C.E. Shannon que d'avoir proposé sa généralisation. Les états possibles n'ont plus la même probabilité d'apparition, puis, par passage à la limite, la distribution des probabilités prend une forme continue. Il identifie, ce faisant, une quantité d'information à une quantité d'entropie.

On dispose ainsi d'une mesure de l'information d'un message pondérée par les probabilités d'apparition de ce message qui prend la forme très générale :

$$I = -\sum_{i=1}^{n} p_i \cdot \log p_i \quad \text{avec} \quad \sum_{i=1}^{n} p_i = 1$$

p_i étant la probabilité d'apparition d'un des n états : $N_1, N_2, ..., N_i, ..., N_n$.

Cette mesure, dans sa généralité, a cependant des limites qui tiennent surtout à la notion de probabilité. Ces états sont probables ou improbables pour qui? Pour un récepteur objectif, statistique... ou pour un responsable qui considère souvent une probabilité au travers d'un jugement légitimement subjectif? Le manager utilisant cette notion passera souvent à la limite. S'il le fait consciemment, il aura raison.

En effet, il convient de toujours garder en tête que **la distribution des probabilités prend une forme continue par passage à la limite**.

4) Information et entropie

La théorie des systèmes a accordé **beaucoup d'importance à la notion d'entropie**, ou encore mesure de l'incertitude, du désordre, de la variété. On peut résumer succinctement la mise en évidence de l'équivalence néguentropique de l'information.

Soit une situation initiale, sur laquelle nous ne savons rien ($I_0 = 0$) et caractérisée par N situations a priori également probables. Une information I_1 ($I_1 > 0$) permet de réduire de N_0 à N_1 ($N_1 < N_0$) le nombre d'alternatives également probables.

L'évolution de l'entropie physique de ce système se mesure par :

$$S_0 - S_1 = k \cdot \log N_0 - k \cdot \log N_1, \quad \text{avec : } S_0 > S_1$$

Or, on a vu que l'information sur une situation se mesure par :

$$I = k \cdot \log N$$

avec un choix adéquat des unités. Donc :

$$S_0 - S_1 = I_0 - I_1$$

Et puisque $I_0 = 0$,

$$I_1 = -(S_0 - S_1)$$

Si l'on définit la néguentropie comme le négatif de l'entropie physique, on a bien la **quantité d'information fournie au système égale à l'augmentation correspondante de néguentropie du système**.

II-3 : THEORIE ALGORITHMIQUE DE L'INFORMATION DE KOLMOGOROV

1) Préambule : une autre théorie

Depuis quelques temps, **une autre théorie de l'information**, dite "théorie algorithmique de l'information" ou "théorie de l'information de Kolmogorov", /KOL 65/, /LI 93/, est apparue. On la présente parfois comme un **substitut à la théorie de Shannon**.

2) Présentation succincte

L'idée de départ consiste à **définir la complexité d'un objet par la taille du plus petit programme capable de l'engendrer** /CHA 77/.

Quand il fut établi par Turing /TUR 36/ que certains mécanismes avaient un pouvoir de calcul maximum, c'est-à-dire dès que la notion de machine universelle fut disponible, l'idée de l'utiliser comme outil de mesure universel de complexité devint naturelle. Elle fut ainsi découverte en même temps par Minsky /MIN 62/, Chaitin /CHA 66/ et Kolmogorov /KOL 65/, alors que c'est à Solomonoff /SOL 64/ que nous devons la première formulation technique mentionnant la **notion de machine de Turing universelle**.

3) Première théorie algorithmique de l'information

La notion de complexité de Kolmogorov se définit à l'aide de la **notion de contenu en information des objets finis** (pour nous des suites de 0 et de 1), elle-même formulée à l'aide de la notion de machine de Turing universelle.

Une machine de Turing universelle est une machine de Turing capable de simuler toutes les machines de Turing. Le contenu en information de la suite finie *s*, ou complexité algorithmique de Kolmogorov de *s*, noté K(*s*), est par définition la taille du plus petit programme (pour une machine de Turing universelle) capable de produire *s*.

On montre que cette notion est indépendante, à une constante additive près, de la machine de Turing universelle utilisée dans la définition. Autrement dit, si $K_U(s)$ désigne la complexité algorithmique de *s* obtenue en utilisant la machine de Turing universelle U, et $K_V(s)$ celle obtenue avec V, il existe une constante C_{UV}, ne dépendant que de U et V, telle que pour toute suite finie *s :*

$$K_U(s) - K_V(s) < C_{UV}$$

On appelle ce résultat théorème d'invariance.

On montre immédiatement qu'il existe une constante C' telle que, pour toute suite finie *s :*

$$K(s) < \text{longueur}(s) + C'$$

L'idée de la démonstration de ce résultat est très simple : pour toute suite *s*, il y a un programme produisant *s* dont le sens est simplement "imprimer *s*", et donc qui a pour longueur la longueur de *s* plus ce qu'il faut pour exprimer l'algorithme de copie, qui a une longueur C'.

Cette relation définit la **taille du plus petit programme capable de produire une suite finie**.

4) Seconde théorie algorithmique de l'information

Cette expression initiale de la théorie de l'information de Kolmogorov a nécessité des **corrections en fonction de l'expression de la fin du programme**.

En effet, la définition ci-dessus n'est possible que si la fin d'un programme n'a pas besoin d'être indiquée dans le programme lui-même. La fin du programme est atteinte quand tous les digits du programme ont été lus. La deuxième théorie de la complexité algorithmique exigera que la fin des programmes soit précisée dans les programmes eux-mêmes : on parlera alors de programmes auto-délimités. C'est le cas pour pratiquement tous les langages de programmation informatique actuels.

Les conséquences de cette exigence sont :

- qu'aucun programme ne peut être prolongé en un autre, et donc que l'on pourra attribuer un poids à chaque programme,
- que l'inégalité précédente devient :

$$H(s) < \text{longueur}(s) + 2 \log(\text{longueur de } (s)) + C'$$

En effet le programme de copie devra contenir l'information de la longueur de *s* en plus simplement de la description digit par digit de *s*.

Quoi qu'il en soit, le **contenu en information** d'une suite finie s'exprime toujours **grâce à la taille du plus petit programme** capable de la produire.

II-4 : AMPLIATION DE DELAHAYE

1) Préambule : des lacunes

Toutefois, **ces théories ne couvrent pas la totalité des problèmes** liés à l'information. Souvenons-nous par exemple de Jacques Monod qui, ressentant sans doute que tout n'était pas clair du côté des théories physiques de l'information, parlait à propos de ce qu'on leur faisait dire, et en particulier de l'identification information = néguentropie, de "généralisations et d'assimilations imprudentes" /MON 70/. Monod était prudent, avec instinct il se méfiait des spéculations trop hâtives.

Dans un ouvrage récent, Jean-Paul Delahaye /DEL 94/, émet de sérieuses réserves quant au bien-fondé de ces diverses théories.

> *"Ni la théorie de Shannon, ni la théorie de Kolmogorov, ni aucune autre, ne disent tout de ce qu'est l'information, et, de plus, chacune de ces théories, en prétendant être la théorie de l'information, empêche de progresser. L'information doit être conçue sous des formes générales et variées dont il est peu probable qu'on fasse le tour rapidement, et dont aucune théorie mathématique ne fournit pour l'instant le secret ultime. En cours de chemin, nous reconnaîtrons aux théories mentionnées un intérêt réel."*

Il propose **divers élargissements du point de vue**, construits à partir des limitations observées.

2) Valeur en information

Il convient en premier lieu d'enrichir un simple contenu en information à travers la **notion de valeur en information**

Considérons une suite de symboles *S*, par exemple une chaîne de caractères. Les divers objets de cette nature ont, ou ont eu à un moment donné, un contenu en information d'une certaine valeur variable. Ainsi on a pu acheter ces objets, les vendre, dépenser de l'argent pour les produire, ou continuer d'en dépenser pour les conserver.

> *"Une théorie générale de l'information qui ne reconnaît pas à l'un de ces objets une valeur en information ne peut qu'être incomplète ou inadéquate. Une théorie de l'information qui ne donne pas un moyen de comparer entre elles les valeurs du contenu en information de ces objets ne peut pas prétendre être la théorie de l'information."*

Delahaye incite donc à **évaluer les valeurs en information** plutôt que les contenus.

3) Contenu brut en information

Il y a un **contenu brut en information** pour chaque objet, donné en bits. On peut le définir comme le nombre de mémoires élémentaires que la chaîne *S* occupe dans la mémoire d'un ordinateur quand on ne lui fait subir aucun traitement particulier autre que la mise sous un format compatible avec le système de l'ordinateur.

> *"Il est clair que le contenu brut en information ne détermine pas la valeur de l'information. C'est une évidence : la valeur d'une information est quelque chose de plus compliqué et de relatif. Et c'est bien parce que la valeur en information d'une chaîne de caractères est relative à un certain but et à une certaine situation qu'il y a plusieurs théories de l'information et qu'aucune ne peut vraiment traiter tous les problèmes que pose la notion d'information."*

Si un but B est donné, nous noterons Val(*S*,B) la valeur de l'information contenue dans *S* relativement à ce but B.

Si on se fixe le but de compresser au maximum la chaîne de caractères *S* et on suppose qu'on dispose pour cela d'une machine M, alors la valeur en information de *S* est la longueur du plus petit programme (écrit en binaire) qui, lorsqu'on le donne à M, lui permet de reconstituer la chaîne *S*. La valeur en information, c'est ce contenu incompressible (relatif à M) de *S*.

La notion de contenu en information de Kolmogorov correspond à cette définition générale lorsque l'on prend comme but B :

B = (compresser pour la machine universelle M).

Ainsi, seule **l'assignation d'un but permet de mesurer une valeur relativement à ce but**.

4) Aspects pragmatiques et relatifs de la valeur en information

Il faut souligner encore de **nouvelles limitations** aux formulations proposées en tant que théories de l'information.

> *"Si l'on considère que le but que l'on poursuit est de nature pratique, par exemple survivre dans un milieu donné, ou gagner le plus d'argent possible à la bourse, alors la valeur de l'information contenue dans une chaîne de caractères S se mesurera en fonction du but poursuivi. Une information de grande valeur sera par exemple l'endroit où aller chercher tel aliment, ou le nom de l'action boursière en hausse.*
>
> *Aucune théorie générale de l'information n'est possible, qui prenne en compte tous les aspects pragmatiques qui déterminent la valeur d'une chaîne de caractères."*

D'où la conclusion de Jean-Paul Delahaye :

> *"Les théories mathématiques disponibles ou qui s'élaborent encore concernant l'information ont des prétentions à l'universalité et à l'applicabilité dont il faut se méfier."*

Dans l'état actuel de la formalisation scientifique, la **mesure de la valeur en information**, quoique plus essentielle que la mesure du contenu en information, **est encore indéfinie**.

II-5 : CONFUSIONS CONCEPTUELLES DANS LES THEORIES DITES DE L'INFORMATION

1) Préambule : glissement terminologique

La théorie de Shannon a constitué pendant de nombreuses années le **fondement de la pensée informationnelle**. Pourtant, cette identification résulte d'une méprise que W. Weaver avait prévue en introduisant, dès 1949, les travaux de C.E. Shannon :

> "*Là où nous cherchions une théorie de la signification de l'information se développait une théorie de la communication de l'information*."

C.E. Shannon lui-même ne cachait pas la spécificité de son point de vue :

> "*Il arrive souvent que les messages aient une signification. Cet aspect sémantique de la communication n'est pas considéré pour notre problème*."

Le besoin intense d'une théorie de la signification justifiait l'appel à la théorie développée, fût-ce en la débaptisant. La théorie mathématique de la communication devenait la théorie de l'information malgré les avertissements du père fondateur. Il n'est guère étonnant que cette méprise ait valu quelques déboires à ceux qui affectaient d'ignorer cette distinction initiale. Elle était pourtant fermement affirmée.

Depuis quelques décennies, de nombreux travaux ont contribué à rechercher **comment s'élabore une signification**. Peu l'ont fait dans un contexte scientifique, en termes de processus conduisant à un modèle des fonctionnalités impliquées.

2) Niveaux d'information de Weaver

Dès 1949, W. Weaver distinguait **dans l'information trois niveaux**.

Niveau A : problème *technique*. Avec quelle précision les symboles à communiquer sont-ils *transmis*?

Niveau B : problème *sémantique*. Avec quelle précision les symboles transmis apportent-ils la *signification* désirée?

Niveau C : problème de l'*utilité*. La signification transmise a-t-elle affecté la *conduite* dans le sens désiré?

Cette distinction le conduisait à préciser que la solution du problème sémantique (la signification) nécessitait que soit d'abord clarifié le problème technique, et que la solution de ce dernier contribuerait probablement à celle du premier. D'où une importance accrue accordée aux aspects techniques de la question, état de fait qui n'a guère évolué depuis 1949.

Toutefois, **les dimensions de signification et d'utilité ne doivent pas être indéfiniment ignorées**.

3) Mesure de l'information-CONTENANT

C.E. Shannon montre - et c'est l'apport essentiel de sa théorie- que l'**on peut mesurer l'information-CONTENANT**, c'est-à-dire la *quantité* d'information d'un message.

La formule de Brilloin, /BRI 56/, caractérise très clairement la première définition de l'information à notre disposition.

> "*Nous définissons l'information comme distincte de la connaissance, pour laquelle nous ne disposons pas de mesure numérique. Notre définition statistique de l'information est basée seulement sur la rareté : si une situation est rare, elle contient de l'information.*"

Toutefois, nous avons mentionné qu'**il importe de ne pas confondre quantité et valeur** à propos de l'information

4) Inexactitudes et approximations confortées entre contenu et contenant

Cette définition statistique, plus exactement probabiliste (la rareté d'une situation) forgée à partir d'une **mesure de la probabilité d'apparitions de messages** (contenant) s'appliquera cependant très vite au contenu de ces messages... ou au moins à leur contenu formel : l'estimation du contenu possible se substituant à celle du contenu réel.

Il en résulte que la quantité "brute" d'information mesurée par la théorie de Shannon a **peu à voir avec la mesure de la quantité d'information pertinente** dans un message.

5) Ouverture vers d'autres points de vue

Il est cependant d'**autres approches de la notion d'information**. On peut citer notamment celle de J. Arsac, /ARS 70/ :

> "*Une information est une formule écrite susceptible d'apporter une connaissance. Elle est distincte de cette connaissance... Cette définition est un principe fondamental de l'informatique... Il est juste de parler de l'action d'"informer", ou de "donner une forme" à une connaissance, pour en permettre la communication ou la manipulation.*"

On pourra par la suite, et sans trahir ce propos, parler de forme enregistrée plutôt qu'écrite. Cette définition met plus l'accent sur la notion quasi physique de forme, que sur celle, plus mathématique, de probabilité de réalisation ou d'apparition. Elle ouvre aussi une porte dont le célèbre linguiste Chomsky, /CHO 66/, a rappelé l'existence.

> "*Un système écrit fournit une mémoire externe, ce qui modifie le problème de la perception de façon décisive...*"

Ceci aussi nous ramène au problème de la signification.

D. McKay, /McK 69/, devait proposer une troisième approche dont on peut considérer qu'elle constitue une synthèse provisoire des deux précédentes.

> "*L'information est ce qui forme ou ce qui transforme une représentation*."

Une des conséquences essentielles de cette proposition tient à ce que, malgré son caractère plus descriptif que conceptuel, elle peut conduire à une estimation, éventuellement quantifiée. Si l'information change les représentations, ne peut-on mesurer l'information par l'évaluation de ces changements? N'est-ce pas ce dont il s'agit lorsque l'on parle de différence de température entre le jour et la nuit ou d'augmentation des effectifs par rapport à l'année précédente?

Cette intuition qu'**il faut prendre en compte**, fût-ce partiellement, **les changements de formes qu'un message induit à sa réception**, amorce le passage du problème technique au problème sémantique, pour reprendre les termes de W. Weaver.

II-6 : DETERMINATION D'UN VOCABULAIRE OPERANT

1) Préambule : information et signification

Malgré les travaux conséquents déjà menés sur le sujet, **une partie de l'information reste mystérieuse**.

Le travail de Jacques Mélèse concernant les organisations /MEL 79/, quoique déjà ancien, pose des questions fondamentales.

> "*Le concept protéiforme d'information ne touche pas au fond du problème, à savoir:*
>
> *- qu'est-ce qui est information pour un individu particulier, dans une situation donnée, à un moment précis?*
>
> *- qu'est-ce qui a de la signification pour lui?*
>
> *Faute de chercher des réponses à de telles questions, on bâtit des systèmes de données dont le contenu informationnel est très faible*."

Le paramètre nouveau introduit ici par Mélèse correspond au récepteur de l'information. Il est en effet frappant de constater que les approches précédentes, quoique soulignant la relativité de la notion d'information, n'accordent aucune place à l'influence du destinataire sur la valeur en information.

Par ailleurs, il introduit une **distinction entre données et informations**. Cette idée permet d'établir les fondements terminologiques du travail qui va suivre.

2) Notion de donnée

Qu'est-ce qui distingue l'information et ses données?

Le langage du management, celui de l'informatique ou de la cybernétique, le langage courant également, utilisent sans grandes précautions et sans grande précision les termes de donnée et d'information. Les concepts sous-jacents font l'objet de confusions que de nombreux auteurs se sont efforcés de clarifier, souvent dans une même ligne de pensée d'ailleurs.

Ainsi, pour Gregory Bateson /BAT 77/, une donnée est la trace laissée par un événement (comme les empreintes de pas de dinosaures dans l'Arizona).

Nous adopterons la définition de Mélèse lui-même, qui semble plus précisément adaptée au contexte technologique contemporain.

Définition : une **donnée** est un enregistrement, dans un code convenu par un groupe social, de certains attributs d'un objet ou d'un événement.

Une donnée est en principe un fait objectif, le plus souvent quantifiable, encore faut-il préciser pour un groupe social qui a établi un consensus sur les attributs choisis, sur la méthode de mesure, sur le code utilisé, et qui a confiance en l'honnêteté du processus ou qui peut le contrôler. Hors de ces conditions, une donnée n'est pas une "donnée", mais peut être suspectée de n'être ni neutre, ni objective.

Si ces conditions sont respectées, **une donnée est objective et quantifiable**.

3) Notion de signal

Les données, par définition, **sont susceptibles d'être manipulées**, transportées, mises à disposition afin de produire de l'information. Pour cela, elles nécessitent un support physique qui permet de les véhiculer.

Définition : un **signal** constitue la forme physique sous laquelle se transmet une donnée ou un train de données.

Le terme "signal" caractérise ainsi le CONTENANT, la manifestation matérielle de l'information à travers la suite de données codées qui constitue le support d'un sens. Dans le vocabulaire de la linguistique, il s'identifie au "signifiant".

Il résulte de cette définition que seuls les signaux sont perceptibles. De plus, ils véhiculent des données, c'est-à-dire les mesures codées de certains attributs (sur lesquels il y a consensus). Par conséquent, l'accès aux données nécessite une procédure d'extraction à partir des signaux transmis. Ensuite, les données ne peuvent être traduites en information qu'à travers un processus de décodage.

Par conséquent, **les signaux constituent la forme physique de la transmission de données.**

4) Notion d'information

L'information doit être distinguée de la notion de donnée. Pour Gregory Bateson /BAT 77/, une unité d'information peut se définir comme une différence qui produit une autre différence. Une telle différence qui se déplace et subit des modifications successives dans un circuit constitue une idée élémentaire. Dans cette approche, l'information ne peut être séparée du processus qui véhicule et transforme les différences. Une fois de plus, le contenant se confond avec le contenu.

A. Danzin définit d'une manière assez voisine l'information dans son acception technique. Il s'agit de tout signal capable de transmettre l'avis d'une modification ou d'une stabilité, d'organiser un arrangement, de déclencher un programme ou d'être enregistré dans une mémoire.

Ici encore, la définition plus synthétique de Mélèse est adoptée.

Définition : est **information** pour un être vivant (ou pour un automate) tout signal qui, après perception, produit un effet sur son comportement ou sur son état cognitif (par exemple en modifiant la représentation qu'il se fait d'un phénomène).

Ainsi un ensemble de données, perçu au travers de la réception d'un signal, devient information lorsque la perception, puis le décodage, produisent sur le destinataire un changement d'état d'une nature quelconque. Le contenu informationnel d'un ensemble de données pour un individu spécifique s'identifie à l'information extraite par cet individu de l'ensemble des données qu'il perçoit. On parle également d'information signifiante extraite d'un ensemble de données, par opposition au bruit qui correspond au fragment de l'ensemble des données ne produisant aucun effet.

En résumé, on peut dire que la page boursière d'un journal est un ensemble de données. Son contenu informationnel est nul pour tous les individus qui ignorent ce qu'est la bourse et différent pour divers spéculateurs, car les mêmes données peuvent avoir pour effet, sur l'un de vendre telle action, sur l'autre d'acheter, sur le troisième de se suicider. Les mêmes données produisent ainsi des informations distinctes par action sur des structures de réception différentes. Ceci montre toute l'importance de la structure de réception dans le processus de transformation des données en information.

Ainsi, par définition, **une information se caractérise par l'existence d'un effet** (connu ou inconnu) **qu'elle produit sur son destinataire.**

5) Notion de sens

Dès lors, on retrouve la **notion de sens de l'information**, telle que définie par Atlan, /ATL 77/.

Définition : le **sens** de l'information s'identifie à l'effet produit par la réception du signal correspondant chez le destinataire.

Cet effet, que Gregory Bateson qualifie de "différence", est en réalité un changement d'état du récepteur. A ce niveau, il devient impératif de déterminer les variables représentatives de l'"état", de manière à caractériser les "changements d'état" susceptibles d'intervenir. Ce changement d'état peut on non conduire le récepteur à l'action.

Lorsque le récepteur est un automate, son état est parfaitement défini par un ensemble de variables indépendantes : celui-ci constitue l'espace d'état des variables nécessaires et suffisantes pour représenter son comportement dynamique. Le changement d'état évoqué par Bateson se traduit alors simplement par une modification de valeur pour une ou plusieurs des variables d'état.

En revanche, rien aujourd'hui ne permet de caractériser l'"état" d'un récepteur humain. Cette question fondamentale constitue l'une des tâches auxquelles il convient de s'atteler. Car **le sens se traduit par un changement d'état du récepteur.**

6) Notion de message

Dès lors, il devient clair que **l'émission d'un signal quelconque vise en priorité un changement d'état du destinataire.**

Définition : un **message** est un ensemble de données mises en forme ou préparées d'une manière déterminée dans le but de produire, par le biais de la transmission du signal-support des données correspondantes, un certain changement d'état du destinataire.

Définition : l'**objectif** du message est le changement d'état (qui reste à préciser dans le cas d'un récepteur humain) du destinataire visé par l'élaboration du message.

Le message est un signal émis dans le but de produire un sens**, ce sens espéré, mais non certain, étant son objectif.**

II-7 : BILAN

Cette partie a tenté de réduire les imprécisions liées à l'information et aux concepts qui s'y rattachent. Le vocabulaire adopté dans ce travail a été précisément défini. A travers les définitions données apparaissent des lois fondamentales. Celles-ci sont mises en exergue en guise de conclusion à cette analyse préliminaire.

Première loi : il convient de distinguer

données = enregistrements de certains attributs d'un objet ou d'un événement, dans un code convenu par un groupe social,

et

information = signal qui, après perception, produit un effet, sous forme de changement d'état, sur le récepteur (être vivant ou automate). Cet effet produit

constitue le sens de l'information. Notons que cet effet est également une cause ; c'est parce qu'une action s'est produite chez le récepteur que l'information avait du sens (elle en eût été dépourvue dans le cas contraire).

Seconde loi : aucune information ne peut être considérée comme "brute" ou "pure". On peut mesurer le contenu brut d'un ensemble de données. Les travaux de Shannon, et ceux qui ont suivi, ont apporté des outils pour évaluer la quantité brute contenue dans un signal, en substituant au passage le contenu possible au contenu réel. En revanche, l'information pure, sans but, n'existe pas. De ce fait, la distinction entre information et communication n'est pas à préciser. La mise en circulation d'un signal, forme physique sous laquelle se transmet un ensemble de données, est nécessairement reliée à la volonté de changement d'état du récepteur, c'est-à-dire persuasion au changement à un niveau ou à un autre ou action.

Troisième loi : la conception d'un message consiste en la "préparation", la mise en forme des données, et par là-même l'élaboration des signaux, de manière à optimiser leur efficacité, c'est-à-dire atteindre au mieux le but poursuivi, appelé objectif. Cette démarche caractérise l'approche qualité du système de communication.

Le problème ainsi formulé, exprimé en termes de changement d'état, de but à atteindre ou d'objectif, et de conception en vue d'une optimisation, se formalise naturellement d'une manière conforme à l'approche système. L'objet de la partie suivante est de mettre en évidence cette correspondance.

I - DETERMINATION D'UN ANCRAGE SCIENTIFIQUE POUR L'ETUDE DES FAITS HUMAINS 81

II - ANALYSE CRITIQUE DU CONCEPT D'INFORMATION 103

III - CADRAGE METHODOLOGIQUE DE LA RECHERCHE

III-1 : INTRODUCTION 119
III-2 : DETERMINATION DU CHAMP DE L'ETUDE 120
III-3 : ATTENDUS DE LA RECHERCHE.....123
III-4 : ELEMENTS FONDATEURS DE L'APPROCHE SYSTEME 126
III-5 : METHODOLOGIE DE MISE EN OEUVRE DE L'APPROCHE SYSTEME.....130
III-6 : BILAN 134

IV - DEMARCHES, PROCEDES ET OBJECTIFS DE LA RECHERCHE 135

III-1 : INTRODUCTION

L'objet de cette étude est le fait communicationnel humain, c'est-à-dire l'homme dans ses aspects émetteur et récepteur d'informations.

Ce concept a été défini précisément au cours du paragraphe précédent. On peut en résumer rapidement la teneur en affirmant que communiquer consiste à émettre un signal (le contenant), forme physique véhiculant un ensemble de données (enregistrements codés) dans le but de produire de l'information (le contenu), c'est-à-dire un changement d'état du destinataire (le sens) suite à la réception et au décodage.

Cette formulation générale de la fonction communicationnelle ne tient pas compte de la nature du destinataire (être humain ou machine). Elle reste ainsi valide pour un très large spectre de domaines, depuis la cybernétique jusqu'aux sciences humaines et sociales.

La nécessité de concevoir la totalité des modes d'échange et/ou d'interaction avec un automate contraint l'ingénieur à mettre en place une représentation formalisée complète afin de supporter la tâche de conception. Pour des raisons évoquées au paragraphe **I**, l'introduction d'un facteur humain, lorsque le destinataire est un individu, provoque des réticences face à une approche aussi rigoureuse et formelle.

Cette partie vise à montrer que les modes de pensée propres à l'approche système, ainsi que certains outils s'y rapportant, en particulier les outils de l'analyse des

systèmes, sont tout-à-fait adaptés à la problématique de la communication en tant que fait humain, dès lors que l'on veille à travailler dans une perspective projective.

III-2 : DETERMINATION DU CHAMP DE L'ETUDE

1) Préambule : configurations communicationnelles envisagées

Les **caractéristiques propres aux configurations communicationnelles qui font l'objet de cette étude** sont précisées.

Dans un premier temps sont écartés les systèmes de communication généralisés, où plusieurs messages émanant de plusieurs émetteurs différents peuvent être transmis et/ou diffusés simultanément, et où un même récepteur peut faire l'objet de conflits entre des messages contradictoires émanant d'émetteurs différents. L'approche se limite à l'étude d'un message unique, éventuellement de structure complexe, provenant d'une seule entité émettrice cohérente et bien caractérisée.

Le récepteur est également unique. En effet, s'il est multiple, on suppose que la connaissance de la cible a été antérieurement affinée. On dispose par conséquent des caractéristiques communes à tous les individus de la cible. On peut alors identifier statistiquement chacun de ces individus à un modèle-type. Celui-ci est le seul récepteur considéré. Enfin, le récepteur est ici un être humain. Sont exclus ainsi l'étude des systèmes homme-machine, pour lesquels le récepteur est un automate, un programme, une base de données, un fichier, etc...

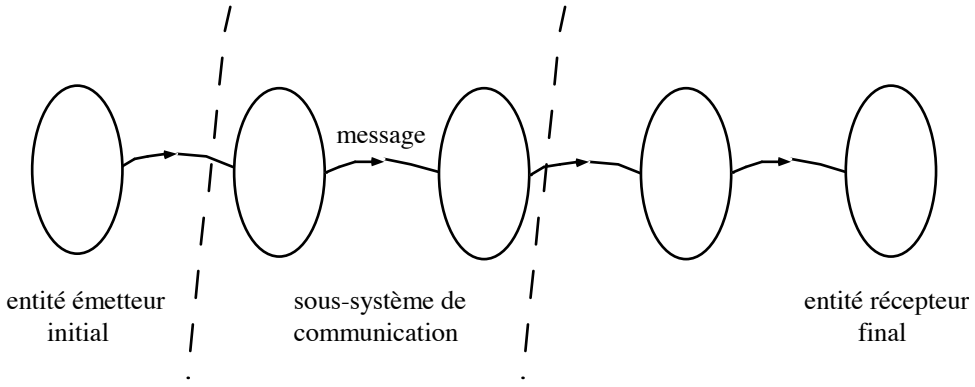


Figure I-2 : *Schéma symbolique d'un système de communication complexe.*

Même dans cette configuration simplifiée, les systèmes de communication sont aujourd'hui techniquement très complexes, car entre l'émetteur et le récepteur final, existe un grand nombre de sous-systèmes de communication dans lesquels

apparaissent des récepteurs et des émetteurs intermédiaires. De plus, le support du message peut varier, sa nature physique également.

Il importe alors de **sauvegarder l'intégrité du message** au cours de ces différentes transformations.

2) Secondarité des considérations techniques

La complexité croissante des systèmes de communication contemporains impose **toujours de nouvelles contraintes, en particulier dans le domaine de la fiabilité technique**.

En effet, un message peut aujourd'hui être émis en analogique à un bout de la planète, converti en numérique, véhiculé par un satellite, par un réseau en fibres optiques, par un réseau hertzien, codé, transcodé, compressé, décompressé, décodé, reconverti en analogique, reçu enfin à l'autre bout de la planète. Il doit demeurer parfaitement lisible, mieux : à peine déformé.

Il en résulte un champ de recherches très actif visant à résoudre les nombreux problèmes liés au transport des données, qu'elles soient numériques ou non. Toutefois, la prise en compte des difficultés techniques liées aux systèmes de communication contemporains ne doit pas faire oublier leur raison d'être. Il s'agit de véhiculer un train de données de telle manière qu'il puisse produire un effet sur le comportement ou sur l'état cognitif d'une cible déterminée.

On constate, depuis Weaver, une primauté accrue accordée pour les aspects techniques en dépit de l'étude des contenus. Il est clair que **la lisibilité technique n'est pas le seul élément concourant à l'intelligibilité d'un message**. Par conséquent, les considérations techniques ne seront abordées que dans un deuxième temps, lorsque leurs caractéristiques, liées aux choix effectués, influencent la forme du message lui-même.

3) Intelligibilité contre lisibilité

Définie par les ingénieurs des télécommunications, la notion d'intelligibilité a ouvert la porte à des considérations se démarquant d'une approche exclusivement technique. Ce sont les téléphonistes qui ont montré les premiers la **disjonction considérable entre la physique du signal et l'intelligibilité**.

Définition : l'**intelligibilité** est la perception intégrée (plusieurs niveaux cognitifs) par le récepteur biologique de la somme de toutes les informations contenues dans un signal de communication d'un émetteur.

Cette définition est valable pour tous les supports physico-chimiques des messages, et pour toutes les espèces animales, homme compris, qu'il s'agisse donc d'un signal chimique, optique, électrique ou kinesthésique.

Dans les signaux acoustiques de langue humaine, Busnel /BUS 74/ distingue dix catégories d'informations déchiffrables (intelligibles) par le récepteur :

1. l'espèce,
2. l'origine géographique (dans la parole, deux niveaux. Par exemple, c'est du français, et c'est du méridional),
3. le sexe,
4. l'âge relatif (trois classes),
5. l'état physiopathologique (enrhumé, nerveux, parkinsonien...),
6. l'humeur (affectivité),
7. la culture,
8. l'identité,
9. la localisation spatiale,
10. la sémantique du message.

Les expériences de Busnel ont montré que la sémantique est parfaitement conservée dans tous les cas, la plupart des autres types restant perceptibles à l'auditeur, et ceci bien que la physique du signal soit très altérée par rapport à l'original. Des dégradations encore plus poussées font disparaître certaines informations, telles que âge, sexe, affectivité. Néanmoins, la sémantique reste la dernière catégorie présente en cas de déformations extrêmes.

Il en résulte que les capacités d'un récepteur, homme ou animal (cf. /TIN 51/ les expériences de Tinbergen concernant les goélands) à reconnaître une forme très altérée ou partiellement détruite, qu'il s'agisse d'une forme acoustique, optique ou chimique, conduisent à **remettre en cause la préséance de travaux exclusivement consacrés à perfectionner la qualité physique** des signaux transmis.

4) Niveau d'information selon Weaver

Toutes les réflexions ci-dessus invitent à **situer la réflexion par rapport à la décomposition en niveaux d'information selon Weaver**.

Si l'approche technique (c'est-à-dire le niveau A d'information selon Weaver) est souvent privilégiée, il convient de ne pas perdre de vue que l'émission d'un message s'effectue en vue d'un objectif donné, c'est-à-dire pour produire un résultat attendu sur un récepteur humain ciblé. Le rappel de ce postulat initial situe l'étude dans la perspective du niveau C de Weaver, à savoir la signification transmise par un message a-t-elle affecté la conduite dans le sens désiré, tel qu'il a été exprimé initialement à travers l'objectif. Cette question intègre nécessairement le niveau B, à savoir avec quelle précision les symboles transmis apportent-ils le sens désiré.

Un ensemble de signaux n'est converti en information que si sa réception génère un changement d'état sur le destinataire. Afin de contrôler le fonctionnement du processus de communication, il importe de prendre totalement en compte les

phénomènes relatifs à l'individu récepteur lui-même. En effet, le processus de communication ne s'achève pas avec la réception physique du message. D'autres opérations se déroulent à la suite, qui font partie intégrante du processus. Or les phénomènes d'adhésion, de réticences ou de rejet, de même que les capacités particulières d'intelligibilité de signaux altérés, se manifestent à ce niveau-là du système global de communication.

Ce n'est qu'en **intégrant les processus internes à l'individu déclenchés à la réception d'un message** qu'il est possible d'appréhender la chaîne de communication dans son intégralité.

III-3 : ATTENDUS DE LA RECHERCHE

1) Préambule : l'homme communicant, objet de connaissances

Conformément aux résultats introduits au premier paragraphe, la science se définit comme un ensemble de connaissances se rapportant à un objet particulier. **Les connaissances recherchées ici concernent l'être humain communicant**.

De ce fait, le contexte est résolument conforme à une approche sciences des faits humains. Le fait humain qui nous préoccupe particulièrement est le fait communicationnel.

L'unicité de chaque être humain n'est pas remise en cause : dans une situation donnée, à la fois unicité de ses caractéristiques propres, i.e. son "potentiel", et unicité de son comportement dynamique -ses réactions-. Non plus que le caractère non reproductible de chaque situation humaine (si deux situations ne sont pas simultanées, le temps, donc le "contexte historique" est différent. Si les deux situations sont simultanées, elles font intervenir des personnes et des localisations spatiales différentes).

Dès lors, la science ayant pour objet la description des invariants repérés dans le champ des phénomènes observés, cette direction suppose le processus de communication invariant.

Postulat : le processus communicationnel est un invariant inhérent à la nature humaine.

La notion de processus telle qu'elle peut être utilisée dans le domaine de la communication est définie par Le Cardinal /LE C 89/.

> "*Un processus exerce une activité sans projet, mais cette activité peut être conduite et orientée en utilisant des règles et des stratégies adaptées en fonction des résultats attendus, des résultats obtenus et des interactions existant entre le processus et son environnement*."

Définition : un **processus** exerce une activité à travers un ou plusieurs processeurs travaillant sur des objets processés (éléments de matière, d'énergie ou d'information) en générant une transformation dynamique de leurs caractéristiques bio-physico-chimiques, de leur position, de leur forme, de leur représentation symbolique, et/ou de leur signification.

Les activités exercées par le dispositif humain à partir de sollicitations qu'il perçoit sous forme de données sensibles sont supposées les mêmes, tout en convenant que les résultats de ces actions sont chaque fois différents.

Ceci revient à **considérer l'homme en tant que processus d'échange avec son environnement**, les vecteurs de l'échange ayant été définis comme des informations.

2) Position épistémologique présidant à la modélisation

Le dualisme cartésien entre un sujet mystérieux et des objets connaissables, dualisme sur lequel s'est instituée la connaissance positive, a **été abandonné au profit d'une attitude constructiviste.**

La présentation de la connaissance est alors complexifiée par la réincorporation du sujet dans la connaissance, une connaissance qu'il produit et qui le produit. Plutôt que de chercher à la simplifier à tout prix pour la rendre plus facilement présentable, l'hypothèse de la boucle récursive du sujet concepteur et du sujet conçu, se connaissant construisant la connaissance, fonde le paradigme de la complexité /MOR 90/. Ce paradigme s'exprime par une organisation active, bouclante, régénératrice de la connaissance tout en élaborant notre connaissance intelligible de cette organisation.

Une schématisation de la connaissance construite est nécessaire, schématisation que l'on peut entendre tout aussi bien par une représentation graphique (le *designo* selon Léonard de Vinci) ou par l'interprétation que l'on donne à l'organisation du discours qui l'énonce (au sens qu'en propose J.B. Grize, /GRI 91/, par exemple). Abandonnant l'objectif de conformité formelle à une connaissance "vraie" que propose le principe de raison suffisante par les ressources de la logique déductive formalisée - pour laquelle la qualité de la forme suffit à établir la vérité-, le principe d'action intelligente permet de construire, par des systèmes de symboles, des connaissances "faisables" (au sens de G.B. Vico, *Verum et Factum*, /VIC 81/). Les connaissances construites peuvent alors être tenues pour possibles, et non plus exclusivement nécessaires. Le modélisateur ne peut plus assurer que ces connaissances sont démontrées, au sens du logicien classique postulant implicitement les axiomes aristotéliciens du principe de raison suffisante et les préceptes cartésiens du principe de modélisation analytique. Le modélisateur devra montrer que les connaissances qu'il élabore sont "argumentées", et donc à la fois constructibles et reproductibles, de façon à permettre leur intelligibilité par un interlocuteur préalablement informé des hypothèses épistémologiques légitimant cette argumentation.

L'objectif premier est donc de **décrire le processus communicationnel humain au moyen d'un modèle systémique argumenté**, en focalisant l'attention sur les mécanismes ou les structures invariants.

3) 3 phases : observation, abstraction, formalisation

Une part importante de l'analyse du fait communicationnel humain a fait l'objet de nombreuses études. La phase d'observation a démarré depuis déjà longtemps. Elle a permis à d'autres chercheurs, en particulier les psychosociologues, de mettre en évidence des concepts déterminants dans les comportements humains. Ces travaux sont des références dont les concepts peuvent être utilisés. L'attention portera avant tout sur la formalisation. Ces concepts ont été élaborés dans le but de mettre au jour les mécanismes fondamentaux du processus communicationnel. Peu de travaux ont, jusqu'ici, abordé les faits humains en termes de processus. C'est l'éclairage adopté ici.

Le résultat espéré est d'atteindre une meilleure compréhension, une précision accrue, un **accroissement de l'efficacité dans la description et la représentation des phénomènes** grâce à une amélioration des outils théoriques proposés pour décrire et/ou formaliser.

4) Approche fonctionnelle

Eu égard aux différents schèmes d'explication recensés au paragraphe **I** pour l'étude des faits humains, **considérer l'individu comme un processus oriente l'étude vers un schème fonctionnel**.

En effet, le schème fonctionnel s'attache précisément à l'étude du fonctionnement d'un organisme, dans une visée assez similaire à l'étude du fonctionnement d'une machine. Cette perspective est adoptée d'emblée en admettant par hypothèse que l'homme fonctionne au moyen de processus invariants. Dès lors, il convient d'analyser les conditions de fonctionnement du processus qui contribuent à maintenir l'état stable du système, et définissent un régime de marche déterminé.

Des travaux antérieurs ont observé les phénomènes humains sous cet angle de vue spécifique. Cette étude propose non seulement d'adhérer à un état d'esprit, mais également d'avoir recours aux outils correspondants. Car les sciences de l'ingénieur, dans leur souci de définir les conditions de fonctionnement des dispositifs appareillés (machines, automates, robots, etc...), ont dû mettre en place un formalisme adapté à la résolution de ce type de problème. Ce formalisme, usuellement dénommé approche système, met à profit un système symbolique et une syntaxe propres pour établir des relations entre processeurs et éléments processés, relations exprimées précisément en termes de fonctions.

Ayant mis l'accent dans le premier paragraphe sur l'absence de justification réelle concernant le choix d'un formalisme adapté à l'étude des faits humains, la proposition d'user du même formalisme éprouvé pour l'étude des processus

cybernétiques est tentante. Elle s'inscrit naturellement dans une visée de modélisation adoptant une position épistémologique constructiviste. Elle revient en quelque sorte à traiter l'homme comme une machine, ou du moins à utiliser les mêmes outils pour décrire ses grands modes invariants de fonctionnement. Toutes les réserves qui s'imposent ont été faites plus haut.

Le **recours au formalisme de l'approche système pour décrire les fonctions du processus communicationnel humain** est donc envisagé.

III-4 : ELEMENTS FONDATEURS DE L'APPROCHE SYSTEME

1) Préambule : définition du concept de système

Le concept de système, aujourd'hui largement répandu, et ceci dans de nombreux domaines de la science, **a été victime de divers contresens** de la part d'utilisateurs peu ou mal avertis. Les définitions abondent dans la littérature. Celle de Lucien Sfez /SFE 93/ :

> "*Ensemble d'éléments quelconques liés entre eux par un réseau de relations si cohérent que toute modification de l'une a pour effet de modifier toutes les autres*."

se présente en réalité comme un résumé de celle d'Edgar Morin, qui écrit dans "La méthode" /MOR 77/ :

> "*L'organisation est l'agencement de relations entre composantes ou individus qui produit une unité complexe, ou système, dotée de qualités inconnues au niveau des composants ou individus. L'organisation lie de façon inter relationnelle des éléments ou événements ou individus divers qui, dès lors, deviennent les composants d'un tout. Elle assure solidarité et solidité relative, donc assure au système une certaine possibilité de durée en dépit de perturbations aléatoires*."

Sans être fausse, cette définition est trop synthétique. Beaucoup des caractéristiques propres à l'approche système y sont omises. Afin de ne négliger aucun des aspects de l'approche système, revenons aux textes des précurseurs, tel celui-ci de Jean-Louis Le Moigne /LE M 73/ :

> "*La théorie générale des systèmes se propose, en général progressivement, de représenter (ou de modéliser) dans sa globalité l'ensemble auquel on s'intéresse sous la forme d'un système (on distingue ce modèle global d'une connaissance exhaustive). Le système étant ici entendu dans son sens le plus familier (système nerveux, système métrique,...), c'est-à-dire un ensemble d'éléments identifiables (disposant d'attributs) et de leurs interrelations, ensemble borné dont on définit par un choix discrétionnaire, politique, les frontières*.

Frontières dont on montre sans difficultés qu'elles sont directement dépendantes des objectifs que se propose le système considéré (ou qu'on lui propose ou, réciproquement, qu'elles les caractérisent). Objectifs que l'on entendra sous des désignations diverses : les buts, les projets, les finalités, la téléonomie, voire les propriétés. C'est parce qu'il est doté d'un objectif au moins que le système est différent de l'ensemble par lequel on le décrit.

Frontières et objectifs définiront un environnement du système, ensemble d'éléments n'appartenant pas au système, mais susceptible d'affecter (ou d'être affecté par) telle de ses propriétés, ou telle évolution vers ses objectifs. Si cet ensemble d'éléments est vide, le système est dit fermé, sinon ouvert."

La définition condensée ci-dessous présente l'avantage d'être concise, mais nécessite sans doute le retour au texte ci-dessus pour être totalement assimilée.

Définition : un **système** est une organisation structurée par un agencement de relations entre composantes constituant un tout de même espèce ou de même fonction. Les différentes parties ou fonctions, éventuellement de natures différentes, intervenant dans un dispositif réalisent une action déterminée, conformément à un objectif fixé.

Cette étude s'attache au système d'information et de communication, c'est-à-dire à **l'ensemble des parties constituant le dispositif qui va de l'émission d'un message à l'émergence d'une information**, laquelle par définition modifie le récepteur.

2) Approche conditionnée par l'objectif

La figure ci-dessous présente la **schématisation usuelle de la fonction communicationnelle.**

Elle met en évidence la relation qui s'établit, grâce au message, entre l'émetteur et le récepteur. Cette formulation n'est pas conforme à l'approche système. En effet, l'objectif final du message n'est pas d'atteindre le récepteur. Il doit bien évidemment l'atteindre, mais ce n'est qu'une contrainte intermédiaire. En effet, le message n'a probablement pas été conçu dans le seul but d'atteindre son destinataire, mais pour se transformer en information, c'est-à-dire produire du sens et donner lieu à un effet précis sur le destinataire.

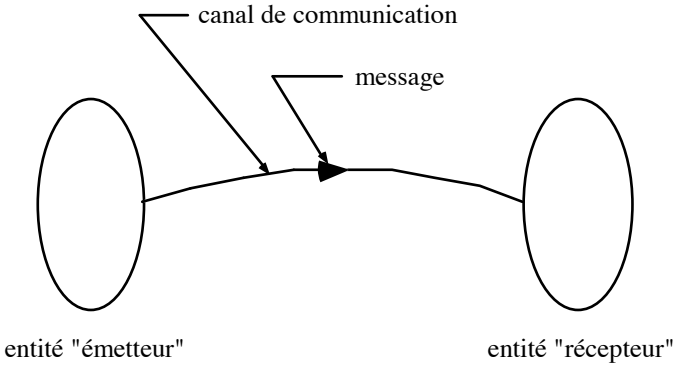


Figure I-3 : *Schéma symbolique de deux entités en "communication".*

Par conséquent, le schéma ci-dessus n'obéit pas à l'approche système, car il oublie la partie prépondérante du processus, celle qui fait figurer explicitement le projet final, et les mécanismes permettant d'y aboutir.

L'intention, à travers ce travail, est de mettre en oeuvre une approche système concernant le processus de communication dans sa globalité. Les phénomènes cognitifs et affectifs participant à la construction d'un sens chez le récepteur humain y tiennent une place prédominante, puisque ce sont eux qui conditionnent la manière dont sera atteint (ou non...) l'objectif final du système.

Toute la partie technique, qui se préoccupe de la qualité du message au cours de son transport depuis l'émetteur jusqu'au récepteur, fait l'objet de nombreuses recherches depuis Shannon et Weaver. L'attention sera concentrée sur les **phénomènes qui interviennent en aval, depuis la réception du message par l'être humain jusqu'à sa transformation en information**. L'étude se situe à l'intérieur de ces frontières strictement définies.

3) Notions de contrôle et commande inhérentes à l'approche système

L'approche système **associe à la priorité de l'objectif à atteindre le concept de commande.**

Celui-ci implique l'existence d'une relation entre l'objectif à atteindre, et les autres variables du système qui influencent la grandeur de sortie. On peut intervenir sur ces variables pour faire évoluer la sortie dans le sens souhaité. L'identification totale du système repose sur la formalisation de ces relations, fondées sur l'utilisation d'un modèle abstrait.

La commande implique donc la préparation d'un programme d'entrées de manière à atteindre l'objectif. Dans le cas traité, le programme de commande est identique à la conception du message qui est émis vers le récepteur pour atteindre le

but fixé à l'avance. En ce sens, la conception et la préparation du message constituent l'élément décisif de conduite du système de communication.

Le contrôle, quant à lui, suppose la vérification que l'objectif est effectivement atteint, et l'adaptation du programme d'entrées dans la négative.

Lorsque l'adaptation de la commande est permanente, et s'élabore en fonction d'un contrôle continu de l'évolution des caractéristiques observables, on parle de **régulation du système**.

4) Concept de représentation, notion de modèle

Le Moigne précise que, pour atteindre à la régulation du système, **la théorie générale des systèmes se propose de modéliser le système**, c'est-à-dire adopter une représentation d'un ensemble d'éléments identifiables et de leurs interrelations.

Définition : une **représentation** d'un système désigne le fait de le rendre perceptible par les sens au moyen d'une image, d'un symbole, plus généralement d'une codification établie au préalable et compréhensible par l'observateur.

Définition : de façon générale, un **modèle** est une représentation abstraite, simplifiée et plus ou moins formalisée d'un système (modèle statique) ou d'un processus (modèle dynamique).

Un modèle n'est nullement universel. Il est construit dans le cadre d'une théorie donnée pour un but donné. Gilles Le Cardinal /LE C 89/ indique :

> "*Un modèle se distingue d'une théorie en ce qu'il est une représentation du réel entièrement orientée vers la reproduction artificielle d'un phénomène. Il est justifié par les utilisations qu'on en fait et l'utilité des informations qu'il permet d'atteindre. A chaque usage son modèle, et à chaque modèle ses usages! ... Le modèle est une entité abstraite dont la caractéristique fondamentale est de fonctionner comme un phénomène réel, lorsqu'on le soumet artificiellement au même environnement et aux mêmes stimulations que lui.*"

Décrire le processus communicationnel humain suivant une approche système tente d'en **fournir une représentation et/ou un modèle**. L'ensemble borné de ses éléments constitutifs et les interrelations correspondantes sont fonction de la détermination des frontières, laquelle répond à un choix conditionné par l'objectif à atteindre. Toutefois, cet ensemble borné reste ouvert. En effet, le précepte d'exhaustivité ne pouvant être satisfait, le modèle, à quelque stade que ce soit de son existence, peut se trouver complété par agrégativité. Il en résulte que la définition du projet impose de fixer des frontières, mais qu'en tout état de cause, celles-ci demeurent souples : elles peuvent être déplacées au cours de la progression dans le projet. Cette exigence débouche sur la notion de frontières molles, ou élastiques.

III-5 : METHODOLOGIE DE MISE EN OEUVRE DE L'APPROCHE SYSTEME

1) Préambule : l'analyse des systèmes

Conformément à la perspective précédemment décrite, un angle de vue nouveau est introduit en **subordonnant l'étude d'un système de communication au récepteur humain qui en constitue le maillon final**. Cette approche est justifiée par le fait que la démarche informationnelle vise non à produire un document sur un support quelconque, mais bien un résultat fixé a priori sur un récepteur donné.

Pour aller plus avant, il faut donc modéliser les différentes composantes du système de communication de l'être humain. Pour ce faire, l'approche système dispose d'une méthodologie constituée d'un ensemble de procédés réglés et parfaitement connus. Le premier maillon de cette méthodologie constitue "l'analyse du système", qui a pour objet de fournir un modèle du système analysé.

Cette partie est consacrée à la **description de la procédure d'analyse du système** et à la présentation des modalités de mise en oeuvre des outils associés.

2) Fondements de l'analyse du système

Il convient de **modéliser l'ensemble des phénomènes se produisant chez le récepteur humain**, lorsqu'il est soumis à une sollicitation extérieure de nature quelconque.

A travers ce travail de formalisation théorique, le but poursuivi est de spécifier l'ensemble des mécanismes par lesquels un contenu produit des effets successifs sur un récepteur ciblé. Ainsi, au lieu de considérer les réactions d'un individu soumis à une sollicitation comme un résultat global non analysable, les différentes étapes contribuant à la construction du processus global pourront être décomposées.

En particulier, l'information a été identifiée à un processus conduisant à un changement d'état du récepteur. Il convient de spécifier les "états" concernés, de les caractériser et d'en dresser une liste non exhaustive, toujours ouverte à complétude par agrégativité, afin de déterminer les diverses actions, les différents effets, que peut produire une information.

La compréhension de ces mécanismes permettra de contribuer à décrire les lois qui les régissent : il sera possible de déterminer quelle cause produit quel effet. Dans un premier temps, il s'agit ici de manipuler des relations entre des concepts auxquels sont attribués des variables, et non pas de valuer ou quantifier ces variables (sauf peut-être à 0 pour signifier l'absence de la variable correspondante). La quantification et la formalisation des interrelations représentent un second niveau dans l'analyse.

Cette connaissance préalable conduit dans un second temps à inverser la proposition. Pour produire tel effet, correspondant à l'objectif fixé, l'analyse préalable

du système indique à quel niveau il s'agit d'intervenir pour effectuer un traitement correctif. Ceci apporte les éléments fondamentaux de construction d'une méthodologie de conception, et constitue une **avancée significative dans la voie de l'amélioration du processus communicationnel**. Car toute contribution à l'apport de connaissances nouvelles est génératrice de progrès.

3) Méthodologie de l'analyse du système

La méthodologie de l'analyse des systèmes **repose sur une procédure rigoureuse, et un système symbolique de représentation associé**.

Dans une approche système, la cause est identifiée à l'entrée d'une boîte noire, et l'effet produit à sa sortie. A l'intérieur de la boîte se situe la fonction qui transforme l'un en l'autre. L'ensemble donne lieu à une représentation graphique sous forme de schéma fonctionnel. Ainsi, l'effet d'un message sur un individu peut être symbolisé comme indiqué ci-dessous.

Figure I-4 : *Schéma fonctionnel global du système de communication humain.*

L'analyse du système consiste à décomposer un système global et complexe en sous-systèmes plus simples, structurés les uns par rapport aux autres. L'architecture correspondante constitue un modèle du système global : elle permet une connaissance plus fine du fonctionnement du système, des lois qui le régissent, et un contrôle plus efficace lorsque l'on cherche à produire une sortie fixée à l'avance, conforme à un objectif déterminé a priori. On peut ainsi passer du plus général au plus particulier en détaillant niveau par niveau le schéma fonctionnel initial par raffinements successifs.

Le processus de communication se décompose en deux phases successives, même si elles sont très rapprochées dans le temps : la réception du message et l'élaboration d'une réponse. La décomposition contraint à préciser la nature de la sortie générée par le processus de réception : la signification.

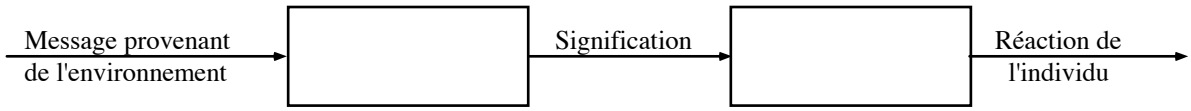


Figure I-5 : *Niveau inférieur de décomposition du schéma fonctionnel précédent.*

Le premier niveau de décomposition fournit une donnée supplémentaire, une variable de plus permettant le contrôle du processus global. En effet, supposons qu'un plan de communication vise à atteindre une réaction du récepteur qui ne se produit pas. Si la réaction est nulle, il convient de vérifier la teneur de la signification. Lorsque celle-ci existe (donc a une valeur), c'est le sous-système de réponse qui est défaillant. En revanche, si elle est nulle (c'est-à-dire que l'individu n'associe pas de signification au message), c'est le sous-système de réception qui nécessite d'être corrigé.

Ce premier niveau élémentaire de décomposition a déjà permis de construire une première loi de détection des causes d'échec dans le système humain de communication. Echec doit ici être compris au sens de résultats non conformes à ceux espérés ou attendus. Il faut poursuivre cette démarche d'analyse du système de communication. L'objectif est d'en construire un modèle conceptuel, afin de formaliser ses lois de fonctionnement.

La modélisation requiert l'usage d'**un outil formel de modélisation**.

4) Outil support de la modélisation : le formalisme S.A.D.T.

La méthode S.A.D.T. (Structured Analysis and Design Technics) est **une méthode d'analyse structurée et de modélisation**. S'appuyant sur un formalisme graphique et textuel, elle permet :

- de modéliser le problème posé avant de chercher à en exposer une solution,
- d'assurer une communication efficace entre les différentes personnes concernées par le système à analyser.

Le modèle S.A.D.T. est composé d'un ensemble de diagrammes ordonnés hiérarchiquement. Au niveau le plus général se situe le diagramme de contexte (niveau -1) qui montre les sources et les destinations des différentes informations arrivant ou sortant de la "boîte à analyser". La boîte à analyser correspond, quant à elle, au diagramme de niveau inférieur (niveau 0), lui-même décomposable en diagrammes de niveau inférieur (niveau 1) et ainsi de suite...

Pour ce qui concerne le système de communication de l'être humain, le schéma fonctionnel global indiqué figure I-4 constitue le diagramme de contexte, de niveau -1, alors que la décomposition de la figure I-5 correspond au niveau 0.

Chacun de ces diagrammes peut être considéré, soit comme un diagramme-père, synthèse de ses diagrammes-enfants, soit comme un diagramme-enfant, analyse de son diagramme-père.

Chaque diagramme des niveaux inférieurs apporte un nombre limité de détails sur un sujet bien délimité. En effet, exception faite du diagramme de contexte, tout diagramme doit être composé au minimum de trois boîtes et au maximum de six boîtes.

Le modèle du monde considéré par S.A.D.T. est composé de données (noms) et d'activités (verbes). En conséquence, deux diagrammes duaux coexistent :

- celui des activités, représenté par des boîtes manipulant des données véhiculées par des flèches,
- celui des données, également représenté par des boîtes où les flèches montrent, cette fois-ci, les activités qui créent et utilisent les données.

L'actigramme est composé de boîtes identifiées par un événement, une activité ou un verbe, et dont les différents rôles peuvent être :

- conférer une valeur ajoutée à une matière d'oeuvre d'entrée en la transformant en matière d'oeuvre de sortie,
- solliciter la donnée en entrée (arc à gauche de la boîte d'activité) pour l'observer à partir de directives de contrôle (arc au dessus de la boîte d'activité) tout en s'appuyant sur les potentialités des mécanismes supports (arc en dessous de la boîte d'activité).

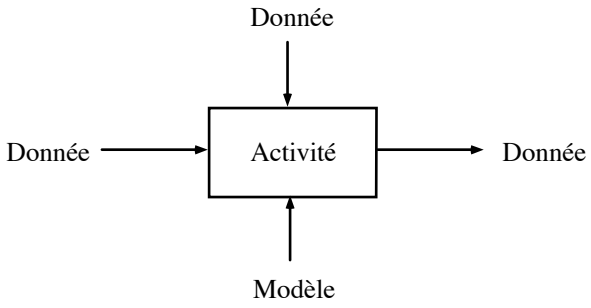


Figure I-6 : *Diagramme d'activité.*

Le datagramme est composé de boîtes de données. Il est créé à partir d'une ou de plusieurs activités d'entrée (activités génératrices) sous le contrôle d'une ou de plusieurs activités de création d'une donnée. Cette donnée est manipulée, observée, consommée par les activités de sortie (activités utilisatrices) sous le contrôle des activité de manipulation, d'observation ou d'utilisation.

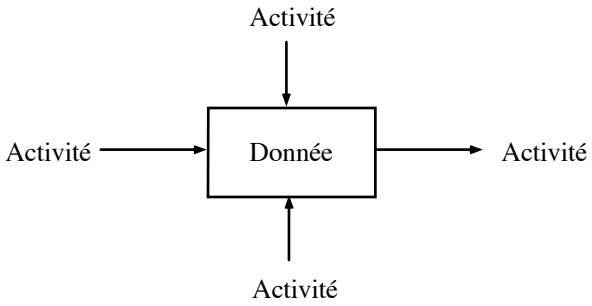


Figure I-7 : *Diagramme de données.*

Les **principes méthodologiques et les éléments symboliques utilisés** pour modéliser le système communicationnel humain, ont été établis, à travers le formalisme système retenu pour mener à bien cette étude.

III-6 : BILAN

Dans cette partie, les éléments permettant de justifier le bien-fondé de l'approche système dans l'étude des systèmes d'information ont été mis en évidence. La méthodologie de mise en oeuvre de cette approche a été présentée. Celle-ci repose sur une modélisation au moyen de l'outil S.A.D.T., qui fournit un modèle détaillé du système considéré, du niveau le plus général au plus particulier par raffinements successifs à travers une analyse hiérarchique descendante.

Une approche système est fondamentalement conditionnée par l'objectif à atteindre. Ceci impose la prise en compte totale des processus mis en oeuvre chez l'individu à la réception d'un train de données. En effet, ce sont ces processus qui réalisent la transformation des données en information signifiante, puis en action ou réaction. Il convient alors de les analyser, en vue de contrôler le processus dans sa globalité. Cette première phase d'analyse va conduire à l'élaboration d'un modèle du système considéré.

I - DETERMINATION D'UN ANCRAGE SCIENTIFIQUE POUR L'ETUDE DES FAITS HUMAINS 81

II - ANALYSE CRITIQUE DU CONCEPT D'INFORMATION 103

III - CADRAGE METHODOLOGIQUE DE LA RECHERCHE 119

IV - DEMARCHES, PROCEDES ET OBJECTIFS DE LA RECHERCHE

IV-1 : INTRODUCTION 135
IV-2 : NIVEAUX D'USAGE D'UNE REPRESENTATION A L'AIDE D'UN MODELE 136
IV-3 : HIERARCHIE DES OBJECTIFS DE LA RECHERCHE 140
IV-4 : INTERET PRAGMATIQUE D'UNE VISION STRATEGIQUE : APPLICATIONS 142
IV-5 : BILAN 146

IV-1 : INTRODUCTION

Le but fixé à l'issue de la partie précédente est la détermination d'un modèle pertinent, vis-à-vis de notre projet concernant l'ingénierie du document, pour le processus communicationnel humain.

Pour ce faire, le principe du recours à l'approche système, ainsi qu'aux méthodes qui lui sont associées, a été retenu. L'usage du formalisme de représentation propre à l'analyse des systèmes automatisés pour l'étude du fait communicationnel humain constitue la caractéristique principale de l'étude. Le développement de cette perspective méthodologique nouvelle occupera la majeure partie du chapitre suivant.

Toutefois, avant d'aborder le fond du sujet, un préalable d'importance semble encore faire défaut. En quoi la détermination d'un modèle peut-elle résoudre ce problème? Ou plus exactement, quel type de difficulté un modèle peut-il contribuer à lever? Par rapport à quoi la pertinence du modèle se détermine-t-elle?

L'ensemble des démarches et procédés réglant la méthode associée à la recherche apporte l'essentiel des réponses à ces questions. A cette fin, la détermination d'un modèle ne constituant pas un objectif en soi, il convient de décrire tout d'abord les usages espérés du modèle.

IV-2 : NIVEAUX D'USAGE D'UNE REPRESENTATION A L'AIDE D'UN MODELE

1) Préambule : principe général de représentation d'un système.

Le but est **décrire le processus communicationnel humain au moyen d'une représentation adéquate**.

Dans le cadre de l'approche retenue, on considère le système comme un ensemble chaîné de composantes en interaction reliant les variables d'entrée aux variables de sortie.

La représentation à l'aide d'un schéma fonctionnel fait apparaître trois entités fondamentales :

- les entrées, sollicitations appliquées de l'extérieur du système,
- le phénomène lui-même, que l'on identifie à une boîte noire à l'intérieur de laquelle se produisent les événements qui assujettissent les sorties aux entrées,
- les sorties, qui sont les réponses que le système élabore sous l'effet des entrées.

La figure suivante présente la représentation par schéma fonctionnel d'un système quelconque.

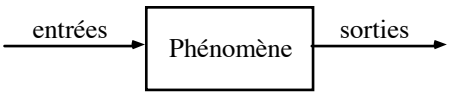


Figure I-8 : *Représentation d'un phénomène quelconque par schéma fonctionnel.*

Dans le cas présent, le système communicationnel humain adopte le schéma fonctionnel global de la figure suivante, déjà introduite précédemment.

Figure I-9 : *Schéma fonctionnel global du système de communication humain.*

On peut faire varier l'entité considérée comme inconnue dans le schéma ci-dessus. Mais on ne peut le faire que dans un ordre précis. Cette procédure détermine

les **3 niveaux hiérarchiques d'usage d'une représentation fonctionnelle**, à savoir d'abord la modélisation, puis la simulation, enfin la commande /LE C 89/.

2) Modélisation du système

La modélisation constitue le premier stade dans l'emploi d'une représentation fonctionnelle.

Lorsque les entrées sont commandables et les sorties observables, on peut faire varier les entrées appliquées au système et observer les sorties correspondantes. L'objectif consiste dans ce cas à construire un modèle du phénomène qui détermine la nature des relations entre les entrées et les sorties.

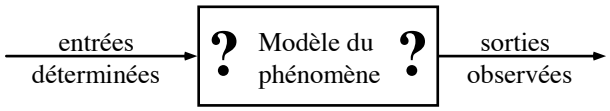


Figure I-10 : *Schématisation de principe de la modélisation.*

Dans le cas de systèmes élémentaires ou de structure simple, la mesure des sorties correspondant à un jeu d'entrées déterminées a priori permet directement de déduire un modèle formalisable mathématiquement. C'est le cas notamment lorsque les relations entre entrées et sorties peuvent s'exprimer sous la forme d'un système d'équations différentielles ou de relations de récurrence.

Toutefois, dans le cas de systèmes complexes, ce mode de représentation n'est pas nécessairement adapté. Parfois même, le manque de connaissances objectives ou quantifiables concernant le système ne permet pas le recours au formalisme mathématique.

Dans ce cas, modéliser le système consiste à construire une structure de plus en plus détaillée faisant intervenir un ensemble de paramètres intermédiaires. Cette procédure permet de mieux décrire le fonctionnement du système, et d'accéder ainsi à une connaissance plus fine de son comportement.

Ce mode de représentation ne donne aucune explication théorique sur les mécanismes effectifs du système réel ainsi analysé. **Le modèle se contente de dupliquer l'apparence observable du système réel**, sans la justifier de l'"intérieur".

3) Simulation du comportement du système

Une fois le modèle déterminé, on peut **accéder à l'étape de simulation du comportement du système.**

En effet, le modèle du phénomène étant cette fois connu, l'application d'un ensemble d'entrées choisies a priori permet de déduire les sorties correspondantes.

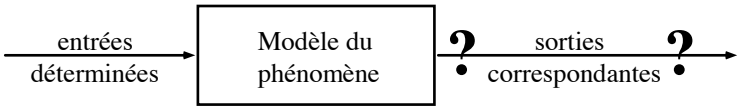


Figure I-11 : *Schématisation de principe de la simulation.*

Dans le cas où l'on dispose d'un modèle mathématique, il s'agit simplement de calculer (à l'aide d'un calculateur) les solutions des équations correspondantes. On se contente de les caractériser lorsqu'elles ne sont pas calculables analytiquement. Les résultats obtenus constituent les simulations du comportement du système réel. Ils permettent alors d'inférer l'évolution des sorties réelles et sont d'une grande aide dans la maîtrise du phénomène.

Toutefois, il convient de ne pas oublier que les simulations ne sont que des estimations des sorties réelles. Elles en fournissent une approximation fiable dans le domaine d'expérimentation où le modèle a été construit -approximation d'autant plus fiable que le modèle est plus fidèle et plus précis. En revanche, les résultats sont à considérer avec beaucoup de circonspection dès lors que l'on s'écarte de ce domaine de validité, poussant ainsi le modèle "aux limites".

C'est du reste par ce moyen que l'on valide et/ou que l'on affine le modèle, en limitant progressivement les écarts constatés entre les résultats de simulation et les mesures correspondantes effectuées sur le phénomène réel, conformément à la figure ci-dessous.

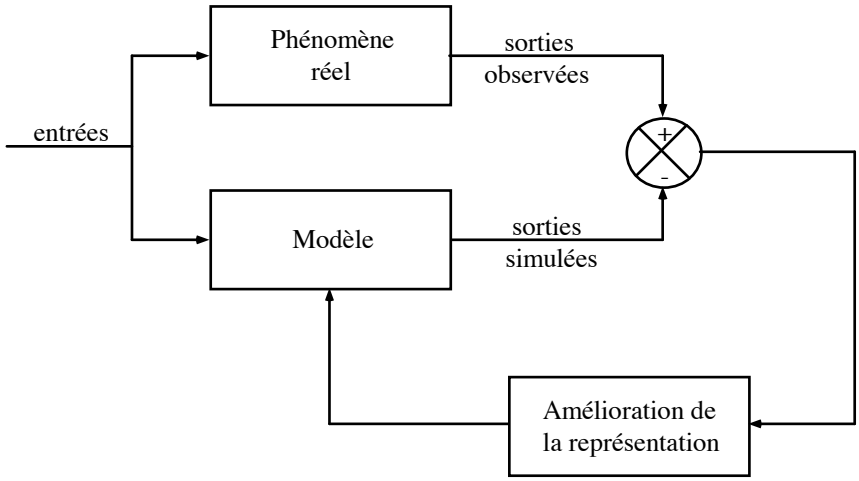


Figure I-12 : *Validation et/ou amélioration d'un modèle au moyen d'une procédure de simulation.*

En résumé, les deux aspects fondamentaux de la simulation à ne pas omettre sont que :

1) le modèle n'est pas le phénomène réel, mais une approximation plus ou moins précise sur un domaine de validité cerné,

2) la comparaison avec des expérimentations et essais en vraie grandeur sur le système réel s'impose comme une nécessité pour vérifier la validité du modèle et/ou l'améliorer.

Ces limitations de fait étant admises et les réserves correspondantes constamment évaluées, **la simulation permet d'anticiper le comportement du système modélisé**, ainsi que l'affirme Naslin /NAS 74/ :

> "*Un modèle d'un phénomène est essentiellement un mode de représentation tel qu'il permette, d'une part de rendre compte de toutes les observations faites, et d'autre part de prévoir le comportement du système considéré dans des conditions plus variées que celles qui ont donné naissance aux observations.*"

4) Commande du système

Le niveau ultime de contrôle d'un système concerne sa commande.

Dans ce cas, on s'est fixé le comportement idéal du système, c'est-à-dire les caractéristiques des sorties attendues. Disposant d'un modèle du phénomène, l'inconnue à déterminer est cette fois la nature des entrées à appliquer pour atteindre cette sortie considérée comme idéale.

Naturellement, si la commande est tout d'abord simulée sur le modèle, le but de cette démarche est de l'appliquer au phénomène réel pour obtenir dans la réalité la sortie considérée a priori comme idéale. Toutefois, la sortie idéale n'existe pas dans l'absolu. Ainsi apparaît la nécessité de se fixer de manière précise un (ou des) objectif(s), qui dépend(ent) le plus souvent de caractéristiques contextuelles consignées dans un cahier des charges. L'objectif à atteindre se modifie lorsque le cahier des charges évolue. Par conséquent, le caractère idéal de la solution recherchée est relatif et variable.

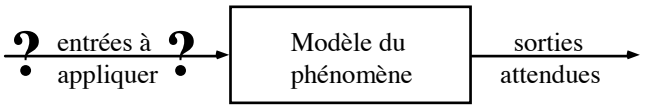


Figure I-13 : *Schématisation de principe de la commande.*

De plus, une fois l'objectif clairement déterminé, il est souvent nécessaire de fixer un critère de qualité permettant d'évaluer la manière dont l'objectif est atteint. En effet, la commande est multiple. La commande optimale est celle qui donne la meilleure estimation du critère de qualité retenu, lorsqu'il est unique, par rapport à l'objectif visé. La commande optimale n'est pas la même si le critère de qualité change pour un même objectif. Si les critères de qualité sont multiples, la notion d'optimisation disparaît, et on ne peut que tenter d'améliorer les performances.

Toutes ces remarques montrent à quel point **la notion de commande optimale est tributaire de nombreux facteurs sélectionnés a priori**. C'est pourquoi l'automaticien est un homme (resp. une femme) qui sait que l'on peut toujours optimiser (c'est-à-dire mieux faire) en :

- cernant mieux l'objectif,
- respectant un critère de qualité plus exigeant,
- améliorant la pertinence, la fiabilité, ou la précision du modèle de base.

Autant reconnaître tout de suite que la tâche n'est jamais finie et ne sera jamais finie. Tout au plus peut-on avancer sur un chemin qui tend vers le meilleur.

IV-3 : HIERARCHIE DES OBJECTIFS DE LA RECHERCHE

1) Préambule : itinéraire de recherche balisé par avance

Le parcours obligé de l'étude d'un phénomène au moyen de l'approche système vient d'être spécifié.

L'analyse des systèmes offrant une méthode universelle pour mieux appréhender les phénomènes réels, quelle que soit leur nature, on comprend assez bien qu'elle devient vite la bible, le credo de l'automaticien. Il était donc tout naturel de chercher à l'exploiter dans le domaine nouveau où me propulsait mon accession à la direction du département audiovisuel, à savoir la communication médiatisée. Il s'agit de l'adopter toute entière, philosophie, approche générale, mais aussi démarches, procédés, outils, formalisme de représentation, syntaxe, méthodes d'analyse et de synthèse, ... en examinant son apport éventuel aux sciences humaines.

Ce faisant, **le parcours décrit au paragraphe précédent balise précisément l'itinéraire de recherche** à suivre.

2) Représenter

Le stade initial concerne la modélisation du fait communicationnel humain.

La recherche d'un modèle vise à fournir une représentation du processus, c'est-à-dire un ensemble borné, mais ouvert, d'éléments constitutifs et leurs interrelations, dans le but de spécifier l'ensemble des mécanismes par lesquels un contenu produit des effets successifs sur un récepteur ciblé. La structure correspondante sera déterminée au moyen de l'analyse structurée descendante, qui requiert le formalisme de représentation S.A.D.T. introduit au paragraphe précédent.

Chaque niveau de décomposition du système global en sous-systèmes plus simples contribue à une connaissance plus fine du fonctionnement du système, et donne de nouvelles informations, de nouveaux modes d'intervention dans une grande variété de situations. Chaque niveau fait apparaître de nouvelles variables permettant de mieux caractériser l'état du récepteur. Sachant qu'informer signifie modifier l'état, ainsi qu'il a été dit au second paragraphe de ce chapitre, on observe que chaque nouvelle variable d'état contribue à spécifier la nature de l'"information", et les processus associés.

Il convient donc de **créer la structure du modèle niveau après niveau** (niveau 1 de décomposition S.A.D.T., niveau 2, niveau 3, ...), **en exploitant au fur et à mesure les résultats obtenus pour chaque niveau.**

3) Diagnostiquer

L'obtention d'un modèle permet ensuite de simuler le comportement du système réel.

Dès lors, l'analyse systématique du modèle obtenu permet de caractériser des modes de dysfonctionnements spécifiques, de répertorier les causes d'échec possibles, tout en anticipant les conséquences des pannes éventuelles. En référençant ce répertoire, on pourra donc **reconnaître des situations réelles, ce qui fournira une aide au diagnostic et contribuera à la prévention des dysfonctionnements**.

A travers ce processus sera en outre réalisée la comparaison entre le modèle et le phénomène réel, primordiale pour la validation du modèle proposé.

4) Elaborer des stratégies

Le recours à la simulation permet l'identification des défaillances. **Le passage à la commande conduit à proposer des solutions pour rétablir les fonctions défaillantes.**

Une analyse rigoureuse de l'état du système à travers le support fourni par le modèle permet une localisation précise des dysfonctionnements. Dès lors, les modes d'intervention en correction et/ou substitution sont facilités par une meilleure détermination de l'effet correctif à apporter. La commande à appliquer pour atteindre l'objectif est ainsi mieux cernée. Elle contribue à **concevoir des stratégies plus efficaces en fonction de l'objectif**.

5) Boucler, i.e. recommencer

Après un premier passage, on repart pour un deuxième tour.

En effet, la commande optimale est établie par simulation sur le modèle en fonction de l'objectif fixé. L'application de cette commande au système réel fait apparaître des écarts de comportement significatifs, qui révèlent les approximations et/ou lacunes du modèle de départ. La prise en compte de ces écarts permet d'améliorer le modèle proposé et/ou de le faire évoluer. On retourne alors au 2), représenter, car on peut représenter mieux. On peut aussi diagnostiquer mieux, et élaborer de meilleures stratégies, mesurer les nouveaux écarts, et ainsi de suite,...

Ainsi se met en place la procédure diabolique de la boucle sans fin, bien connue de l'informaticien, qui tente jusqu'à l'infini une approche asymptotique de la perfection. On sait que ce genre de régime ne peut se stabiliser que si le phénomène devient permanent (i.e. n'évolue plus), ce qui n'a aucune chance d'être notre cas, l'évolution permanente -et rapide- de l'espèce humaine étant de loin sa caractéristique principale.

IV-4 : INTERET PRAGMATIQUE D'UNE VISION STRATEGIQUE : APPLICATIONS

1) Préambule : corrélation à des considérations pratiques liées aux applications

L'introduction de l'approche système dans l'étude des phénomènes liés à l'information n'est pas une idée gratuite.

Ce paragraphe montre qu'elle est justifiée par l'importance de la notion d'objectif dans la mise en circulation d'un ensemble de données dans le but de produire du sens. Cette constatation constitue le fondement d'une approche entièrement conditionnée par le but à atteindre.

A travers les activités de transfert menées au sein du Département Audiovisuel de l'I.S.T.V., ont été soulevées des questions relatives à la circulation des informations dans l'entreprise. De ce fait, ce cadre applicatif particulier sera considéré en priorité.

La définition du concept d'entreprise est fournie par l'I.N.S.E.E. /BRU 81/.

Définition : les entreprises comprennent les agents économiques dont la fonction principale est de produire des biens et des services destinés à la vente.

De ce point de vue, on peut identifier l'entreprise à un rassemblement d'individus qui, pour les besoins de leur fonction, ont à échanger des mots, des faits, des chiffres, en un mot des données. C'est dire l'importance de la circulation des données. Il apparaît ainsi que **la fonction "intellectuelle" des membres d'une organisation est avant tout manipulatrice de données**.

2) Diversité du champ de la communication dans l'entreprise

La communication d'entreprise représente aujourd'hui un champ de recherche vaste et touffu. Pour mettre en lumière quelques éléments fondamentaux la concernant, Christian Schneider /SCH 90/ définit la communication comme une nouvelle fonction stratégique de l'entreprise. Ce paragraphe reprend les éléments essentiels de son ouvrage.

Selon cet auteur, si l'on ne garde du vocable communication que son acception relationnelle et sa finalité, en oubliant volontairement les supports techniques susceptibles d'être utilisés, on constate que le terme n'a pas la même signification pour tous. Certains pensent à la publicité, d'autres à la façon dont l'entreprise va apparaître dans les articles des journalistes, d'autres à de superbes manifestations, d'autres au climat interne... On pourrait multiplier les exemples de visions très partielles du champ de la communication pour l'entreprise. Il ne faut pas oublier les aspects circulation d'informations décisionnelles, techniques ou autres, elles aussi rattachées au concept de communication dans l'entreprise.

Les appellations varient, mais les fonctions demeurent. En prenant en compte la finalité et aussi les techniques mises en oeuvre, on peut distinguer différents types de communication.

Compte-tenu de la diversité des formes de communication simultanées présentes dans l'entreprise, on peut conclure avec Christian Schneider que **leur seul point commun réside dans la dimension stratégique de la mise en circulation des données en vue de produire de l'information**.

3) Stratégie de communication

Dès lors, la **caractérisation d'objectifs précis revêt un caractère vital pour le succès de la mise en oeuvre d'une stratégie quelconque**.

La stratégie de communication est établie :

- soit à partir d'objectifs que la direction générale a fixés,
- soit à partir d'objectifs choisis par le directeur de communication,
- soit selon une formule mixte.

Partant de ces objectifs, la stratégie de communication, qu'il ne faut pas confondre avec le programme ou plan de communication qui en fixe les modalités concrètes d'application, a pour objet de choisir et de définir pour les trois à cinq années suivantes :

- le discours à tenir et le message général à transmettre,
- les grands axes d'efforts et leur hiérarchisation : binômes public/message, interrelations entre efforts dirigés vers l'extérieur et communication interne, répartition des efforts dans le temps,
- les grandes lignes des moyens et des media qui seront utilisés. La stratégie n'a pas à entrer dans le détail -c'est le rôle du programme- mais doit préciser les grandes options,
- l'articulation et la cohérence des différents types de communication devant être utilisés.

Ceci fait apparaître clairement la **liaison entre la politique générale de l'entreprise et la fonction communicationnelle**. Nous ne traiterons pas la théorie de ces relations qui font déjà l'objet de nombreux travaux et se trouvent au delà du champ de nos compétences.

4) Communication audiovisuelle d'entreprise

Dans ce contexte général, on peut envisager de **préciser plus spécifiquement la fonction propre de la communication audiovisuelle dans l'entreprise**, pour les besoins d'une vocation prioritaire à traiter des images et des sons.

Thomas Heller /HEL 90/ lui consacre un ouvrage entier, dans lequel il classifie les audiovisuels d'entreprise davantage selon le public auquel ils sont adressés, les formes de traitement retenues, les conditions d'utilisation, etc... que selon leur finalité ou leur faculté propre à générer du sens.

Un paragraphe traite rapidement des objectifs et effets de l'audiovisuel d'entreprise. On y lit :

> *"L'audiovisuel est le reflet des préoccupations de l'entreprise, acteur de la vie économique et sociale, et doit permettre, dans sa relation avec le public auquel il est destiné, de satisfaire certains besoins relatifs à son activité. Il est donc rattaché à un objectif. Cependant, force est de reconnaître que les objectifs de l'audiovisuel ne sont pas toujours clairement définis. Ainsi, il est fréquent de faire des notions d'information, de formation et de promotion, des objectifs. L'idée de promotion renvoie quand même très directement à un objectif précis,*

la vente. Mais que dire dès qu'il s'agit de formation ou d'information? Car le plaisir d'informer ou de former a moins d'importance que l'objectif que l'on cherche à atteindre avec cette information ou cette formation, ou que les effets, pour embrasser un champ plus large, que l'entreprise peut en attendre."

La question soulevée par Thomas Heller, à laquelle il ne répond pas, mérite qu'on s'y attarde. **Comment rattacher une campagne de communication à un objectif précis, clairement défini?** En effet, cette caractérisation en termes d'objectif participe de la stratégie de l'entreprise. Elle revêt donc un caractère essentiel.

5) Stratégie, objectifs et approche système

Toutes les études indiquent qu'**une stratégie de communication**, quelle que soit sa nature, quels que soient les media utilisés, **est établie à partir d'objectifs fixés a priori**.

A ce point de l'analyse, il est enrichissant de revenir à l'approche système, pour laquelle un objectif est par définition une caractéristique de sortie considérée comme idéale pour le système envisagé. On cherche à atteindre cette sortie idéale suivant un critère de qualité donné.

Par conséquent, fixer un objectif demande :

1) de disposer d'une représentation du système sous forme de modèle,

2) de pouvoir, à travers ce modèle, répertorier les différentes sorties, ainsi que les variables intermédiaires, de manière à localiser le dysfonctionnement et déterminer à quel niveau il est nécessaire d'intervenir,

3) de proposer un plan pour remédier au dysfonctionnement identifié, et établir une commande à même de satisfaire l'objectif.

Cette procédure scientifiquement rigoureuse se situe très loin de la détermination d'objectifs au petit bonheur la chance, telle que l'évoque Thomas Heller. En effet, il est facile, mais inutile, de fixer des objectifs sans se préoccuper de savoir si ceux-ci sont compatibles avec les capacités du système considéré et/ou atteignables. Un taux de performance sérieux ne peut être espéré que si la détermination des objectifs consiste à choisir parmi les seules fonctions que le système communicationnel peut effectivement remplir. Les orientations de la communication d'entreprise formulées en termes de démarche stratégique, objectif à atteindre, planification des étapes, rationalisation des coûts, analyse, suivi et évaluation établit une forte parenté entre la démarche du communicant et celle du qualiticien.

Cette parenté appelle naturellement le recours aux outils de l'ingénieur pour supporter l'analyse a priori et a posteriori, et pour faire de la conception des messages un processus opérationnel, dont les performances seront mesurables. D'où la mise en oeuvre des outils système dans le domaine de l'information et de la communication, pour répondre à des exigences de qualité.

Afin de seconder la conception stratégique, la recherche d'un modèle systémique conduit à **déterminer une liste d'objectifs accessibles à une campagne de communication**, à travers la mise en oeuvre d'un plan ou d'un programme de communication, et à fonder théoriquement les principes de l'élaboration d'une commande adéquate.

IV-5 : BILAN

Ce paragraphe a mis en place la ligne de force qui sous-tend l'étude, depuis l'approche théorique jusqu'à l'utilisation dans le contexte d'études de cas pratiques. Les étapes d'un tracé de recherche globalement cohérent ont ainsi été jalonnées.

Celui-ci débute par la représentation des processus humains impliqués dans le fait communicationnel, à l'aide d'un modèle conforme à l'approche système. Elle utilisera en particulier l'analyse structurée descendante et le formalisme de représentation S.A.D.T..

A partir de là s'exerce la mise à l'épreuve du modèle à travers la simulation. Celle-ci permet entre autres d'effectuer la comparaison des situations simulées avec les situations réelles, ce qui ancre la validité du modèle. Par ailleurs, l'analyse systématique du modèle obtenu conduit à répertorier les causes de défaillances éventuelles et les modalités des dysfonctionnements.

Dès lors, on peut se fixer a priori un état "idéal" à atteindre pour le système, par caractérisation des différents paramètres identifiés dans le modèle, en particulier les sorties. Cet état idéal constitue l'objectif. Le processus de commande détermine alors les corrections à apporter sur l'état du système, et propose des stratégies pour tendre vers l'objectif. La stratégie qui satisfait au mieux un ensemble de critères de qualité consignés dans un cahier des charges, fixé lui aussi a priori en corrélation avec l'objectif, constitue la commande à mettre en oeuvre. C'est par sa faculté à apporter des solutions concrètes sur le terrain des applications pragmatiques, en particulier celles liées à la stratégie de communication dans l'entreprise, que la démarche trouvera sa justification et fera la preuve de l'originalité de son apport.

CHAPITRE 1 : CONCLUSION

Les applications concrètes liées à la recherche présentée ici concernent la conception et la réalisation de documents, dans le but de générer de l'information, c'est-à-dire produire du sens.

Après un examen des diverses notions que recouvre le terme d'information, une définition générique a été adoptée pour le reste de l'étude. Est information pour un être vivant tout signal qui, après perception, produit un effet sur son comportement ou sur son état cognitif. Cet effet se caractérise par une transformation, une modification qui s'identifie à un changement d'état du récepteur : c'est le sens.

L'information est supportée par un signal véhiculant des données, résultat d'un codage et d'un enregistrement de certains attributs significatifs d'un objet ou d'un événement. L'étude scientifique du fait communicationnel humain nécessite en premier lieu de décrire les processus mis en oeuvre à la réception d'un train de données, en termes de fonctions. Il faut pour cela admettre le postulat selon lequel le processus communicationnel global est un invariant inhérent à la nature humaine. Le principe du recours à une modélisation systémique est retenu.

La description du processus prend la forme d'un modèle, c'est-à-dire une représentation abstraite, simplifiée et plus ou moins formalisée. Le modèle doit viser la description des invariants repérés dans le champ du phénomène observé. Le but est de faire apparaître, à travers la modélisation, un ensemble stable de variables permettant de caractériser finement l'état du récepteur. Dès lors, une information affecte l'une de ces variables caractéristiques de l'état, en la modifiant. La modification correspondante est perceptible, et donne prise à l'évaluation.

Le modèle permet donc de décrire, de comprendre, en termes de fonctions, la nature de l'influence d'une information sur son récepteur. C'est une étape nécessaire à la mise en oeuvre d'une analyse fonctionnelle, qui constitue la phase initiale obligée dans la conception d'un produit suivant une démarche qualité.

CHAPITRE 2

CONSTRUCTION D'UN MODELE SYSTEMIQUE DE

L'INDIVIDU COMMUNICANT ET EXPLOITATION

DANS LE CADRE DE L'ANALYSE FONCTIONNELLE

CHAPITRE 2 : INTRODUCTION

L'information s'identifie à une sollicitation perceptuelle qui, lorsqu'elle entre en interaction avec le système récepteur, produit une modification de son état. Ce changement d'état du récepteur est le sens. Une détermination scientifique des effets de l'information exige une description des processus qui s'élaborent successivement chez l'individu à la réception d'un message, en supposant que les processus en question sont des invariants pour le système considéré.

Dès lors, une modélisation suivant une approche système permet une représentation des phénomènes correspondants, dans laquelle un ensemble stable de variables représentatives de l'état du système fournit les paramètres cibles qu'une information vise à modifier.

Les concepts proposés par les psychosociologues et les neurosociologues pour caractériser les comportements humains sont les constituants actifs des processus étudiés. Leur association au sein d'une structure formelle, architecturée en forme d'actigramme, réalise la modélisation systémique recherchée. Le dépouillement des variables sujettes à transformation sous l'influence d'un message fournit la liste des fonctions admissibles pour un programme de communication. Celles-ci sont les "besoins" que l'étape d'analyse fonctionnelle préalable à l'établissement d'un programme s'efforce de répertorier.

De plus, le modèle systémique, à travers l'opération de simulation, constitue le support adéquat pour effectuer l'étude du comportement dynamique du système. Cette méthode permet entre autres l'identification des états, corrects ou défaillants, c'est-à-dire la détermination des anomalies éventuelles et la détection des dysfonctionnements, grâce auxquelles une situation communicationnelle est établie.

L'objet d'un programme de communication se résume à atteindre une situation communicationnelle d'arrivée, considérée a priori comme idéale et appelée objectif, à partir d'une situation communicationnelle de départ caractérisée grâce à l'appui du modèle systémique.

La transition d'une situation à l'autre peut s'avérer parfois complexe, lorsque leur distance nécessite des étapes intermédiaires pour que l'ensemble du processus demeure stable. Cette contrainte justifie l'introduction du concept de "polyptyque", qui désigne un ensemble d'actions communicationnelles chaînées les unes aux autres, permettant d'atteindre un objectif donné tout en assurant la stabilité du processus dans un cas complexe.

La mise en oeuvre de la méthode proposée, et des outils ainsi forgés, clôt ce

chapitre, à travers une première illustration sur une étude de cas industriel.

I - MODELISATION DES PROCESSUS HUMAINS IMPLIQUES DANS LE SYSTEME DE COMMUNICATION

I-1 : INTRODUCTION 153
I-2 : MODELISATION DU PROCESSUS DE RECEPTION 154
I-3 : MODELISATION DU PROCESSUS DE REPONSE 159
I-4 : COMPLETUDE DU MODELE : PRISE EN COMPTE DE CONCEPTS COMPLEMENTAIRES 161
I-5 : COMPLETUDE DU MODELE : PRISE EN COMPTE DES BOUCLES DE RETRO-ACTION 168
I-6 : BILAN 175

II - ETUDE DU COMPORTEMENT DYNAMIQUE DU SYSTEME PAR SIMULATION 177

III - MISE EN OEUVRE DES PRECEPTES QUALITE POUR LA CONCEPTION DES DOCUMENTS 192

IV - ILLUSTRATION SUR UNE ETUDE DE CAS INDUSTRIEL 217

I-1 : INTRODUCTION

Cette partie vise à représenter au moyen d'un formalisme rigoureux le fonctionnement des processus de réception et réponse de l'individu face à une sollicitation extérieure. En effet, les différentes phases qui les composent sont relativement bien connues. Dès 1969, W.C. Mc GUIRRE /GUI 69/, de l'école de Yale aux Etats Unis, proposa la décomposition chronologique suivante :

Exposition	→	Etre mis en contact avec le message,
Attention	→	Porter attention au message,
Compréhension	→	Décoder la signification du message,
Acceptation	→	Souscrire aux informations présentées,
Persistance	→	Maintenir dans le temps l'acceptation,
Action	→	Emettre l'opinion ou produire le comportement attendu.

Le schéma AIDA /JOA 65/

1) Attention
2) Intérêt
3) Désir
4) Acte d'achat

propose une déclinaison plus spécifiquement commerciale des mêmes concepts.

Ce premier niveau de décomposition a été affiné par la suite, faisant progresser la connaissance de ces phénomènes à partir de l'observation de la réalité.

Les résultats des travaux des psychologues et sociologues /LIE 90/ seront utilisés pour mener à bien la tâche de modélisation. En particulier, les concepts qu'ils ont élaborés par un processus d'abstraction des phénomènes réels seront directement repris. La tâche sera axée sur la formalisation, c'est-à-dire la description des phénomènes étudiés à l'aide du symbolisme de l'analyse des systèmes et de sa syntaxe, associée à l'outil S.A.D.T. L'essentiel des résultats présentés dans cette partie a fait l'objet d'une communication personnelle /LEL 93/, disponible dans l'annexe 2.

I-2 : MODELISATION DU PROCESSUS DE RECEPTION

1) Préambule : les différents éléments de la réception

Le processus global se décompose en deux phases successives, même si elles sont très rapprochées dans le temps : la réception du message et l'élaboration d'une réponse. **Le processus de réception sera analysé dans un premier temps**.

L'interface entre l'homme et son environnement est constituée par les cellules réceptrices de ses organes sensoriels (vision, audition, odorat...). Les messages provenant du milieu extérieur sous forme de variation de niveaux d'énergie provoquent des excitations sensorielles saisies par ces capteurs. Ces informations sont immédiatement codées en influx nerveux par les centres nerveux. Ce n'est que lorsque ce message a été transmis au cerveau par les voies afférentes que commence le traitement des informations sensorielles. Le cerveau effectue alors la reconnaissance et l'identification des messages perçus. Ces processus nécessitent des référents préalables, qui ne sont pas innés mais installés par l'apprentissage. Ils siègent dans la mémoire et contribuent à l'action d'interprétation du message. En l'absence de référent, l'élaboration d'une signification est impossible.

Toutes ces variables interviennent à leur tour dans la fonction réception.

2) Modélisation formelle du processus de réception

Les éléments de description formulés dans le paragraphe précédent permettent de **définir une structure organisationnelle du processus de réception**. Le support S.A.D.T. étant utilisé pour la modélisation, l'actigramme du processus est le suivant :

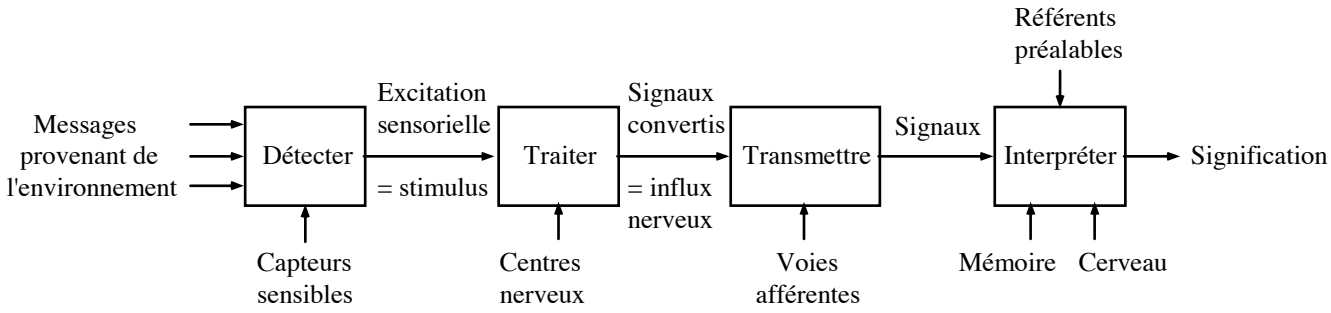


Figure II-1 : *Modèle S.A.D.T. du processus de réception.*

Rappelons que le niveau 0 de décomposition S.A.D.T. du processus communicationnel était le suivant (cf. Figure I-5) :

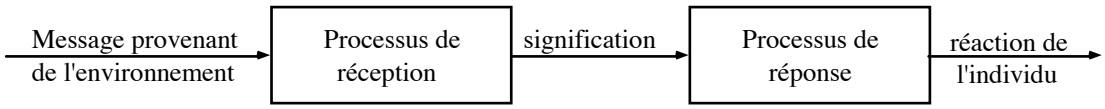


Figure II-2 : *Niveau 0 S.A.D.T. du processus communicationnel.*

Le modèle de la Figure II-1 constitue le niveau 1 S.A.D.T. propre au processus de réception. Comme annoncé, on constate qu'il en fournit une structure plus détaillée faisant intervenir des paramètres et des fonctions intermédiaires.

3) Analyse plus détaillée du mécanisme d'interprétation

Les processus correspondants à l'action interpréter sont complexes. C'est pourquoi il est nécessaire d'**analyser plus finement le mécanisme d'interprétation**.

Les processus de reconnaissance et d'identification sollicitent la mémoire qui est structurée en deux couches /NIN 88/ :
- la couche superficielle correspond à la mémoire immédiate ou à court terme,
- la couche plus profonde correspond à la mémoire à long terme.

Le phénomène perçu est propagé à travers les couches profondes où il est comparé avec tout le contenu de la mémoire. Ce mécanisme permet la reconnaissance lorsqu'une structure stockée dans la mémoire est similaire à celle qui vient d'arriver.

Mais la reconnaissance n'implique pas l'identification, qui consiste à trouver l'identité ou la nature de la chose. Le processus peut être interrompu entre les deux actions. Il est possible de l'observer fréquemment dans la vie courante, lorsqu'un individu entame une conversation précautionneuse avec une personne qu'il reconnait,

qu'il est sûr de connaître, mais dont il est incapable de déterminer comment il la connait, qui elle est, ni ce qu'il a pu partager avec elle.

Le processus de reconnaissance peut provoquer des erreurs, lorsque ce même individu croit reconnaître une personne qu'en réalité il rencontre pour la première fois. Les processus étudiés ne sont pas fiables à 100%. Il convient de prendre en compte leurs éventuelles défaillances, remarque utile pour la suite.

Cette observation permet d'affirmer que **l'action interpréter** de l'actigramme **est en réalité composée de deux actions distinctes : reconnaître et identifier**.

4) Construction d'une signification

Analysons à présent les éléments caractéristiques de l'action identifier.

Dans cette activité de dénomination sont utilisés des symboles (en général des mots) associés à des concepts qui déterminent des classes d'objets concrets ou abstraits. Chaque concept est en bijection dans le cerveau avec des caractéristiques verbales et des caractéristiques imagées.

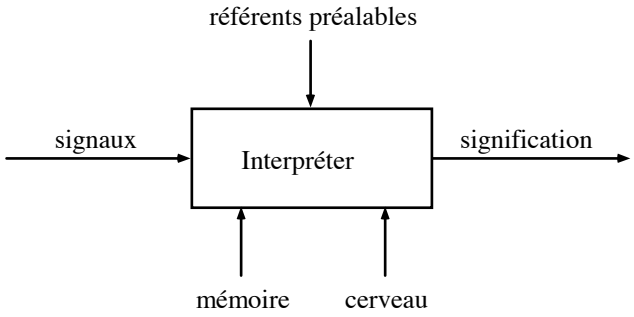


Figure II-3 : *Niveau 1 S.A.D.T. de l'action interpréter.*

Le cas d'observation cité au paragraphe précédent, où le sujet reconnait sans identifier, semblerait indiquer que l'image précède le verbe, puisque le processus peut être interrompu après l'image. Ceci oriente les suppositions vers une structure S.A.D.T. telle que celle présentée figure II-4.

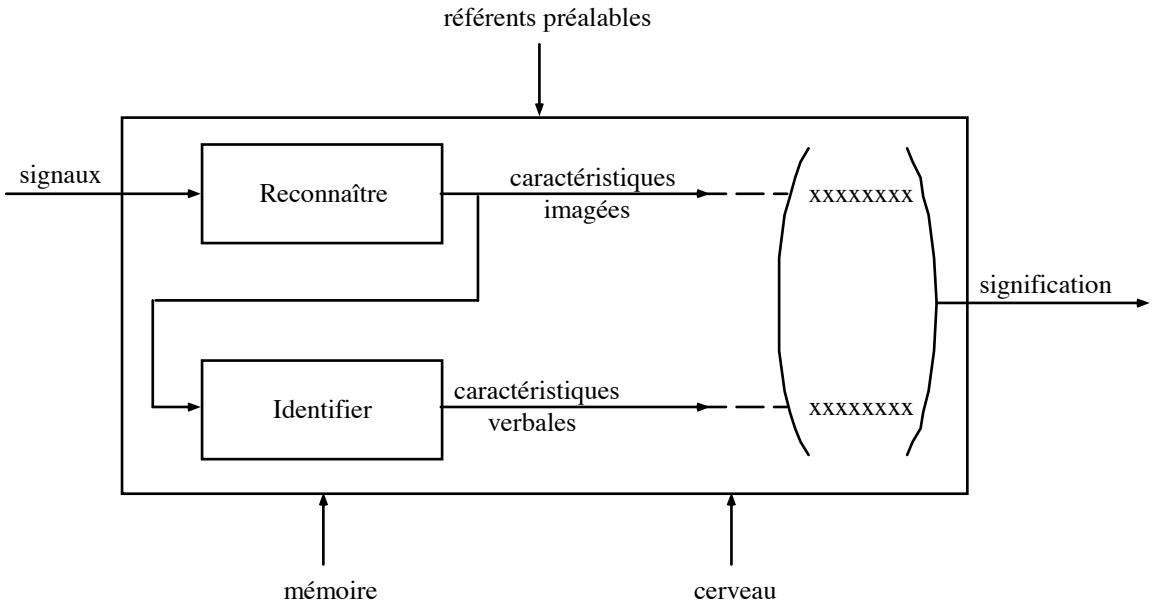


Figure II-4 : *Proposition de niveau 2 S.A.D.T. pour l'action interpréter.*

Toutefois, des situations contraires, où le verbe précède l'image, peuvent être opposées à cette hypothèse. C'est le cas notamment dans toutes les situations d'auto-suggestion, par exemple au cours d'une séance de relaxation, lorsque l'animateur évoque verbalement un état (de sérénité, de bien-être), laissant chaque participant libre de l'image associée (allongé sur le sable à la plage, couché dans le foin à la campagne, dans un transat face aux pentes neigeuses après le ski...).

Ici, le verbe précède l'image, ce qui nous permet de défendre tout autant la décomposition S.A.D.T. de la figure II-5.

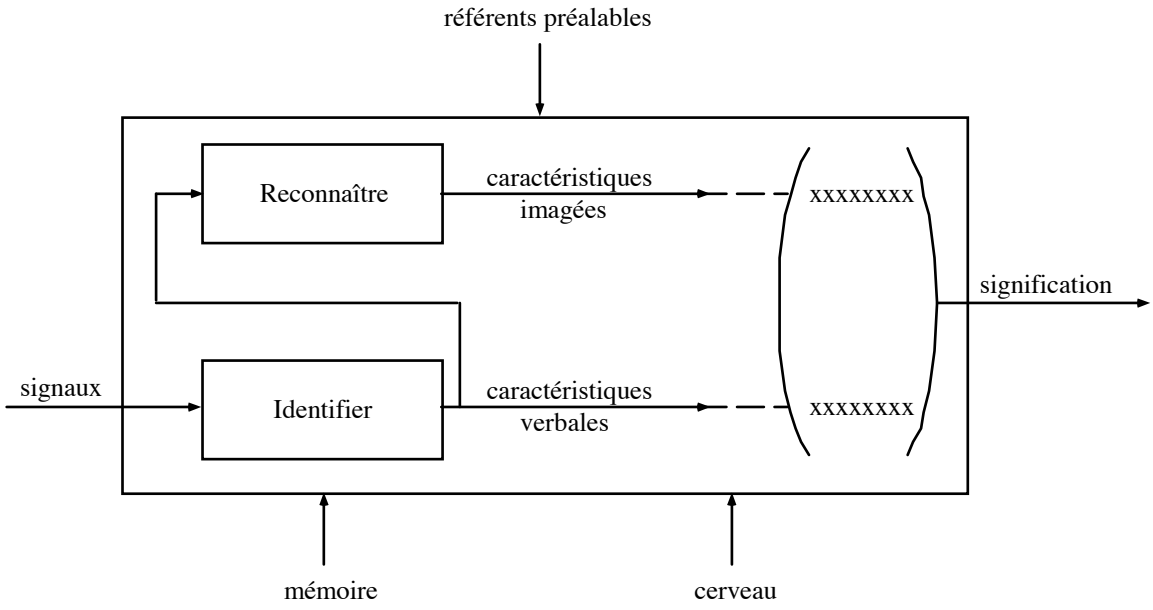


Figure II-5 : *Nouvelle proposition de niveau 2 S.A.D.T. pour l'action interpréter.*

Il en résulte que l'analyse révèle d'ores et déjà un mécanisme de structure très complexe, comportant deux éléments parallèles interconnectés, tels que présentés figure II-6.

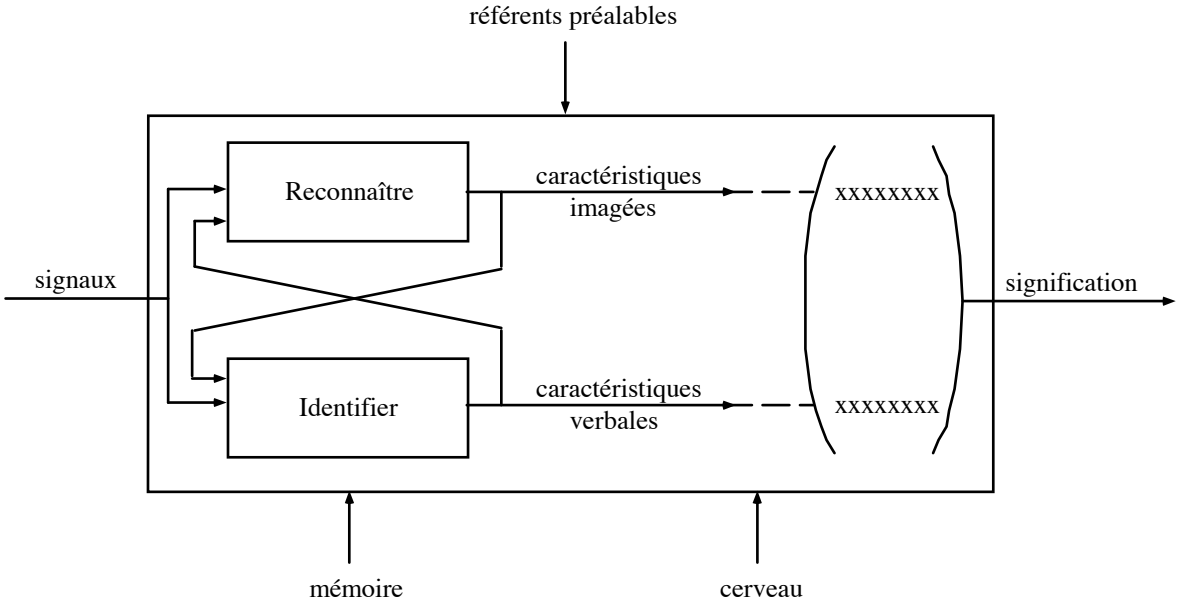


Figure II-6 : *Niveau 2 S.A.D.T. le plus probable pour l'action interpréter.*

Quoi qu'il en soit, la signification se présente comme un paramètre vectoriel, comportant une composante imagée et une composante verbale. Une des composantes du vecteur peut parfois être nulle, lorsque la composante correspondante n'est pas présente. C'est le cas notamment de la lecture strictement abstraite, lorsque l'image de la page n'est pas mémorisée. On sait toutefois que certains individus présentent une aptitude particulière à mémoriser l'image (et non le contenu) de pages entières. On peut donc risquer l'hypothèse que le processus de mémorisation imagée existe toujours, avec des performances variées suivant les individus.

Ainsi à l'issue de la chaîne de traitement de la figure II-1, le processus a converti un signal physique perceptible par les sens en **une signification, qui est un vecteur composé d'une image mentale associée à des caractéristiques verbales**. Rappelons qu'en l'absence de référent dans la mémoire, l'élaboration d'une signification est impossible si ce n'est sous forme de suppositions et d'hypothèses.

I-3 : MODELISATION DU PROCESSUS DE REPONSE

1) Préambule : le phénomène d'évocation

L'élaboration d'une signification achève le processus de réception. Mais le phénomène communicationnel ne s'arrête pas là. **La signification sert à son tour de variable d'entrée pour le processus de réponse.**

Quels sont les mécanismes qui s'enclenchent à la suite ?

La signification immédiate résultant de l'observation s'exprime en termes de dénotation, c'est-à-dire une définition conventionnelle de l'objet constituant une référence commune ou une description. Toutefois, lorsque l'exposition au message /MAR 87/ est réalisée avec des durées suffisamment longues (au delà de une à deux secondes), les sujets expriment alors les impressions, les réflexions et les réactions que leur inspirent le message. Ces éléments relèvent de la connotation, notion plus large qui comprend des significations personnelles liées à la sensibilité et au vécu de chacun, et des significations culturelles (politiques, philosophiques, historiques, économiques...) acquises par l'éducation et les influences socio-culturelles.

Le phénomène d'évocation éveille chez le récepteur des souvenirs :
- sur le plan cognitif : associations d'idées, recoupements avec des connaissances antérieures,
- sur le plan personnel : relations avec le vécu du sujet, évocation de souvenirs personnels, émotions.

Il apparaît ainsi que **le phénomène d'évocation met en jeu un grand nombre d'éléments qui vont très au-delà de la simple signification**.

2) Processus étendu de construction du sens

L'activité correspondante s'identifie au concept abstrait d'appropriation.

L'appropriation, qui se déroule dans les zones de traitement complexes du cerveau /DAM 92/, /SPE 73/, comporte une chaîne d'opérations conceptuelles élaborées mettant en relation l'image perçue et les évocations qu'elle suscite. Au niveau cortical, essentiellement rationnel du cerveau, s'ajoute le niveau sous-cortical, siège de l'émotion, dont l'influence peut se manifester à toutes les étapes du traitement de l'information détectée.

L'interaction de ces deux sphères, rationnelle et émotionnelle, engendre le sens.

3) Caractérisation de l'activité d'appropriation

Une fois de plus, **l'activité d'appropriation présente une structure complexe comportant de multiples éléments interconnectés**.

Dans la mémoire, les caractéristiques de tous les concepts du registre cognitif constituent un vaste ensemble de significations reliées par un réseau relationnel très dense. Cet ensemble représente le champ sémantique de l'individu. Au cours de l'activité d'appropriation, les informations perçues sont mises en relation avec l'ensemble de ce champ sémantique. Ceci donne une dimension nouvelle au message reçu, par insertion dans un champ relationnel qui lui donne une envergure bien plus importante que celle simplement contenue dans les données. Cette contextualisation propre à l'individu conduit à l'affectation d'une "portée" au message. Ce terme est proposé comme synonyme pour sens, ou valeur, qui ont déjà, tous les deux, reçu une définition autre. Cette portée est une grandeur vectorielle comportant deux composantes : la portée abstraite (liée aux registres cognitifs), et la portée émotionnelle. Le vecteur correspondant peut provoquer une réaction rationnelle et/ou émotionnelle chez le récepteur, qui peut déboucher sur une action volontaire (résultat d'une réflexion) ou involontaire (de l'ordre du réflexe).

Ici, **la décomposition rationnel/émotionnel est privilégiée dans le puissant réseau de significations interconnectées que constitue le champ sémantique**. C'est un parti-pris qui relève pour beaucoup de l'intuition, mais fondé quand même sur la littérature. Cette décision peut-être discutée ou controversée.

4) Modélisation formelle du processus de réponse

A partir des éléments précédents, il est possible de **construire l'actigramme S.A.D.T. du processus de réponse**.

Le modèle de la figure II-7 **constitue le niveau 1 S.A.D.T. propre au processus de réponse.**

Les deux schémas des figures II-1 et II-7 constituent respectivement des décompositions de niveau 1 pour les diagrammes de la figure II-2. Ils s'enchaînent pour constituer le processus global de communication de l'individu, tel que le diagramme de contexte l'a schématisé dans la figure I-4.

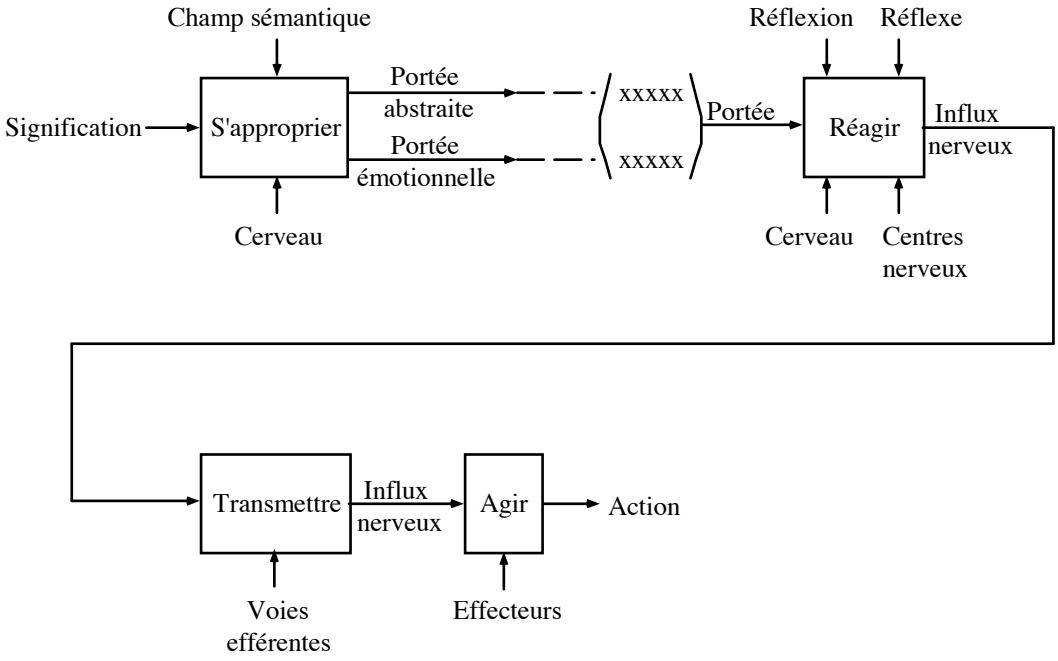


Figure II-7 : *Modèle SADT du processus de réponse*.

I-4 : COMPLETUDE DU MODELE : PRISE EN COMPTE DE CONCEPTS COMPLEMENTAIRES

1) Préambule : inventaire des variables identifiées

Comparons le schéma de Yale, qui a introduit ce paragraphe, **avec les résultats obtenus jusqu'à présent**.

Exposition	→	Etre mis en contact avec le message,
Attention	→	Porter attention au message,
Compréhension	→	Décoder la signification du message,
Acceptation	→	Souscrire aux informations présentées,
Persistance	→	Maintenir dans le temps l'acceptation,
Action	→	Emettre l'opinion ou produire le comportement attendu.

Les actigrammes S.A.D.T. obtenus font apparaître l'"exposition", qui correspond à l'étape d'entrée dans le processus, associée à l'action "détecter". La "compréhension" est identique à l'action "interpréter", détaillée figure II-6, lorsque celle-ci produit un résultat positif, c'est-à-dire génère effectivement une signification. L'"acceptation" est le résultat d'une appropriation ayant généré une réaction de l'ordre de l'adhésion dans le schéma de la figure II-7.

Si l'on écarte pour le moment le problème de la persistance, qui fait intervenir une extension temporelle dont il n'est pas tenu compte dans l'immédiat, il ne manque que la variable d'attention.

De plus, une étude plus approfondie montre qu'il est possible de préciser davantage la phase d'action.

Il convient de détailler ces deux éléments : attention et action.

2) Premier élément complémentaire : l'attention

L'attention constitue une notion très complexe que les recherches en psychologie ne permettent pas encore de décrire avec précision /KAP 84/.

L'attention est directement liée au flux de sollicitations perceptives auxquelles l'environnement soumet l'individu. La capacité de traitement du cerveau humain étant limitée, il n'est pas possible de dépasser un certain volume de données par unité de temps. En conséquence, lorsque les sollicitations sont multiples et complexes, ou lorsque la charge de données reçues augmente, une sélection échelonnée dans le temps s'opère, que l'on peut assimiler à la "conduite exploratoire". L'attention participe aux mécanismes de tri ou de sélection opérant au niveau de la perception en privilégiant certains stimuli. Elle peut présenter deux modalités distinctes :

- l'attention involontaire ou réflexe, qui échappe au contrôle de l'organisme ; elle se caractérise par ses aspects directs et sensoriels,

- l'attention volontaire déterminée par les choix motivés de l'individu assurant un contrôle total de ses interactions avec l'environnement ; cette forme d'attention présente un caractère indirect et intellectualisé.

De plus, tout se passe comme si l'être humain disposait d'un potentiel attentionnel fixe, qu'il peut consacrer à un seul objet ou répartir entre plusieurs objets. Ainsi, lorsque l'attention est concentrée sur une activité focalisée (recherche d'un stimulus, calcul mental, ...), tout objet non essentiel à l'activité en cours est éliminé du champ de l'attention. L'intensité attentionnelle est très élevée, mais dirigée. Au contraire, si l'attention est diffuse ou dispersée, le nombre et la diversité des objets de l'attention entraînent une certaine baisse de l'intensité attentionnelle.

Enfin, l'intensité attentionnelle fluctue avec le temps. Il n'est pas possible de maintenir indéfiniment un état d'attention soutenue ou concentrée, pour des raisons physiologiques (fatigue du système nerveux) et psychologiques (monotonie, lassitude).

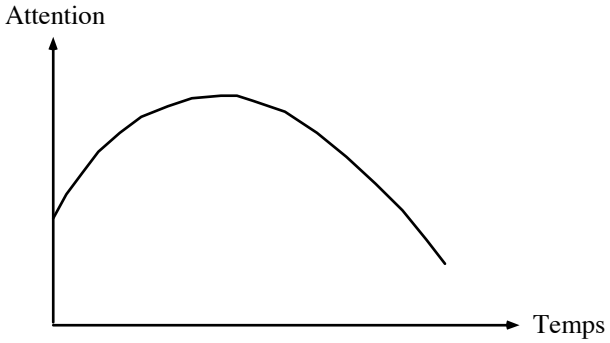


Figure II-8 : *Allure de la variation de la courbe d'attention en fonction du temps.*

Les nombreux travaux concernant l'attention ont permis de **relier ce concept à la mesure physiologique d'un niveau d'activation** de certains organes concernés, en particulier la formation réticulée du tronc cérébral.

3) Notion d'activation

Cette notion est liée à celle de vigilance et d'éveil.

Au dessous d'un certain niveau d'excitation du système nerveux, l'individu n'est plus capable de prendre conscience et d'agir. Le niveau d'activation traduit l'intensité des comportements, qu'ils soient perceptifs ou autres, et il représente le processus neurologique qui dynamise l'organisme. Un bas niveau d'activation se traduit généralement par une inattention aux stimuli de l'environnement, un fonctionnement léthargique du système moteur et une habileté réduite à faire face aux modifications du milieu. Un haut niveau d'activation produit l'éveil et la vigilance associés à une facilitation des performances psycho-motrices (préparation à l'action). Il assure un contrôle accru des capacités d'attention (focalisation, sélection, intensité...). Il donne une grande habileté à réagir de façon appropriée aux fluctuations et aux changements de l'environnement.

Il existe un niveau optimum d'activation au-delà duquel le comportement se désorganise, provoquant un état d'hyper-activité, un affaiblissement des capacités d'attention, et parfois une panique incontrôlable. Cet état peut être engendré, et c'est souvent le cas, par un choc émotionnel : peur ou joie excessive, trac... L'excès de motivation (comme la passion par exemple) peut conduire à ce niveau d'activation perturbateur.

Le pic de la courbe (niveau d'activation correspondant à un niveau de vigilance maximum) est ce que recherche, en se concentrant, un champion ou un musicien qui doit être prêt à réagir de façon appropriée à tous les événements d'une course, d'un match, ou d'un concert.

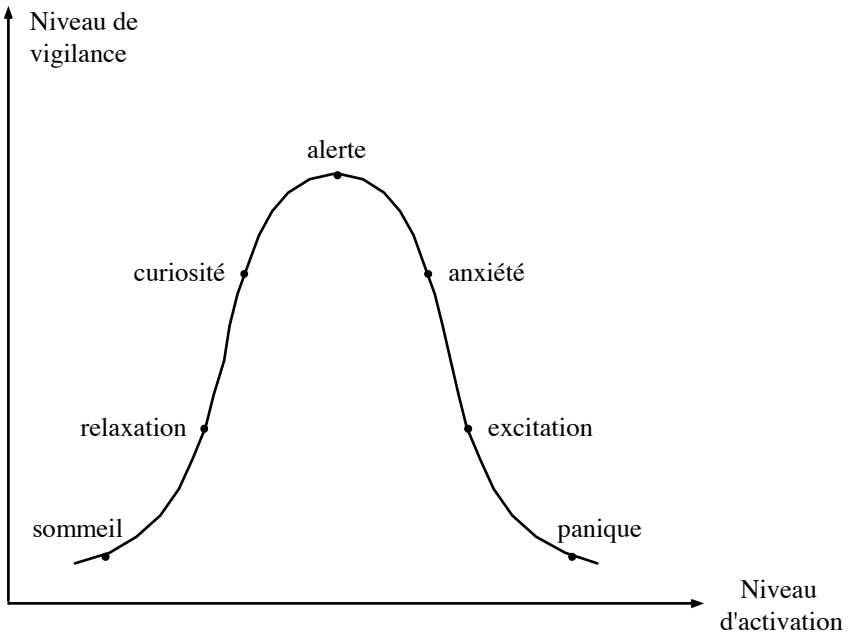


Figure II-9 : *Courbe reliant le niveau de vigilance au niveau d'activation.*

De tout ceci, il résulte que **le niveau d'activation de l'individu influence la réponse du processus communicationnel** face à une sollicitation donnée.

4) Insertion dans les actigrammes S.A.D.T.

De ce fait, **il convient d'intégrer ces résultats dans les actigrammes S.A.D.T.** obtenus précédemment.

Conformément à la figure II-9, la vigilance est directement fonction du niveau d'activation. Par ailleurs, en confondant le niveau d'activation avec la notion d'attention, on peut assujettir l'évolution du processus étudié à ce seul concept indépendant supplémentaire, les autres variables citées lui étant directement reliées. Il faut donc insérer la variable d'attention dans les diagrammes obtenus.

L'existence simultanée de deux modalités différentes pour la notion d'attention a été mise en évidence. L'attention réflexe est directe et sensorielle. C'est elle qui fait retenir de préférence un stimulus parmi tous les autres. On peut ainsi évaluer les stimuli en fonction de leur valeur d'appel, c'est-à-dire leur capacité à provoquer une attention réflexe au niveau perceptif.

Selon Berlyne /BER 60/, cette valeur dépend :
- de facteurs psycho-physiques : intensité, caractéristiques spatio-temporelles, couleurs ...,
- de facteurs écologiques : association à des conditions biologiques bénéfiques ou nocives pour l'organisme,
- de facteurs liés à la nouveauté, la surprise, l'ambiguïté ou l'incongruité.

Il apparaît ainsi que l'attention réflexe intervient comme un filtre qui permet à l'individu de détecter, ou non, un stimulus auquel son environnement le soumet. Le concept figure donc dans le diagramme sous forme d'un facteur déclenchant ou inhibiteur potentiel de l'action détecter, au niveau sensoriel.

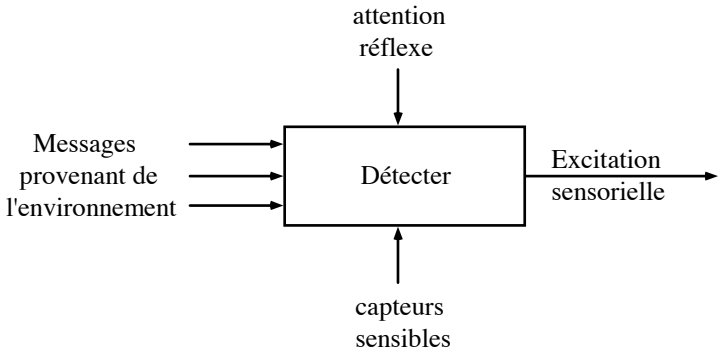


Figure II-10 : *Ajout de l'attention directe.*

L'attention n'intervient sans doute pas dans les deux actions traiter et transmettre, qui sont quasiment automatiques. En revanche, l'attention sous sa forme intellectualisée, intervient de même comme phénomène déclenchant ou inhibiteur potentiel dans les actions interpréter et s'approprier qui se déroulent dans le cerveau. En effet, à chacune de ces étapes, un niveau d'activation insuffisant, c'est-à-dire une attention insuffisante, peut faire échouer le processus en cours, par abandon.

Par exemple :
- au niveau interpréter : "Oui, je l'ai vu, mais je n'ai pas cherché à comprendre".
- au niveau s'approprier : "Oui, j'ai bien compris, mais cela m'indiffère, je m'en moque".

Dans le premier cas, les signaux décodés n'ont pas été mis en relation avec les référents préalables, par manque d'attention. Dans le second cas, la signification perçue n'a pas été confrontée au champ sémantique.

Notons que sous cette seconde forme, plus élaborée, l'attention est assez proche de ce que nous pouvons appeler intuitivement la motivation. Mais une autre

signification sera attribuée plus loin au concept de motivation. Elle est, en revanche, totalement confondue avec la variable d'"intérêt" que fait intervenir le formalisme AIDA.

Dans les diagrammes S.A.D.T. s'ajoute donc un arc inhibiteur, ainsi que l'indique la figure ci-dessous.

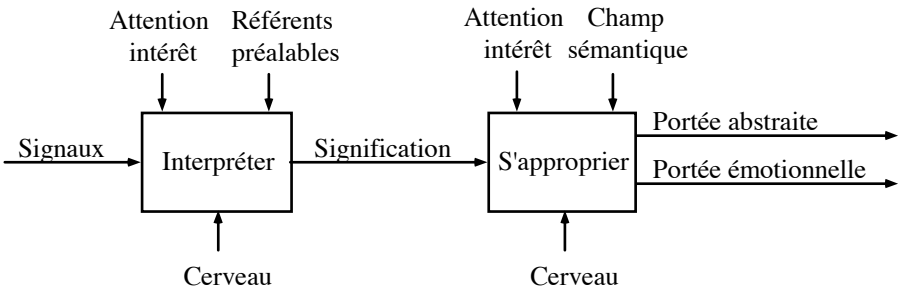


Figure II-11 : *Ajout de l'attention indirecte*.

Les deux figures II-10 et II-11 **indiquent comment intervient l'attention dans le processus communicationnel**. En revanche, l'attention n'a pas d'effet sur l'action réagir. A ce niveau-là, c'est le système d'attitudes qui entre en jeu.

5) Second élément complémentaire : l'attitude

Lorsque l'on souhaite provoquer une réponse en terme d'action de la part du récepteur, **il importe de tenir compte de l'attitude, qui est une disposition durable à agir ou à réagir** /JAH 66/, /NUT 75/.

L'attitude est chargée d'affectivité : elle est liée à des sensations et à des émotions. Elle est favorable, défavorable, ou ambivalente. Elle exerce une influence directrice sur la conduite : elle oriente l'action ou la réaction. En ce sens, elle doit être distinguée de l'opinion qui est l'expression momentanée d'un avis ou d'un jugement. L'opinion peut ou non correspondre à une attitude réelle.

Dans le modèle S.A.D.T., le système d'attitudes doit être pris en compte comme une donnée de contrôle, dont l'influence est déclenchante ou inhibitrice de l'activité réagir.

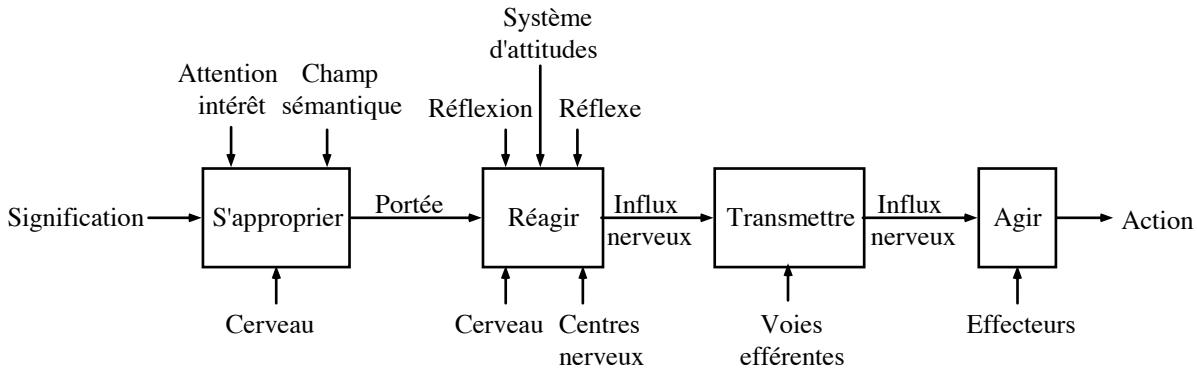


Figure II-12 : *Modèle SADT complété du processus de réponse.*

Le système d'attitudes exerce deux fonctions principales :
- intégration sociale : les attitudes entraînent un effet de conformité à un groupe d'appartenance,
- équilibrage de la personnalité : le système d'attitudes constitue une sorte de cadre de référence interne qui rassure l'individu. Il sait pouvoir compter sur ce cadre face aux changements et aux événements extérieurs.

L'attitude est constituée de trois éléments :
- l'élément cognitif concerne toutes les connaissances et les jugements relatifs à l'objet de l'attitude,
- l'élément émotionnel se rapporte aux sentiments éprouvés (haine, sympathie, admiration, ...),
- l'élément conatif concerne la volonté, la motivation, le désir d'agir.

La centralité de l'attitude mesure le degré de préoccupation du sujet pour l'objet de cette attitude. L'attitude reste périphérique lorsque son objet n'a qu'un intérêt secondaire pour l'individu.

On peut affecter une valence à chaque élément, évaluée sur un axe vectoriel (direction : pour ou contre, degré : pas du tout, un peu, moyennement, beaucoup). Il y a cohérence interne de l'attitude quand les trois éléments ont la même valence. L'ambiguïté existe lorsque les éléments ont des valences inégales.

On constate en général que l'extrêmisme (c'est-à-dire une valence très forte, en positif ou en négatif) est plus central que la modération.

L'extrêmisme implique une forte préoccupation, mais pas obligatoirement une grande cohérence interne : on peut être extrêmiste de manière très cognitive, ou émotionnelle, ou même conative.

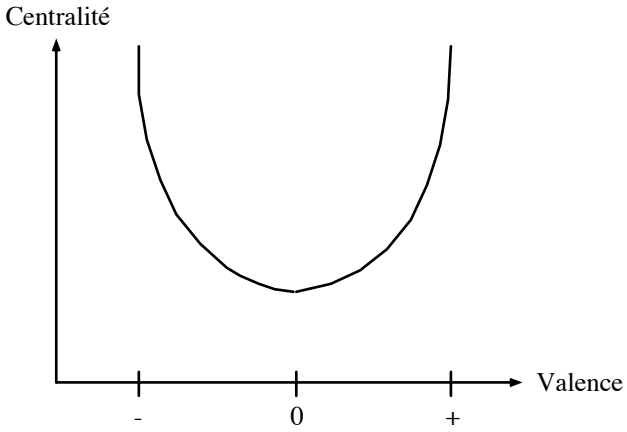


Figure II-13 : *Allure de la courbe reliant la centralité à la valence.*

Changer d'attitude implique une remise en cause du système d'attitudes et une restructuration du contenu de l'esprit, effort auquel l'individu répugne généralement par inertie, et aussi par souci de sécurisation. Cette résistance au changement est particulièrement forte pour les attitudes centrales en raison de la forte valence de leurs éléments. En revanche, il est beaucoup plus facile d'obtenir un changement lorsqu'il s'agit d'attitudes périphériques. C'est ainsi que la publicité parvient à modifier nos habitudes alimentaires ou vestimentaires. Mais nous sommes beaucoup plus réticents lorsqu'il s'agit de nos convictions politiques ou religieuses.

En résumé, **l'attitude se matérialise comme un phénomène qui conditionne la réaction**, et qu'il convient de ne pas négliger.

I-5 : COMPLETUDE DU MODELE : PRISE EN COMPTE DES BOUCLES DE RETRO-ACTION

1) Préambule : un modèle systémique simplifié à l'extrême

Un "premier jet" de modèle systémique a été obtenu grâce aux deux schémas des figures II-1 et II-7 qui s'enchaînent pour constituer le processus global de communication de l'individu, tel que le diagramme de contexte l'a schématisé dans la figure I-4. Comme tout premier jet, il est simplifié à l'extrême. De ce fait, il constitue une ébauche, satisfaisante à un niveau de généralité tel qu'il se contente d'une description assez sommaire, suffisante toutefois pour se construire une première représentation des phénomènes étudiés.

Pourtant, des aspects importants lui font cruellement défaut, et parmi eux, en tout premier lieu, l'interaction permanente entre le message perçu par le récepteur et les éléments pré-existants, préalablement stockés dans la mémoire et constamment exploités par le cerveau. En effet, l'étude précédente a indiqué que tout nouveau message est confronté successivement aux référents, au champ sémantique, au système

d'attitudes. Mais ces trois éléments personnels à l'individu ne sont pas inertes : ils s'enrichissent tout au long de la vie, au fur et à mesure des expériences vécues par le sujet ; ils s'enrichissent par l'intermédiaire des sollicitations extérieures auxquelles le sujet est soumis.

Cette interaction directe et permanente entre les sollicitations extérieures et l'ensemble dense de significations interconnectées propre à la mémoire de chaque individu n'est pas suffisamment traduite par le schéma de premier jet. Il convient de s'y atteler à présent.

2) Concepts d'information structure et information circulante

Le cerveau joue un rôle déterminant dans les interactions communicationnelles auxquelles est confronté l'individu.

Les actions repertoriées transcrivent des fonctions faisant appel à des mécanismes supports de nature physique et/ou physiologique. La fonction détecter s'appuie sur les capteurs sensibles uniformément répartis sur le corps. Les centres nerveux et les voies afférentes se chargent du traitement et du transport de l'information détectée par les capteurs sensibles en direction du cerveau (cf figure II-1). De façon symétrique, les voies efférentes et les muscles effecteurs transmettent les ordres émis par le cerveau et les convertissent en réaction physique (cf figure II-7).

En revanche, les trois fonctions centrales, interpréter, s'approprier et réagir, utilisent exclusivement le cerveau comme support physique de réalisation de l'action. Elles en exploitent en outre les ressources, puisque les référents, le champ sémantique et le système d'attitudes se réfèrent à des éléments stockés dans la mémoire, c'est-à-dire dans le cerveau. C'est donc au niveau de ces trois fonctions-là que s'exprime cette forte interaction entre le message qui vient d'arriver et le champ relationnel des données pré-existantes.

Pour décrire le fonctionnement cérébral et son organisation, Henri Laborit /LAB 83/ utilise les concepts d'information structure et information circulante.

> "*L'information structure est celle qui met en forme chaque niveau d'organisation de l'atome à l'espèce. L'information circulante est celle qui circule, comme son nom l'indique, d'un niveau d'organisation à un autre et permet la cohérence de l'ensemble*."

Ces deux notions peuvent être exploitées avec profit pour l'étude qui nous préoccupe. Chacun de nous possède, dans son cerveau, une structure interprétative personnelle comportant peut-être certains éléments innés hérités d'un patrimoine génétique, et à coup sûr un grand nombre d'éléments acquis par apprentissage au cours de son histoire propre. Chaque structure interprétative est unique, subjective, partiellement inconnue et non identifiable par un tiers. Elle représente l'information structure siégeant dans le cerveau.

Au contraire, lorqu'une sollicitation extérieure est perçue par un récepteur, elle est immédiatement codée par les centres nerveux. Elle arrive donc au cerveau sous

forme d'information circulante, comportant déjà une part "d'interprétation personnelle". En effet les données perçues ayant subi un premier niveau de codage, rien ne permet d'affirmer que ce codage soit identique pour tous les êtres humains. Au contraire, il est assuré par l'expérience que nous ne "voyons" pas les couleurs et les formes de la même façon, que nous "n'entendons" pas les sons et les musiques de la même façon. Mais les écarts se situent-ils au codage ou à l'interprétation ? Seule une étude approfondie permettrait de répondre scientifiquement à cette question.

C'est de l'interaction entre l'information structure et l'information circulante que jaillissent respectivement la signification, la portée et la réaction, c'est-à-dire le sens affecté au message. Dès lors, il est clair qu'aucun message ne comporte de sens intrinsèque. Chaque message est potentiellement porteur d'une infinité de sens selon les contextes personnels avec lesquels il est placé en interaction. Le caractère unique et incomplètement identifiable de chaque information structure implique de plus l'impossibilité de déterminer avec certitude (c'est-à-dire sans erreurs ni approximations) le sens que le message a généré auprès d'un récepteur considéré individuellement. En particulier, les interprétations et réactions non verbales (de l'ordre de l'émotionnel et de l'affectif) ne peuvent pas être évaluées objectivement. Ceci justifie pourquoi les concepteurs de programmes de communication travaillent statistiquement, auprès d'une "cible", individu virtuel doté des caractéristiques statistiquement communes (en moyenne et en écart-type) à tous les individus constituant le segment de population correspondant à cette cible. C'est aussi la raison pour laquelle on ne peut jamais tenir un résultat individuel pour représentatif du comportement de la cible.

Pour ce qui nous concerne, travaillant sur le modèle systémique, c'est-à-dire le processus régissant l'échange communicationnel, **nous reportons** à présent **notre étude sur les modalités d'interaction entre l'information structure et l'information circulante**.

3) Boucles de rétro-action entre information structure et information circulante

La première partie de l'étude, prenant appui sur la bibliographie, **a postulé l'existence d'une comparaison entre l'information structure et l'information circulante** parvenant au cerveau. Considérons, en guise d'exemple, le processus d'interprétation.

Le phénomène perçu est propagé à travers les couches profondes où il est comparé avec tout le contenu de la mémoire. La signification jaillit lorsqu'une connexion, un rapprochement se réalise. Toutefois dans cette activité, si la comparaison a pour premier but de rapprocher les structures similaires ou assimilables, elle évalue tout aussitôt les différences entre les deux structures assimilées. Le rapprochement permet l'interprétation, la construction d'une signification. Mais la structure particulière, avec ses spécificités, représente une nouvelle expérience concrète qui, à son tour, va être mémorisée comme telle, et enrichir l'information structure. C'est par ce moyen que s'établissent, par apprentissage, les relations

prévalant dans l'information structure. C'est par ce moyen que nous reconnaissons immédiatement une chaise (structure assimilable et assimilée), mais une chaise à laquelle il manque un pied (structure toutefois spécifique et mémorisée en tant que telle).

Cette analyse indique que, non seulement il y a exploitation des ressources de l'information structure par le processus considéré, ici par le biais des référents, mais il y a au surplus enrichissement de cette information structure à travers l'appropriation de l'information circulante exploitée. Par conséquent, il y a lieu de compléter le schéma de la figure II-3 au moyen d'une liaison inverse, allant cette fois de l'information circulante vers l'information structure, et représentant la boucle de rétro-action nécessaire pour que s'établisse une inter-action, c'est-à-dire une action réciproque.

L'information circulante peut générer de l'information structure soit en la complétant, si le message est assimilé et mémorisé dans une banque de données accessible par la suite, soit en provoquant sa remise en cause partielle. Sous l'emprise de l'information circulante, l'information structure peut croître et se réorganiser, comme elle peut aussi se fragiliser et se désorganiser. On voit apparaître alors des boucles auto-organisatrices (ou auto-désorganisatrices) où l'information circulante génère et améliore l'information structure qui, à son tour, devient capable d'assimiler et d'interpréter une plus grande (ou une moins grande) variété d'information circulante. C'est ce phénomène que traduit le schéma proposé ci-dessus.

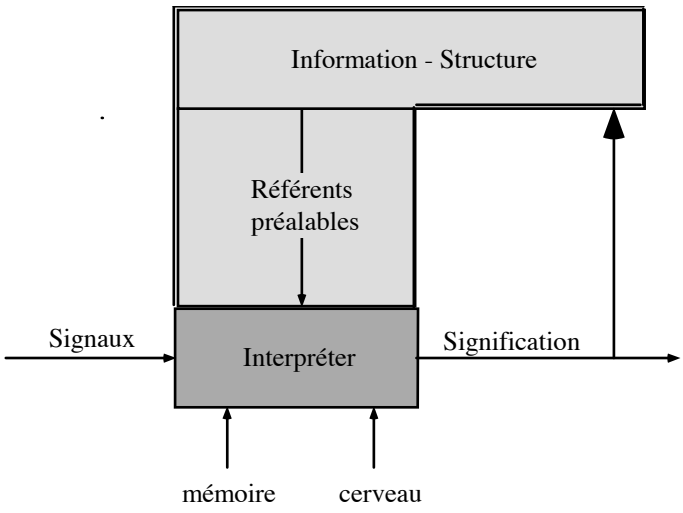


Figure II-14 : *Représentation de l'interaction entre information structure et information circulante au niveau de l'action interpréter.*

Les deux flèches inversées de la figure ci-dessus traduisent l'action de l'information structure sur l'information circulante, et la rétro-action de l'information

circulante sur l'information structure, c'est-à-dire finalement **leur interaction**. Un schéma analogue peut être établi concernant les actions s'approprier et réagir, faisant intervenir respectivement le champ sémantique et le système d'attitudes.

4) Complexification du dispositif séquentiel

Quelques "études de cas" permettent de mettre en lumière les lacunes demeurant encore dans le modèle systémique complété.

Lorsqu'un individu pose la main par inadvertance sur un objet brûlant, il la retire immédiatement. "C'est un réflexe", dira-t-on. Or en examinant le modèle systémique précédemment construit, on constate que le dispositif strictement séquentiel impose de traverser impérativement les étages d'interprétation et d'appropriation avant de parvenir à l'étage réagir, où la contrainte réflexe peut agir. Par conséquent, en obéissant à ce schéma, l'individu se dit d'abord "c'est chaud", puis il exprime consciemment qu'il peut faire cesser cette sensation en ôtant la main, enfin il la retire. La linéarité de cette procédure est absolument démentie par l'observation de la réalité. Avant toute chose, le sujet retire la main par réflexe. Puis il formule la signification des signaux expédiés par les capteurs sensibles : "c'était chaud". Cela signifie que les capteurs sensibles ont le pouvoir d'expédier des signaux qui vont attaquer directement le processus d'action sans traverser les autres modules. L'intensité des signaux, en particulier lorsqu'ils dépassent le seuil de la douleur, peuvent alors provoquer un acte réflexe bien avant que la structure interprétative n'ait fourni un autre sens à l'information circulante (sens de type rationnel = signification ou de type émotionnel = portée) : ici la composante physique prime. Il y a donc en même temps séquentialité et parallélisme des modules.

Le raisonnement peut être étendu au module d'appropriation. Une musique peut émouvoir jusqu'au fond de l'âme, provoquer des frissons, avant qu'une signification ne lui soit attribuée (c'est le "Requiem" de Duruflé ... ou autre!). Ainsi les trois actions de l'actigramme construit se positionnent simultanément en série et en parallèle.

Cela constitue déjà une complexification notoire du schéma, mais ce n'est pas la seule. Autre cas : dans les tribus indiennes, les hommes doivent marcher sur les braises, ou laisser la main sur le métal rougi pour prouver leur bravoure. Que se passe-t-il alors ? Un message prioritaire de douleur est expédié par les capteurs sensibles en direction du cerveau, qui devrait en retour envoyer une commande réflexe de retrait de la main. Mais la main ne se retire pas, car l'homme se "contrôle", c'est-à-dire qu'il inhibe volontairement l'acte réflexe de sécurité. Ceci indique que le modèle systémique possède en outre une fonction de contrôle, qui joue un rôle de tampon entre les interprétations générées par le cerveau sous l'influence de l'information structure, et la production d'une réaction effective.

L'action de ce module de contrôle est observable dans d'autres cas plus courants, tels que "j'ai envie de lui arracher les yeux, ... mais je ne le fais pas parce que je me contrôle", ou "j'ai terriblement envie de rire, ... mais je me retiens car ce serait indécent (ou insultant) dans la situation où je me trouve". Notons d'ailleurs que le module de contrôle reste parfois impuissant, par exemple devant la montée de frissons ou de

larmes quand la musique est trop belle, ou devant l'explosion d'un fou-rire irrépressible. Le parallélisme observé à l'entrée des processus se reproduit en sortie : la signification, la portée et la réaction peuvent parvenir dans n'importe quel ordre au module de contrôle, voire toutes en même temps : il y a encore configuration de parallélisme en même temps que séquentialité.

Le module de contrôle effectue la prise de décision et le pilotage des actions effectives. Les opérations de tris et sélections, évaluations des revenus, conduite d'anticipation siègent également à ce niveau. Il est clair que l'introduction d'un étage de contrôle impose l'insertion d'un module spécifique dédié à la production de la réaction effective derrière le contrôle, c'est-à-dire après dans l'ordre chronologique.

La figure ci-dessous reproduit le nouveau modèle systémique obtenu en prenant en compte les considérations ci-dessus.

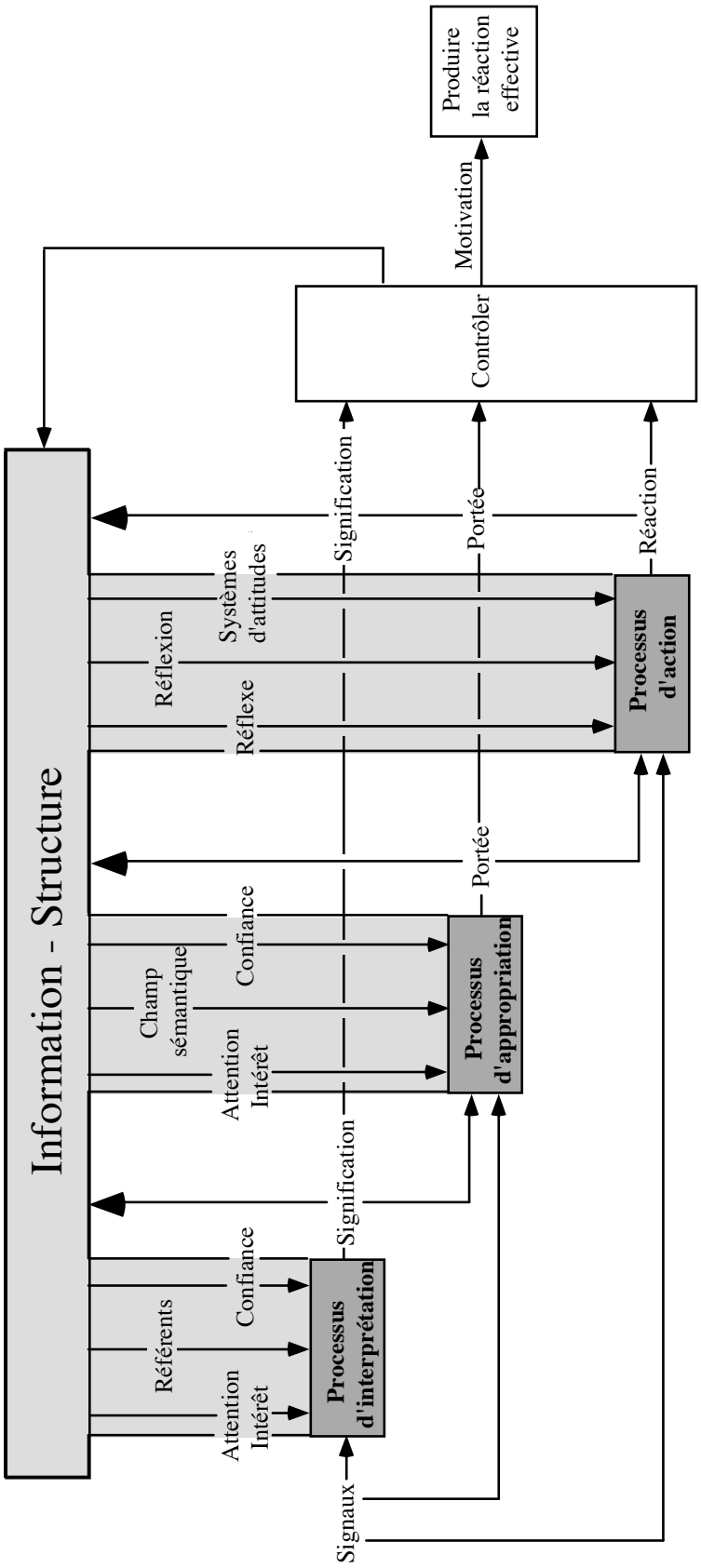


Figure II-15 : *Schéma systémique complété prenant en compte les parallélismes et les boucles de rétro-action.*

En outre, la confiance a été ajoutée comme contrainte inhibitrice ou déclenchante pour les deux processus d'interprétation et d'appropriation. Elle a pour effet d'influencer le comportement de l'individu face aux multiples interconnections et interactions qu'implique tout échange communicationnel. La confiance fonctionne comme un "effet mémoire" qui favorise ou affecte la poursuite de l'interaction. Gilles Le Cardinal, qui a développé des recherches spécifiques la concernant /LE C 83/, /LE C 84/, la définit ainsi :

> "*La confiance apparaît comme une énergie potentielle où l'on vient puiser pour surmonter les difficultés inhérentes à toutes relations interpersonnelles et qui est réalimentée au travers des succès qu'elle a elle-même rendus possibles, comme un phénomène auto-catalytique. La méfiance apparaît au contraire comme une barrière de potentiel qui est renforcée par les échecs*."

La confiance n'intervient pas sur le module réagir, car à ce niveau, c'est le système d'attitudes qui joue ce rôle. Quoique la présente étude ne s'attarde pas sur le paramètre de confiance, il est important néanmoins de le faire figurer dans le modèle systémique, pour traduire une interaction de nature physique, rationnelle et affective entre l'information structure et l'information circulante pour chaque module de l'actigramme. L'équilibre tripartite est ainsi respecté.

Naturellement, le modèle systémique ne peut pas parvenir dans un état d'achèvement. Par définition, il peut toujours être complété, corrigé, agrégé, modifié. Toutefois, **l'état de description que consigne la figure ci-dessus est suffisant**, pour le moment, **par rapport à l'objectif** de maîtrise qualité dans la conception de document. C'est ce que va s'attacher à montrer la suite de l'étude.

I-6 : BILAN

Une chaîne d'opérations reliées dans une architecture relationnelle assez complexe, à la fois séquentielle et parallèle, opérations produites, lors des processus de réception et de réponse, par un individu soumis à une sollicitation sous forme de message, a été mise en évidence. Les résultats de travaux plus anciens ont été structurés et formalisés de manière à construire un modèle conceptuel de ces phénomènes. La construction de la signification et de la portée associées à un percept, ainsi que l'action ou la réaction du récepteur qui en résultent, constituent les conséquences de cette chaîne opératoire : ce sont les sorties du système de communication dans sa composante humaine.

L'actigramme S.A.D.T. comporte toutefois une série d'actions soumises à des contraintes et produisant chacune une sortie. Au lieu de considérer le système de production d'une réaction de manière globale, comme un processus unique non décomposable, les schémas obtenus permettent de détailler le système en une série de sous-systèmes élémentaires que l'on peut examiner à la suite les uns des autres, sachant

que chaque action du diagramme est tributaire du résultat de la précédente.

I - MODELISATION DES PROCESSUS HUMAINS IMPLIQUES DANS LE SYSTEME DE COMMUNICATION 153

II - ETUDE DU COMPORTEMENT DYNAMIQUE DU SYSTEME PAR SIMULATION

II-1 : INTRODUCTION 177
II-2 : METHODOLOGIE D'IDENTIFICATION DES ANOMALIES 178
II-3 : ELEMENTS DE CARACTERISATION D'UNE SITUATION COMMUNICATIONNELLE 183
II-4 : CLASSIFICATION DES SITUATIONS COMMUNICATIONNELLES 185
II-5 : PRISE EN COMPTE DU FACTEUR D'ATTENTE 188
II-6 : BILAN 190

III - MISE EN OEUVRE DES PRECEPTES QUALITE POUR LA CONCEPTION DES DOCUMENTS 192

IV - ILLUSTRATION SUR UNE ETUDE DE CAS INDUSTRIEL 217

II-1 : INTRODUCTION

Le précédent paragraphe a construit un modèle systémique de l'individu communicant. Un tel modèle ne peut jamais être considéré comme complet ni achevé. Chaque module de l'actigramme peut en effet donner lieu à de nouvelles décompositions de niveaux inférieurs qui permettront d'affiner encore la connaissance du système considéré. De plus, ce stade de description peut être complété par l'étude fonctionnelle des processus correspondants. Celle-ci constitue une étape intermédiaire obligée pour atteindre le stade ultime de description, correspondant à la formalisation des relations entre les divers concepts introduits par la théorie.

Toutefois, afin de mettre en évidence le bien-fondé de la démarche, il est possible de soumettre d'ores et déjà le modèle obtenu à l'épreuve. En effet, celui-ci fournit une suite d'actions, de sorties et de variables intermédiaires qui permettent de localiser différents niveaux de dysfonctionnement.

En reprenant une à une les actions de la chaîne obtenue dans les actigrammes au moyen de la modélisation, l'analyse des causes possibles de difficultés ou de défaillances permet, au moyen d'une simulation, de caractériser diverses situations communicationnelles. La suite cherchera à proposer des stratégies adaptées à ces situations, en passant à la phase ultime de commande du système.

II-2 : METHODOLOGIE D'IDENTIFICATION DES ANOMALIES

1) Préambule : méthodologie analytique

Une simulation sur le modèle théorique détaillé du processus permet dans un premier temps d'**effectuer une analyse systématique des causes de défaillances du système**.

Lorsqu'un processus est constitué d'une chaîne d'actions interconnectées, contrôler le fonctionnement correct de la chaîne consiste à tester les entrées et les sorties de chaque module de décomposition. En effet, si le résultat attendu n'est pas atteint en bout de chaîne, c'est que l'une ou l'autre des sorties du diagramme éclaté est nulle. Les éléments théoriques sur lesquels se fondent une détection systématique des causes d'échec, et une caractérisation de celles-ci, ont été établis. **Une liste des causes d'insuccès, ainsi qu'une liste des actions correctrices éventuelles,** peut ainsi être dressée.

2) Analyse détaillée du module détecter

De manière exemplaire, **le travail complet d'analyse sera effectué sur l'action détecter**.

Supposons donc que le processus communicationnel soit en échec dès la sortie de ce premier module. Cela signifie que l'excitation sensorielle en sortie du module détecter est inexistante. Bien qu'aucune variable n'ait été quantifiée ou valuée jusqu'à présent, on conviendra de dire dans ce cas que l'excitation sensorielle est nulle.

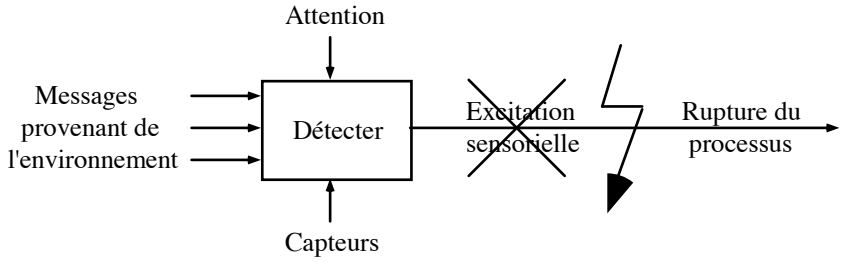


Figure II-16 : *Rupture du processus en sortie de l'action détecter.*

L'action détecter n'a pas pu être menée à terme. L'examen du schéma S.A.D.T. ci-dessus montre qu'il peut y avoir trois causes distinctes à la défaillance de l'action considérée.

1er cas : il n'y a pas eu d'entrée.

S'il n'y a pas de message source, il ne peut y avoir de réaction du système. Cette éventualité peut sembler élémentaire, mais elle est constamment oubliée dans les causes d'échec. Il convient toujours de contrôler que le récepteur a effectivement été mis en contact avec le message, c'est-à-dire que la phase d'exposition a été normalement effectuée, sans incidents.

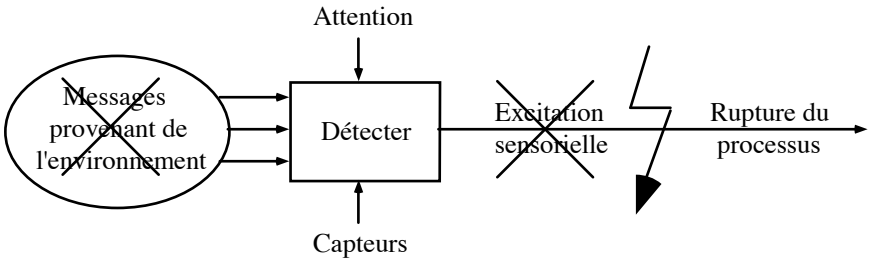


Figure II-17 : *Anomalie due à l'absence de message en entrée de l'action détecter.*

2nd cas : les capteurs ne sont pas en état d'assumer leur tâche.

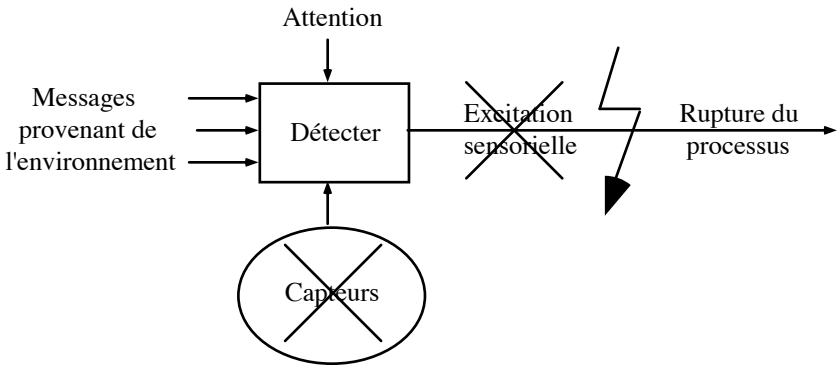


Figure II-18 : *Anomalie due à la déficience des capteurs supports de l'action détecter.*

Ici, ce sont les ressources supportant l'action qui se trouvent déficientes. Elémentaire également : on peut sans fin exposer un récepteur aveugle à un message visuel, ou un récepteur sourd à un message sonore, il ne se produira rien. Ceci correspond au cas extrême où le support ne fonctionne plus du tout. Il convient de ne pas omettre les dégradations ou perturbations que peuvent provoquer des supports fonctionnant de manière altérée.

3ème cas : la variable d'attention a joué son rôle de filtre en inhibant l'effet du message sur les capteurs.

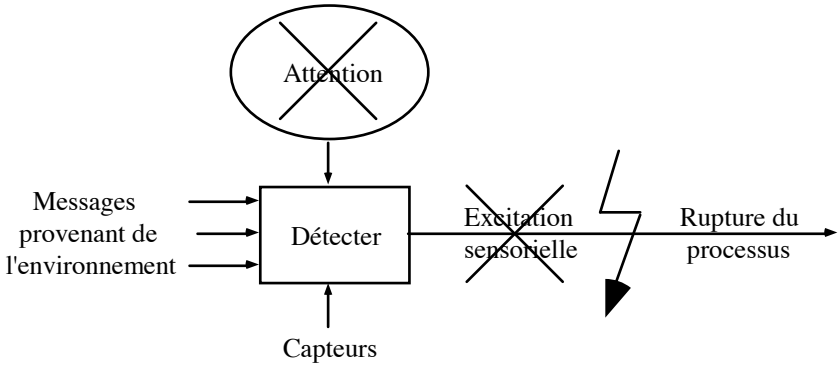


Figure II-19 : *Anomalie due au filtrage de la variable d'attention sur l'action détecter.*

Bien que le récepteur ait été exposé au message, et que les capteurs soient en mesure de détecter le message, le manque d'attention a empêché le déroulement de l'action. Deux cas sont à envisager. Soit le récepteur est anormalement distrait (par exemple assoupi, ou très préoccupé par un grave problème personnel), soit le concepteur n'a pas veillé à ce que la forme du message sollicite suffisamment l'attention. Celui-ci ne se distingue pas du flux uniforme que constitue l'environnement habituel dans sa globalité.

A travers ce répertoire de causes d'échec se dégagent d'emblée des solutions très diversifiées pour pallier des anomalies identifiées, se manifestant pourtant toutes au même niveau du processus. Si le récepteur n'a pas été exposé au message, il suffit de renouveler l'exposition. Dans le cas où les capteurs sont déficients, on ne peut éventuellement compenser qu'avec une aide appareillée (à la condition qu'elle existe). Si l'attention n'a pas été mise en éveil, il faut repenser la forme du message pour la solliciter davantage.

Le procédé, tel qu'illustré sur cet exemple, **permet, au moyen de l'analyse supportée par le modèle théorique, de diagnostiquer les situations réelles.**

3) Poursuite de l'analyse

Le diagnostic de défaillance peut être poursuivi au-delà de la fonction détecter en se fondant sur les schémas S.A.D.T. des figures II-1, II-7, II-11 et II-12.

Tous les modules comportent des fonctions faisant appel à des mécanismes supports de nature physique et/ou physiologique. Outre les capteurs sensibles mis en évidence dans la fonction détecter, apparaissent successivement les centres nerveux, les voies afférentes, la mémoire, le cerveau, les voies efférentes et les effecteurs. Une

déficience de l'un quelconque de ces mécanismes provoque une interruption du processus au niveau correspondant. Toutefois, les anomalies associées relèvent toutes de la pathologie. Les traitements adaptés concernent de ce fait la médecine, et n'ont qu'une place restreinte dans un travail consacré aux sciences de l'information et de la communication. Dès lors, on peut isoler les modules traiter, transmettre et agir, restitués dans les figures ci-dessous, car ils dépendent exclusivement de l'aptitude de ces ressources physiologiques. Aucune autre variable ne peut interrompre ou suspendre la fonction correspondante.

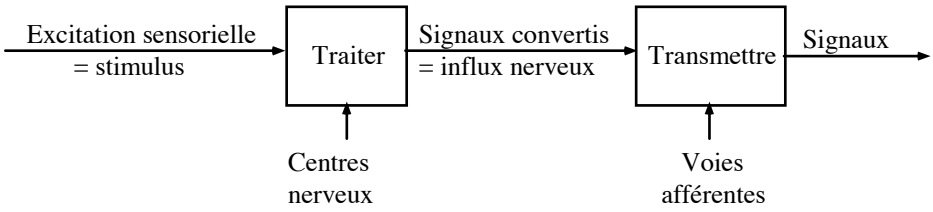


Figure II-20 : *Les modules physiques dans le processus de réception.*

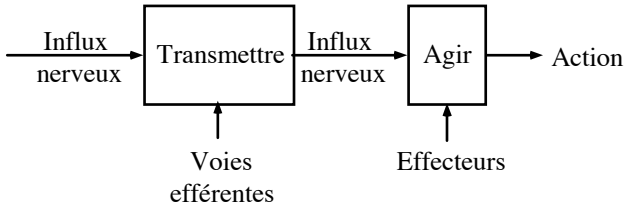


Figure II-21 : *Les modules physiques dans le processus de réponse.*

Par conséquent, on peut considérer que ces fonctions sont automatiques dès lors que l'individu est en bonne santé, et qu'il ne peut se trouver, à ces niveaux-là, de causes d'échec liées à une approche information/communication. Il en résulte que **trois modules seulement sont encore à même de conduire à des dysfonctionnements en termes d'ingénierie de l'information : interpréter, s'approprier, réagir**.

4) Analyse des modules interpréter, s'approprier, réagir

Un procédé similaire à celui présenté lors de l'analyse détaillée du module détecter permet de dresser la **liste des causes d'échec possibles au niveau des actions restantes**, à savoir interpréter, s'approprier et réagir.

a) Echec au niveau de l'action interpréter

Dans ce cas, la signification en sortie de module est inexistante. En excluant les déficiences physiologiques qui pourraient provoquer l'absence de signaux à l'entrée du module, ou une incapacité de la mémoire et/ou du cerveau à remplir leur tâche, ne restent plus que trois causes d'anomalies possibles.

1er cas : la variable d'attention, une fois de plus, a neutralisé la fonction en inhibant l'effet des signaux sur les registres cognitifs du cerveau. C'est le désintérêt du sujet pour l'objet du message, ou une distraction excessive, qui a provoqué l'échec.

2nd cas : les référents préalablement stockés dans les registres cognitifs de l'individu sont insuffisants pour lui permettre d'octroyer une signification au message perçu et décodé. Le récepteur ne détient pas les connaissances nécessaires pour se trouver en mesure d'interpréter les données reçues. Il y a distorsion entre les pré-requis implicitement supposés par la forme du message, et le niveau réel du récepteur. Il faut alors adopter une stratégie pédagogique pour combler ses lacunes, et repenser la forme du message pour l'adapter au mieux au niveau réel de la cible.

3ème cas : une perte de confiance, provoquée par des échecs antérieurs, inhibe le déroulement normal de l'action d'interprétation.

Donc, hormis les insuffisances physiologiques, seuls le manque d'intérêt pour le message, l'insuffisance des connaissances préalables ou un état de méfiance résultant de situations antérieures peut conduire l'action interpréter à l'échec.

b) Echec au niveau de l'action s'approprier

On suppose que la fonction interpréter a fourni une signification effective, et que les mécanismes supports sont en état de fonctionnement.

1er cas : comme pour l'action interpréter, le manque d'intérêt peut également provoquer l'échec au niveau de l'action s'approprier.

2nd cas : une autre cause d'échec possible réside dans une inhibition au niveau du champ sémantique, empêchant la production d'une portée à la sortie du module. Le processus échoue également au niveau de l'action s'approprier si la forme du message le rend étranger au champ sémantique de l'individu. Le contenu du message ne trouve pas sa place dans l'immense réseau de liens qui constitue la structure de données personnelle du récepteur.

3ème cas : comme pour l'action interpréter, de nouveau, la méfiance peut empêcher l'appropriation.

Le manque de confiance, le manque d'intérêt pour le message ou son rejet en raison d'une inadéquation par rapport au champ sémantique de l'individu sont les trois causes d'échec possibles pour l'action s'approprier.

c) Echec au niveau de l'action réagir

Analysons enfin les causes possibles de défaillance au niveau de l'action réagir.

1er cas : la première occurrence est que la portée générée en sortie du module s'approprier ait un effet négatif. Alors, le récepteur peut estimer que la réaction la plus adéquate est l'absence de réaction apparente. Il ne se produit donc pas d'action visible pour un observateur extérieur. Le processus est interrompu en sortie du module réagir.

2nd cas : la seconde éventualité est que le système d'attitudes ait inhibé la portée produite par l'appropriation, conduisant de même à la rupture.

L'absence de réaction peut être due à une portée négative résultant de l'appropriation ou à un filtrage du système d'attitudes.

Cette analyse montre que le nombre de causes possibles d'échec à ces trois niveaux est assez restreint, puisqu'on répertorie :
- désintérêt du sujet pour le message,
- insuffisance des connaissances requises de la part du récepteur,
- état de méfiance résultant de mauvaises expériences antérieures,
- inadéquation du message par rapport au champ sémantique du récepteur,
- portée négative du message résultant de son appopriation par le récepteur,
- filtrage du systèmes d'attitudes du récepteur.

II-3 : ELEMENTS DE CARACTERISATION D'UNE SITUATION COMMUNICATIONNELLE

1) Préambule : nécessité de l'analyse préalable

Comment exploiter dans la pratique les fondements théoriques élaborés jusqu'à présent ?

L'efficacité d'une action organisée de communication dépend dans une large mesure du soin porté à l'étude préliminaire. En particulier, la détermination de l'état du récepteur avant la délivrance du message, la qualification de ses attentes ou de ses réticences vis-à-vis du sujet à traiter, permettent de mettre en évidence des situations communicationnelles variées, conduisant à des réponses spécifiques en termes d'ingénierie et de stratégie corrective.

L'état du récepteur est caractérisé à partir de l'analyse détaillée, élément par élément, de la chaîne de réception et réponse de l'individu aux stimuli auxquels il est soumis. Celle-ci est fondée sur le modèle théorique du processus. Elle permet la reconnaissance du niveau de défaillance dans le processus de communication, et de proposer un programme de correction adapté au cas considéré.

2) Définition du concept de situation communicationnelle

Dès le chapitre **1**, une information a été définie comme un ensemble de données dont la perception modifie l'état du récepteur. Elle impose **le besoin de définir la manière de caractériser l'état du récepteur** à faire évoluer. Le concept de situation communicationnelle répond à ce besoin.

Définition : on définit par le terme **situation** l'ensemble des circonstances dans lesquelles une personne se trouve, c'est-à-dire l'ensemble des relations concrètes qui, à un moment donné, unissent un sujet ou un groupe au milieu et aux circonstances dans lesquels ils doivent vivre et agir /VER 94/.

Définition : par extension, une **situation communicationnelle** se définit par l'état de la relation qui unit un individu avec une sollicitation extérieure, de quelque nature qu'elle soit.

Dans le cas particulier de la conception d'un plan ou d'un programme de communication, conduisant à l'élaboration d'un ensemble de données rassemblées dans un document, **la situation communicationnelle caractérise l'état de la relation qui unit un individu avec le sujet que l'on se propose de traiter** dans ce plan.

3) Multiplicité des situations communicationnelles

En première approche, **l'introduction du concept de situation communicationnelle ne semble pas éluder la difficulté**.

En effet, il résulte immédiatement de la définition qu'il n'existe pas une situation communicationnelle, mais une infinité de situations qui sont influencées par un ensemble de facteurs contextuels, de facteurs sociaux traduisant la pression du groupe sur l'individu, de paramètres individuels permanents (son caractère) ou temporaires (son humeur), etc... Le nombre de paramètres est trop important pour que tous puissent être pris en compte. Toutefois, il est clair qu'un programme de communication a d'autant plus de chances de succès qu'un grand nombre de facteurs ont été considérés. La détermination de l'ensemble des facteurs décisifs se révèle stratégique. En effet, l'oubli d'un seul de ces paramètres suffit parfois à vouer le programme à l'échec. L'ensemble de facteurs pris en compte constitue le corps des paramètres pertinents pour la situation considérée.

Il apparaît de manière évidente qu'il n'existe pas de procédure de communication standard satisfaisant à coup sûr tous les besoins en communication. Au

contraire, **chaque cas est spécifique et nécessite une étude préalable poussée des éléments contextuels**.

4) Paramètres pertinents de caractérisation

Toutefois, **la complexité du monde réel ne doit pas faire renoncer à une tentative de classification** formelle.

En effet, il s'avère utile d'effectuer un premier niveau de classification des situations communicationnelles permettant de faciliter la recherche de solutions adaptées. Ceci implique la détermination d'un premier ensemble de paramètres pertinents.

C'est précisément pour répondre à ce besoin que le modèle systémique de l'individu communicant a été construit. Il présente un ensemble de paramètres permettant de décrire de façon pertinente l'état du récepteur. Celui-ci est ainsi évalué au moyen des variables apparues dans la construction des schémas S.A.D.T. La simplification par rapport à la complexité réelle est indiscutable, évidente. Mais elle est le propre de toute formalisation scientifique.

Ainsi, **la situation réelle est saisie de manière approchée par la caractérisation des variables d'état figurant dans les différents modules S.A.D.T.**.

II-4 : CLASSIFICATION DES SITUATIONS COMMUNICATIONNELLES

1) Préambule : méthodologie de classification des états

La modélisation du système de communication humain réalisée au paragraphe précédent met en évidence **plusieurs états potentiels du récepteur par rapport au sujet à traiter**, selon que les transitions d'une opération à la suivante ont été franchies ou non, c'est-à-dire selon que l'entrée et/ou la sortie d'une des boîtes de l'actigramme est nulle ou non. En reprenant action par action le modèle obtenu, et conformément aux résultats de l'analyse effectuée au cours du paragraphe précédent quant à l'identification des anomalies, **un ensemble de niveaux caractérisant l'état du récepteur** par rapport à l'information **est ainsi défini**.

2) Mise en évidence des différents seuils séparant les états

Des états distincts apparaissent au fur et à mesure que le modèle systémique est dépouillé, et les niveaux d'échec répertoriés. La progression d'une action à la suivante dans le modèle permet de caractériser des seuils séparant les différentes situations communicationnelles possibles. La détermination des seuils résulte donc directement du modèle systémique proposé.

a) Seuil de perception

Pas d'excitation sensorielle générée à l'entrée du système. Le récepteur n'a reçu aucun message de l'environnement, soit parce qu'aucun message n'a été effectivement envoyé, soit parce qu'aucun n'a été perçu pour une raison ou pour une autre (distraction, déficience des capteurs : surdité...). Le récepteur se trouve en dessous du seuil de perception. Il convient de l'exposer à nouveau à l'information et de contrôler que celle-ci a été effectivement captée.

b) Seuil de compréhension

Le récepteur a perçu un stimulus, mais qui n'a pas conduit à l'élaboration d'une signification. Deux cas peuvent se produire :
- le manque d'attention a provoqué l'abandon de la procédure avant terme,
- le récepteur ne dispose pas des structures lui permettant de comprendre le message (manque de référents préalables, message trop difficile par rapport à son niveau de compréhension, etc...).

Le récepteur se trouve en dessous du seuil de compréhension. Pour passer ce second seuil, il faut selon le cas rendre le message plus attrayant ou plus accessible.

c) Seuil d'indifférence

Passé le seuil de compréhension, le message a effectivement donné lieu à l'élaboration d'une signification. Toutefois, la mise en relation de l'information perçue avec l'ensemble des liaisons du réseau relationnel ne génère aucune évocation particulière, donc n'acquiert aucune portée. Dans ce cas, l'information, quoique comprise, laisse le récepteur indifférent, car elle se comporte comme une intruse dans son champ sémantique.

Le récepteur se trouve en dessous du seuil d'indifférence. Il s'agit d'enrichir son champ sémantique en reliant cette information nouvelle avec d'autres y figurant déjà, si possible en générant une portée positive, c'est-à-dire une adhésion.

d) Seuil d'acceptation

Lorsque cette tentative de générer une adhésion échoue, un nouvel état de réception possible apparaît : le stimulus a été perçu, décodé et traduit en une signification, mais l'appropriation a conduit à un rejet de cette information. Une portée a effectivement été attribuée au message, mais elle est fortement négative. Ou bien le filtrage du système d'attitudes a inversé l'effet d'une portée plutôt positive.

Le récepteur est en dessous du seuil d'acceptation. Cet état est le plus difficile à diagnostiquer, puisque les facteurs décisifs sont principalement d'ordre affectif et émotionnel.

e) Seuil de lassitude

Au-delà, le récepteur se trouve effectivement dans un état réceptif par rapport au message. Il convient de l'y maintenir en veillant à ne pas dépasser le seuil de lassitude. Ceci impose de prendre garde à maintenir l'attention sous sa forme intellectualisée (laquelle s'identifie avec l'intérêt) en éveil tout au long de la procédure, et de lutter

efficacement contre la tendance naturelle à l'habituation. La perte de l'intérêt provoque un changement de situation communicationnelle par dépassement du seuil de lassitude.

La mise en évidence de plusieurs seuils permet de fonder une proposition de classification des situations communicationnelles, au moyen d'une méthode s'appuyant sur le modèle systémique construit.

3) Récapitulatif des différents niveaux de classification

On obtient finalement les niveaux de classification des situations communicationnelles suivants :

Etat 0
---------- Seuil de perception

Etat 1
---------- Seuil de compréhension

Etat 2
---------- Seuil d'indifférence

Etat 3
---------- Seuil d'acceptation

Etat 4
---------- Seuil de lassitude

Etat 5

Figure II-22 : *Hiérarchie des différents états potentiels du récepteur*.

L'état 4, situé entre le seuil d'acceptation et le seuil de lassitude, **est le seul état où la cible est réceptive par rapport au message** élaboré à son intention. C'est l'état dans lequel il faut se trouver pour garantir le résultat du programme de communication envisagé.

II-5 : PRISE EN COMPTE DU FACTEUR D'ATTENTE

1) Préambule : éléments de l'analyse préalable

En prélude à la préparation de tout plan de communication, il convient de définir la situation communicationnelle, c'est-à-dire l'état du récepteur cible par rapport au message que l'on souhaite lui transmettre. Le niveau de ses réticences, les causes d'échec sont alors parfaitement identifiés. Cette étape s'avère indispensable pour adapter la conception du message futur au cas à résoudre.

A l'aide du modèle conceptuel et des lois de fonctionnement qui en découlent, plusieurs états de l'utilisateur par rapport à un ensemble de données ont été caractérisés. **On peut y ajouter la notion d'attente, qui détermine si le récepteur est demandeur des données ou pas**.

2) Notion d'attente

La notion d'attente regroupe les deux caractéristiques de besoin et motivation.

D'après le principe d'homéostasie du biologiste Cannon, le besoin est un déséquilibre biologique ou psychologique provoqué par les modifications de l'organisme. Il oriente la conduite vers des activités tendant à rétablir l'équilibre homéostasique.

Les déterminants du besoin sont de deux natures :
- la carence interne. Elle se manifeste sur le plan physiologique par un état de malaise spécifique (faim, soif, sommeil, ...). Il peut s'y ajouter des malaises secondaires liés à la frustration (excitabilité, irritabilité, ...). Des carences d'ordre psychologiques (ennui, solitude, curiosité, ...) sont également susceptibles de se manifester.
- les stimuli externes. Le stimulus externe n'agit que si l'organisme est en état de le recevoir et d'y répondre. Par exemple, une bonne odeur de cuisine peut donner faim à condition de ne pas sortir de table. Dans notre société contemporaine, de nombreux stimuli externes incitent à la consommation en permanence.

Pour H. Pieron, les besoins sont des manifestations naturelles de sensibilités internes éveillant une tendance à accomplir un acte ou à rechercher certains objets. Il conduit à distinguer les besoins primaires ou viscérogéniques d'origine physiologique, et les besoins secondaires ou sociogéniques essentiellement d'origine sociale et créés par la civilisation.

Par opposition, la motivation est l'état de tension nerveuse ou psychologique qui résulte du besoin, c'est-à-dire du déséquilibre homéostasique. La motivation provoque une activation du niveau général de tension du système nerveux. C'est l'action ou l'acte consommatoire qui relâche la tension par une conduite de libération.

Les deux notions de besoin et de motivation appartiennent au même processus. L'individu ne perçoit pas le déséquilibre, mais la tension qui en résulte. Le terme "besoin" étant proscrit ici en raison des confusions qu'il occasionne avec le "besoin" exprimé ou implicite conditionnant l'approche qualité d'un programme, **le terme de système d'attente désigne l'ensemble du processus relatif à un déséquilibre homéostasique**, à savoir besoin + motivation.

3) Introduction des facteurs sous-jacents

L'exposition d'un individu récepteur à un message, prenant la forme de stimuli externes, **déclenche une situation d'interaction entre les données et le système propre à l'individu**.

Le Cardinal /LE C 89/ a proposé des facteurs sous-jacents qui pèsent sur l'établissement et le maintien des connexions physiques, intellectuelles et psychologiques nécessaires à l'interaction. Ils déterminent "à cause de quoi" le récepteur accepte de communiquer. Le Cardinal a mis en évidence quatre facteurs sous-jacents :
- la nécessité,
- la sécurité,
- la facilitation,
- le plaisir,
* plaisir du corps : sensorialité, sensualité, sexualité, maîtrise de la motricité et de la mobilité,
* plaisir de l'intelligence : compréhension du monde, satisfaction de la curiosité, transfert de culture,
* plaisir de l'affectivité : création de relations profondes, confiance, amitié, amour,
* plaisir de l'être profond : reconnaissance de l'être profond, croissance de la confiance en soi.

Les 4 facteurs sous-jacents (nécessité, sécurité, facilitation, plaisir) sont les composantes constitutives du système d'attente.

4) Influence de l'attente sur le comportement du récepteur

Un utilisateur en situation d'attente aura vis-à-vis des données à transmettre une attitude active, c'est-à-dire qu'il se montrera prêt à aller chercher le message correspondant si celui-ci n'est pas immédiatement disponible.

En revanche, un utilisateur dont le système d'attente est fermé ne fera aucune action volontaire d'aucune sorte. Si les données sont tout de même jugées prioritaires, c'est au contraire le message qui devra aller au devant de l'utilisateur. Dans le pire des cas, non seulement le système d'attente est fermé, mais l'utilisateur rejette le sujet concerné ou tout ce qui s'y rapporte. Il faut alors combattre en premier lieu toutes les formes de réticence, puis dans un second temps, lorsqu'une attitude favorable est acquise, **réouvrir seulement le système d'attente pour placer l'individu dans un état réceptif par rapport au message**.

5) Influence de l'attente sur la conception du programme

Naturellement, **il est très facile de communiquer avec un récepteur en état d'attente par rapport au message que l'on souhaite lui apporter**.

C'est le cas notamment dans les dispositifs industriels d'aide à la conduite de processus, pour lesquels l'utilisateur se trouve en situation de dépendance, puisqu'il attend les données que lui livre le système avec un facteur sous-jacent de nécessité. Les sciences dites cognitives s'intéressent le plus souvent à ce type de situation communicationnelle.

En revanche, on se trouve dans une situation communicationnelle difficile lorsque le système d'attente est fermé ou que le récepteur rejette l'information. Il est illusoire, dans ce cas, d'espérer transmettre le message sous une forme brute, sans avoir au préalable éliminé les réticences et réouvert le système d'attente. Il est également illusoire d'espérer que le récepteur fasse preuve spontanément d'une démarche active et/ou volontaire de quelque nature que ce soit.

Il s'avère alors indispensable de mettre en place un programme en plusieurs étapes, qui tienne compte de l'état du récepteur à chaque étape, et vérifie le passage des seuils successifs de la classification mise en évidence, afin d'**amener finalement les individus de la cible dans un état réceptif et/ou d'attente et de les y maintenir pendant la délivrance du message principal**.

II-6 : BILAN

La définition des situations communicationnelles a montré que l'on peut mettre en évidence plusieurs états possibles du récepteur par rapport à un ensemble de données, constituant un sujet à traiter. Dès lors, la conception d'une campagne de communication débute systématiquement par la caractérisation de l'état initial du récepteur. Celui-ci permet de déterminer pour quelle raison l'élaboration d'une réaction positive échoue, et à quel niveau de la chaîne d'opérations constituant les processus de réception et réponse il y a échec, blocage ou refus de la part de l'individu.

En effet, il est tout-à-fait clair que l'on ne doit pas traiter de la même manière une absence de réaction positive due à l'ignorance, simplement corrigée par l'apport de la connaissance adéquate, ou une réaction fortement négative due à une attitude foncièrement défavorable, qui représente un cas beaucoup plus difficile à traiter, puisqu'il s'agit ici de changer le système d'attitudes avant toute chose. Cet exemple simple montre comment l'analyse préalable au moyen de la simulation, supportée par le modèle systémique proposé précédemment, permet d'adapter et de dimensionner la solution envisagée avec le problème réel à résoudre.

L'objectif final, quel que soit sa nature, ne peut dans tous les cas être atteint que si le récepteur est dans l'état 4, seul état réceptif situé entre le seuil d'acceptation et le seuil de lassitude.

La distance entre l'état initial du récepteur et l'état final à atteindre doit nécessairement être prise en compte. Lorsque cette distance est importante, le programme de communication doit comporter plusieurs étapes, de manière à faire évoluer progressivement le récepteur de son état initial à l'état final séparé du premier par plusieurs seuils.

I - MODELISATION DES PROCESSUS HUMAINS IMPLIQUES DANS LE SYSTEME DE COMMUNICATION 153

II - ETUDE DU COMPORTEMENT DYNAMIQUE DU SYSTEME PAR SIMULATION 177

III - MISE EN OEUVRE DES PRECEPTES QUALITE POUR LA CONCEPTION DES DOCUMENTS

III-1 : INTRODUCTION 192
III-2 : ANALYSE FONCTIONNELLE DU BESOIN 192
III-3 : CARACTERISATION DES FONCTIONS DE SERVICE PRINCIPALES. OBJECTIFS 195
III-4 : FONCTIONS DE SERVICE SECONDAIRES 203
III-5 : CAS DES ANALYSES FONCTIONNELLES COMPLEXES 206
III-6 : PARAMETRES D'ESTIMATION DES FONCTIONS ET CONTRAINTES .. 211
III-7 : BILAN 215

IV - ILLUSTRATION SUR UNE ETUDE DE CAS INDUSTRIEL 217

III-1 : INTRODUCTION

A ce stade de l'étude, il apparaît nécessaire de confronter les résultats obtenus avec les préceptes qualité présentés au cours du chapitre préliminaire. En effet, il convient d'évaluer si, comme annoncé, la méthodologie proposée satisfait les impératifs de la qualité. Le respect de ces contraintes conditionne la structuration des premiers éléments d'une démarche qualité pour la conception des documents, conformément au but fixé.

III-2 : ANALYSE FONCTIONNELLE DU BESOIN

1) Préambule : maîtrise de la qualité le long du cycle de vie

Le problème concret à résoudre consiste à conduire un programme de communication suivant une approche qualité. Le programme est, par définition, l'ensemble organisé d'actions et/ou d'opérations nécessaires et suffisantes pour atteindre un résultat. Ce but visé par le programme en constitue l'objectif communicationnel. De manière intuitive, on peut admettre en outre que la satisfaction de l'objectif passe par la réalisation d'un "produit d'information", sans grever pour le moment la liberté de choix dans les moyens retenus pour satisfaire l'objectif, c'est-à-dire la forme et/ou la technologie adéquates pour le produit.

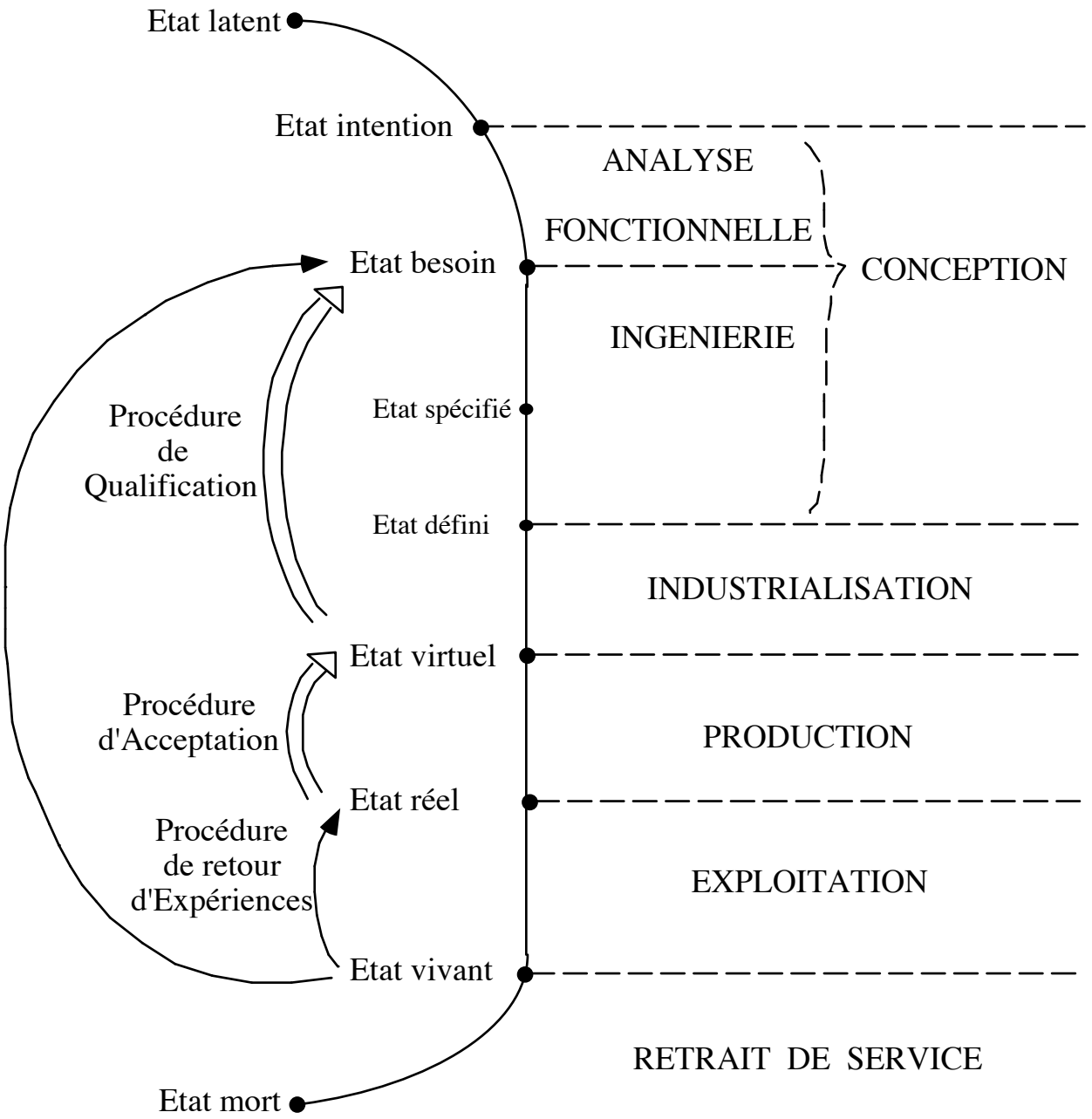


Figure II-23 : *Architecture générale d'un programme.*

Le chapitre préliminaire a mis en évidence la nécessité d'assurer la maîtrise de la qualité tout au long du cycle de vie du produit. La figure ci-dessus reprend le schéma qui régule les phases de déroulement du programme suivant l'approche qualité.

Le passage de l'état latent à l'état intention s'effectue généralement d'une manière très empirique et peu structurée. Rappelons que l'état intention s'accompagne d'un CdCP, cahier des charges préliminaire, qui ébauche grossièrement des besoins potentiels avant qu'ils n'aient fait l'objet d'un étude rigoureuse. **La première phase**

structurée du programme, comme l'indique la figure II-23, **est** donc **la conception, qui débute avec l'analyse fonctionnelle**.

2) Etape initiale de la conception : l'analyse fonctionnelle

L'un des principes de la qualité est de séparer le besoin à satisfaire de la solution choisie pour répondre à ce besoin.

L'expression fonctionnelle du besoin, qui résulte de l'analyse fonctionnelle, consiste à formaliser l'objectif en dehors de toute considération de moyens. Cette formulation fait intervenir les fonctions de service, qui sont les actions du produit ou de l'un de ses constituants, exprimées exclusivement en termes de finalité, indépendamment des solutions susceptibles de réaliser ces actions.

Ce souci a précisément nécessité la construction d'un modèle systémique de l'être humain communicant, de manière à répertorier l'ensemble des actions que peut produire sur un individu la réception d'un train de données constituant un message. Ces actions possibles sont les seules admissibles en tant que fonctions de service pour un produit d'information.

Ainsi, **les actions révélées par le schéma systémique construit**, et elles seules, **constituent les finalités potentielles traduites par l'analyse fonctionnelle**.

3) Formalisation de l'analyse fonctionnelle

Les résultats de l'analyse fonctionnelle s'expriment sous une forme normalisée.

Les éléments essentiels en sont les fonctions de service, comprenant les fonctions d'usage qui traduisent la partie rationnelle du besoin, et les fonctions d'estime qui correspondent à la partie subjective du besoin. La démarche fonctionnelle appliquée à l'expression du besoin vise à exprimer les composantes du juste besoin sous la forme d'une liste d'actions attendues. Toutefois, les fonctions elles-mêmes répondent à une formulation normalisée, au moyen d'un verbe à l'infinitif suivi d'un ou plusieurs compléments. Ce standard est en outre conforme à l'approche systémique de formulation d'un objectif.

La démarche d'analyse fonctionnelle conduit à l'élaboration d'un CdCF, cahier des charges fonctionnel, qui doit permettre une juste perception du besoin et l'optimisation de sa traduction en termes de fonctions de service. **Le CdCF contient** donc en premier lieu **une liste de verbes et leurs compléments, traduisant les fonctions de service à remplir pour contenter les besoins**.

4) Contenu du CdCF

Le CdCF comporte d'autres éléments complémentaires en sus.

En effet, il est essentiel d'adjoindre à chaque fonction du CdCF son critère d'appréciation, qui est le caractère retenu pour apprécier la façon dont la fonction correspondante est remplie. Le critère d'appréciation doit être accompagné d'une échelle permettant d'apprécier son niveau. Le niveau à respecter figure également au CdCF, accompagné d'une flexibilité exprimant les possibilités de moduler le niveau recherché pour un critère d'appréciation.

Toutes ces définitions, établies dans le cas général au cours du chapitre préliminaire, n'ont pas de signification pour le moment dans le cadre d'un programme de communication, visant la réalisation d'un produit d'information. La recherche d'un modèle systémique de l'individu récepteur de données a été posée comme un préalable indispensable à la résolution de ce problème. Le modèle doit permettre de préciser le contenu du CdCF, suivant une expression conforme aux impératifs de la qualité.

Il convient de déterminer l'expression des fonctions, des critères d'appréciation, des niveaux et de leur flexibilité dans le cas précis d'un CdCF correspondant à un programme de communication.

III-3 : CARACTERISATION DES FONCTIONS DE SERVICE PRINCIPALES. OBJECTIFS

1) Préambule : liens entre fonctions de service principales et objectifs

Le paragraphe I a étudié minutieusement les processus liés à la réception d'un message par un individu. Les résultats obtenus permettent de passer en revue l'ensemble des variables figurant dans les actigrammes S.A.D.T.

L'objectif d'un message a été défini comme le changement d'état du destinataire visé par la transmission du message. Ce changement d'état se traduit nécessairement par l'évolution d'une (ou plusieurs) variable de l'actigramme. L'ensemble des variables susceptibles d'être modifiées fournissent l'ensemble des actions possibles sur la cible, c'est-à-dire l'ensemble des objectifs atteignables à travers l'élaboration d'un programme de communication, ou encore l'ensemble des fonctions de service admissibles dans le CdCF.

L'analyse systématique des actigrammes obtenus conduit à définir un répertoire des objectifs communicationnels, et par la même des fonctions de service.

2) Répertoire des objectifs d'un programme

L'analyse du modèle S.A.D.T. obtenu met en évidence **trois types d'éléments sur lesquels peut intervenir un programme de communication**, reliés aux trois types de données sur lesquelles il peut être nécessaire d'exercer une action.

Premier élément : les sorties.

L'objectif est le plus souvent de provoquer une action de la part du récepteur (sortie globale de la chaîne de communication).

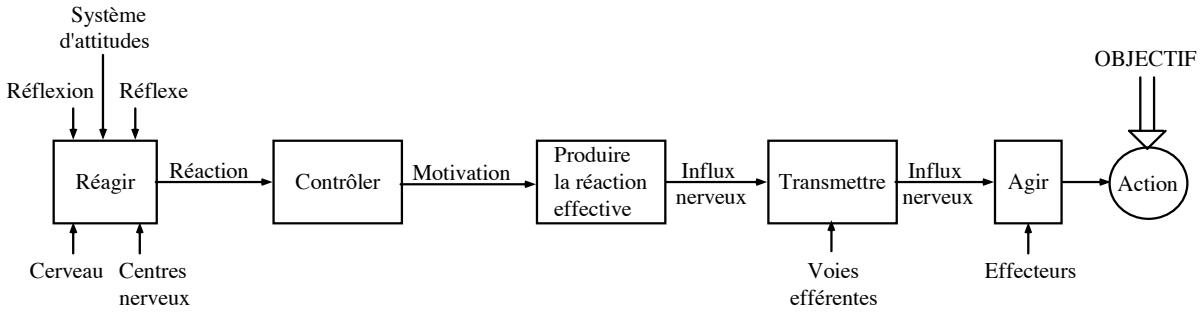


Figure II-24 : *Objectif : provoquer une action.*

En supposant qu'il n'y ait pas de filtrage exercé par un contrôle intermédiaire, l'équivalence entre agir et réagir a été montrée plus haut. En effet, le module transmettre étant automatique chez un individu en bonne santé, il y a action dès lors qu'il y a influx nerveux après production de la réaction effective. Les données de contrôle figurant sur la fonction réagir indiquent qu'il existe deux sortes d'actions : l'acte réflexe, tel que consommer de manière impulsive, ou l'acte réfléchi, par exemple utiliser en connaissance de cause après en avoir décidé ainsi. Ces deux états de la sortie sont totalement pris en compte par la publicité par exemple, respectivement dans ses approches behaviouriste ou suggestive, et informative /JOU 91/.

L'objectif peut être également de provoquer une "sortie interne à l'individu", par exemple une portée abstraite ou une portée émotionnelle suite à l'appropriation, sans passage à l'acte subséquent. La matière travaillée est de l'ordre des idées dans le premier cas (approche culturelle), des émotions dans le second. Ce type d'application correspond tout-à-fait au cinéma par exemple, ou plus généralement aux oeuvres d'art (peinture, théâtre, musique, littérature, etc...).

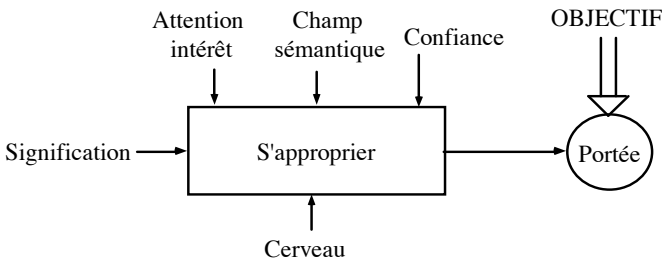


Figure II-25 : *Objectif : créer ou modifier une portée.*

Enfin, l'objectif peut consister à générer une sortie interne sous forme de signification, vecteur associant une composante verbale et une composante imagée à l'issue du processus d'interprétation. On se trouve alors en présence d'une forme d'intervention essentiellement didactique.

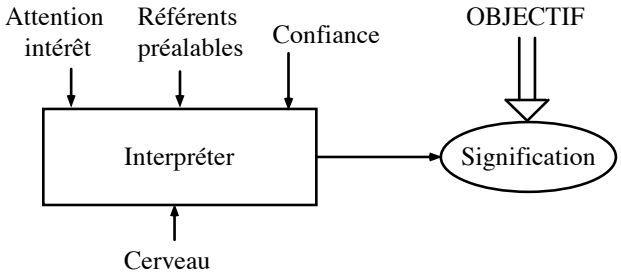


Figure II-26 : *Objectif : créer ou modifier une signification.*

Second élément : les données de contrôle
Une action espérée peut ne pas se produire parce qu'une donnée de contrôle a exercé une inhibition. Il peut s'avérer nécessaire de modifier l'état de la donnée de contrôle afin qu'elle ne se déclenche plus. Le schéma obtenu met en évidence quatre effets possibles :
- augmenter les référents, de manière à rendre possible l'interprétation d'un message non compris. C'est l'approche pédagogique ou informative.

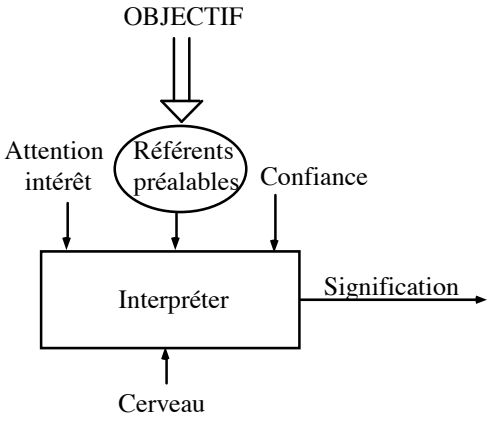


Figure II-27 : *Objectif : faire évoluer ou modifier les référents.*

- modifier le champ sémantique, de manière à solliciter des réactions face à certains messages se heurtant à l'indifférence. Il s'agit ici d'augmenter le potentiel culturel de l'individu, au sens complet du terme (regroupant les valeurs abstraites et les valeurs émotionnelles).

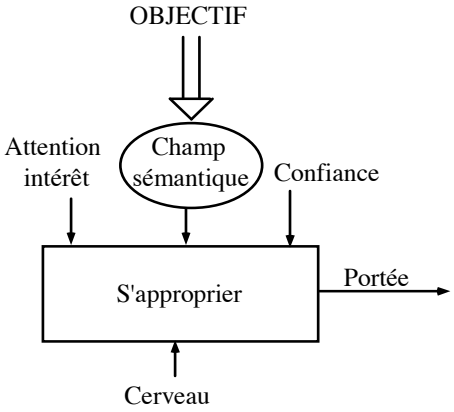


Figure II-28 : *Objectif : faire évoluer ou modifier le champ sémantique.*

- restaurer la confiance lorsque celle-ci a pâti au cours de précédentes interactions, ou l'altérer si, pour des raisons déterminées, elle est jugée excessive. Ceci peut s'avérer nécessaire pour l'action d'interprétation, comme l'indique la figure II-29, ou pour l'action d'appropriation (cf figure II-30).

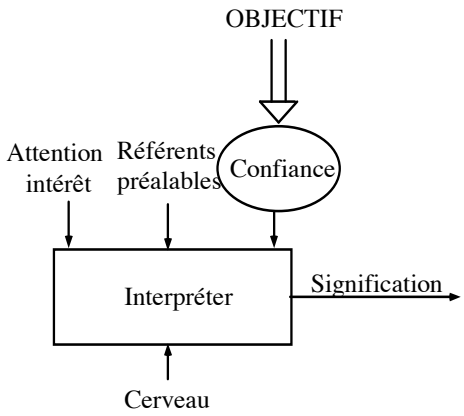


Figure II-29 : *Objectif : faire évoluer ou modifier la confiance pour l'action interpréter.*

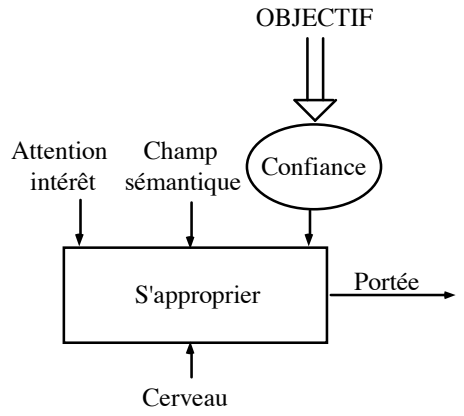


Figure II-30 : *Objectif : faire évoluer ou modifier la confiance pour l'action s'approprier.*

- modifier le système d'attitudes, de manière à faire évoluer les comportements.

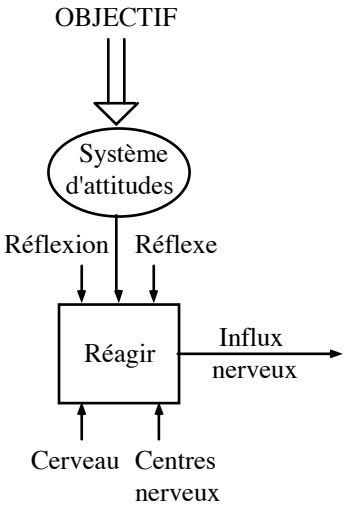


Figure II-31 : *Objectif : faire évoluer ou modifier le système d'attitudes.*

Troisième élément : les mécanismes supports

Il est évident que le processus de communication est perturbé lorsque les structures supports sont en mauvais état. Outre les capteurs, les schémas font apparaître essentiellement le rôle du système nerveux central, de plus en plus atteint dans notre civilisation dépressive, stressée et insomniaque. C'est l'approche thérapeutique développée par la médecine dite douce, qui utilise la musique, les flots d'images, l'enveloppement, etc... pour soigner.

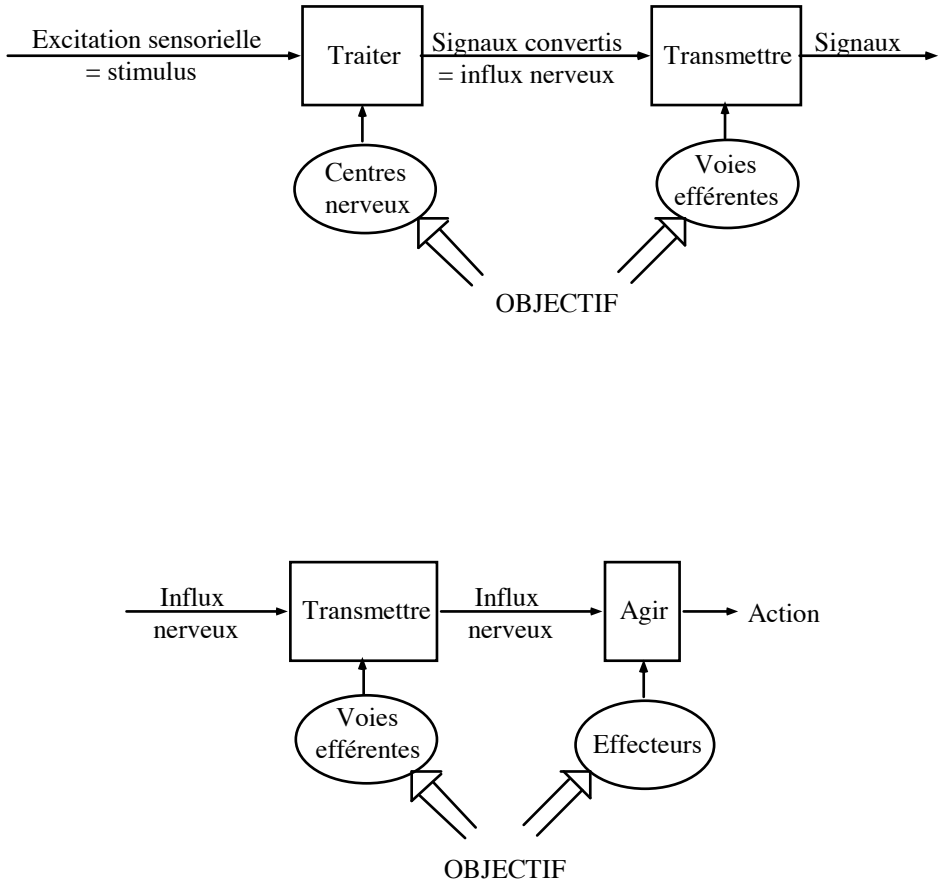


Figure II-32 : *Objectif : modifier, soigner les mécanismes supports.*

Les objectifs répertoriés ci-dessus, et eux seuls dans l'état actuel de la modélisation systémique de l'individu, **sont admissibles en tant que fonctions de service dans le cadre d'une analyse fonctionnelle**. Suivant la démarche proposée, leur liste ne peut être complétée qu'en affinant le modèle systémique de l'individu, en passant aux niveaux 2, 3, etc... des diagrammes S.A.D.T., dans le but de révéler de nouvelles variables caractéristiques de l'état de l'individu, lesquelles pourront devenir à leur tour des objectifs possibles. Dans la mesure où le modèle comporte à la fois les composantes rationnelles et les éléments affectifs du processus, on voit que ces fonctions de service couvrent à la fois les fonctions d'usage et les fonctions d'estime.

3) Tableau de classification typologique des fonctions de service

Les éléments répertoriés précédemment permettent de **dresser un tableau récapitulatif des** différents types de stratégie possibles, correspondant aux **diverses fonctions de service admissibles**.
Dans le tableau figurent :
- la composante du schéma S.A.D.T. sur laquelle on cherche à intervenir, en tentant de la modifier,

- une dénomination du type de stratégie en terme d'action sur le récepteur, exprimée par un verbe à l'infinitif conformément au formalisme des fonctions de service,
- un registre de persuasion au changement sur lequel s'appuie le message,
- un adjectif qualificatif du "type" de la communication.

Ce qualificatif permet d'exprimer de manière synthétique le type de stratégie et le genre d'action dont il s'agit. Toutefois, il ne peut être utilisé à bon escient qu'à condition d'avoir présent à l'esprit la variable de l'actigramme et la fonction de service normalisée correspondantes.

Variable d'état : - de sortie - de contrôle - support	Type de stratégie en terme d'action sur le récepteur	Registre de persuasion au changement sur lequel s'appuie le message	Qualificatif de type
Provoquer une réaction externe = acte	Faire consommer (impulsif)	Besoin, Envie	Publicitaire suggestif
	Faire utiliser (réfléchi)	Détermination	Publicitaire informatif
Provoquer une réaction interne = portée rationnelle ou émotionnelle	Faire réfléchir	Idées	Intellectuel
	Solliciter l'adhésion	Opinion	Propagandiste
	Surprendre	Changement	Original, Incongru
	Emouvoir	Emotions, Sentiments	Sensible
	Distraire, Faire rêver	Evasion	Divertissant
	Amuser, Faire rire	Humour	Comique
	Séduire, Plaire	Fascination	Affectif
Provoquer une réaction interne = signification	Faire comprendre	Explication, Démonstration	Didactique
	Convaincre	Raisonnement	Cognitif
Modifier les référents	Enseigner	Connaissances, Savoirs	Pédagogique
	Faire connaître	"Informations"	Informatif
Modifier le système d'attitudes	Déranger, Provoquer un rejet	Influence défavorable	Agressif
	Montrer	Exemples, Preuves	Conatif
	Motiver	Influence favorable	Comportemental
Modifier le champ sémantique	Favoriser l'identification	Conte	Narratif
	Favoriser l'appropriation	Histoire	Culturel
Modifier la confiance	Instaurer la confiance	Interaction positive	Constructif
	Provoquer la méfiance	Interaction négative	Critique
Modifier les supports nerveux	Soigner	Traitement	Thérapeutique
	Faire dormir	Sommeil	Soporifique

Figure II-33 : *Tableau récapitulatif : classification des actions par typologie.*

Dans ce tableau figurent, à titre d'illustration, **les types les plus couramment employés**, mais la liste correspondante ne prétend pas à l'exhaustivité. Elle peut toujours être complétée par agrégativité.

4) Modalités concrètes de l'analyse fonctionnelle

Il convient d'utiliser ce tableau dans la phase préliminaire à la conception d'un programme de communication, **de manière à positionner l'objectif en terme d'action recherchée sur le récepteur**. Celui-ci s'exprime alors sous la forme d'un verbe, figurant parmi la liste de la colonne de gauche du tableau ci-dessus, caractérisant le résultat que l'on cherche à produire sur le récepteur cible. Ce verbe indique sans ambiguïté la donnée du diagramme S.A.D.T. sur laquelle s'exerce l'action visant à la modifier. Par exemple, enseigner (dans une démarche pédagogique) signifie augmenter les référents, c'est-à-dire modifier la donnée de contrôle de l'action interpréter effectuée par le cerveau dans le système de communication humain.

Il est important de ne pas confondre l'objectif principal avec le mode de traitement retenu pour le document support. Il est clair que l'on peut poursuivre un but pédagogique ou didactique en faisant appel au rêve, à l'humour ou à la narration. Il n'en demeure pas moins que l'objectif prioritaire, donc la fonction de service principale, est pédagogique ou didactique. Le mode de traitement relève des moyens susceptibles de satisfaire la fonction de service. Or on sait que le CdCF exprime les besoins en dehors de toute considération de moyens. **La phase préliminaire d'analyse fonctionnelle exprime effectivement l'objectif**, à savoir la fonction de service, **à l'exclusion du mode de traitement**, qui est examiné dans la phase d'avant-projet où les solutions susceptibles de satisfaire les finalités sont évaluées.

III-4 : FONCTIONS DE SERVICE SECONDAIRES

1) Préambule : prise en compte des fonctions secondaires

L'analyse fonctionnelle a pour objet d'exprimer les composantes du juste besoin par des fonctions traduisant les actions attendues.

La méthode d'analyse de la valeur présentée au cours du chapitre préliminaire mentionne une liste de fonctions à remplir pour satisfaire le besoin. Ces fonctions sont classées par importance. Le produit conçu doit, au minimum, remplir les fonctions classées indispensables. Ce sont les fonctions de service principales, assimilées aux objectifs prioritaires.

Les autres fonctions, non impératives, sont celles qui contribuent à une meilleure adéquation du produit au besoin. Leur prise en compte a pour effet d'augmenter la valeur du produit, car elle augmente la satisfaction du besoin, proportionnelle au numérateur de la valeur. Toutefois, l'analyse de la valeur peut conduire à les écarter, si leur coût est trop élevé par rapport au bénéfice attendu. Celles qui s'avèrent trop chères, mineures et/ou superflues sont éliminées. Cette seconde catégorie de fonctions, bénéfiques mais non indispensables, constitue les fonctions de service secondaires.

Il est possible de mettre en évidence une liste de fonctions de service secondaires pour la conception d'un document.

2) Contraintes liées au maintien de l'attention

Quel que soit le type de stratégie à mettre en oeuvre, **il est primordial de veiller à maintenir constamment l'attention du récepteur**. En effet la perte de l'attention provoque l'abandon de la procédure, donc l'échec.

Des diagrammes S.A.D.T. dans lesquels figuraient l'attention ont été examinés précédemment, par exemple ceux des figures II-25 et II-26 ou II-27 et II-28. La variable d'attention est restée apparemment ignorée, puisqu'elle ne figure pas dans les fonctions de service admissibles.

En effet, il est bien rare d'éveiller l'attention sur un sujet ou un événement précis dans le simple but d'éveiller l'attention. Du moins, on peut admettre que ce soit insuffisant dans une stratégie performante. L'attention est éveillée pour faire réagir, ou faire réfléchir, ou faire connaître. Elle n'est donc là que pour servir un objectif prioritaire, qui constitue la fonction de service principale. Mais elle ne constitue pas pour autant une fonction de service secondaire, c'est-à-dire non impérative.

En effet, l'attention doit être sollicitée sans relâche, car elle agit comme un facteur inhibiteur potentiel. Or, face à l'augmentation incontrôlée du nombre de sollicitations sensorielles nouvelles (en particulier visuelles et sonores) caractéristiques de notre environnement contemporain, c'est l'attention qui agit comme un filtre protégeant le cerveau de la surcharge. Il convient donc de stimuler en permanence l'attention, pour atteindre les niveaux de décodage de la signification, détermination d'une portée, et réaction. Le maintien de l'attention est un impératif permanent.

Les principaux stimuli de l'attention sont de deux types :
- les facteurs de nouveauté, de curiosité, de surprise constituent une part de la valeur d'appel, c'est-à-dire l'intérêt suscité. Toute cassure, tout changement dans les habitudes du récepteur est de nature à solliciter son attention.
- les qualités hédoniques sont également très importantes dans l'adhésion du récepteur au message exposé. Ces qualités relèvent de la sphère émotionnelle et des sentiments. D'une manière générale, l'émotion accroît le niveau d'activation /SCH 84/.
- sur le plan de la forme : l'émotion esthétique joue un rôle très important en suscitant une réaction d'attraction ou de rejet dès le premier contact sensoriel. Les facteurs artistiques sont déterminants.
- sur le plan des contenus : les significations perçues et décodées peuvent engendrer des réactions affectives variées.

L'attention n'étant ni une fonction de service principale, ni une fonction de service secondaire, la nécessité absolue de la solliciter pour réussir à atteindre l'objectif peut être traduite sous la forme d'une contrainte lors de l'analyse fonctionnelle. **On peut donc faire figurer au CdCF la sollicitation de l'attention comme une contrainte constante**, à respecter dans tous les cas de figure. Les stimuli listés ci-

dessus constituent l'ensemble des moyens permettant de satisfaire cette contrainte, et dont le choix fera l'objet de la phase d'avant-projet.

3) Facteurs secondaires liés au cas particulier où l'objectif est une action

De la même manière, dans le cas où la fonction de service principale est de provoquer une action, il s'avère **bénéfique de prendre en compte des facteurs complémentaires qui ont pour effet de favoriser le passage à l'acte**. Ceux-ci sont identiques aux facteurs propres à susciter des changements d'attitude, c'est-à-dire portant sur les trois éléments des attitudes :
- élément émotionnel et affectif : c'est le ressort fondamental de l'attitude,
- élément cognitif : il s'agit de l'art de convaincre par des arguments qui ébranlent les certitudes, par des démonstrations, par des preuves ou par le raisonnement,
- élément conatif : le passage à l'acte est plus facilement obtenu lorsque des exemples sont proposés. Les media sont particulièrement efficaces sur ce plan puisqu'ils permettent de montrer.

Ces éléments composent dans ce cas des fonctions de service secondaires, c'est-à-dire **non impératives, mais aptes à faciliter la satisfaction de l'objectif principal**.

4) Facteurs secondaires favorisant la mémorisation

Enfin, **des facteurs secondaires favorisent également le processus de mémorisation.**

L'analyse détaillée de l'interprétation (I,§4) a montré que la mémoire associe à une image physique, une image abstraite = un concept, une image verbale = un nom et une image mentale = un souvenir. Or la prégnance d'une image mentale émotionnelle ou affective est très supérieure à celle d'une image rationnelle ou cognitive. Il est donc très bénéfique d'associer des émotions à des concepts ou à des informations que l'on souhaite transmettre. Celles-ci resteront plus actives dans la mémoire immédiate.

Il s'avère que **le recours à l'affectif et à l'émotionnel** favorise la mémorisation, en même temps qu'il stimule l'attention. Il **se révèle un élément de succès déterminant dans la conduite d'un programme de communication**.

5) Insuffisances de certaines approches strictement rationnelles

Ce résultat montre à quel point **la prise en compte des trois dimensions humaines,** respectivement dimension physique, rationnelle et affective, **est indispensable dans une approche qualité des systèmes de communication**.

En effet d'autres secteurs disciplinaires, tels que l'automatique ou l'informatique (respectivement 61ème et 27ème sections), se préoccupent de l'opérateur humain, en particulier dans les aspects interface homme/machine ou ergonomie du logiciel. Ils utilisent pour la plupart le formalisme des sciences cognitives, dont les orientations essentielles sont rappelées ci-dessous /COL 92/.

Howard Gardner, auteur d'un ouvrage /GAR 85/ retraçant l'histoire des sciences cognitives, distingue 4 traits d'une importance primordiale pour une définition de cette approche :
1. En traitant des activités cognitives humaines, il est nécessaire de parler de représentations mentales et de supposer un niveau d'analyse complètement disjoint du niveau biologique ou neurologique d'un côté, et du niveau socio-culturel de l'autre.
2. Pour comprendre ces activités, l'ordinateur est indispensable, aussi bien comme instrument de travail qu'en tant que modèle pour le fonctionnement de la cognition humaine.
3. Afin d'éviter une trop grande complexité des problèmes traités, le cognitivisme laisse délibérément de côté certains aspects de l'activité cognitive, comme l'influence de facteurs historiques et culturels, les émotions et les affects ainsi que tous les phénomènes contextuels. Ceci, cependant, ne veut pas dire que l'on dénie l'importance de ces facteurs.
4. Le cognitivisme tend vers l'interdisciplinarité. Bien que pour l'instant les chercheurs viennent de différentes disciplines comme la psychologie, la philosophie, la linguistique, l'intelligence artificielle, etc... on espère que les frontières entre celles-ci vont s'atténuer, voire même disparaître, et qu'un jour il n'y aura qu'une seule science cognitive unifiée.

Cette présentation succincte montre à l'évidence qu'une approche trop strictement rationnelle, par souci de simplification, laisse délibérément de côté (sic, cf 3) les facteurs essentiels de l'efficacité des messages. De plus, s'il est sûr que l'ordinateur est indispensable en tant qu'outil de modélisation, n'est-ce pas fondamentalement dangereux de l'utiliser comme modèle de comportement humain ? Ne serait-il pas préférable de considérer l'humain comme un modèle théorique de fonctionnement possible, quoique probablement inatteignable, pour la machine ? Toutes **ces réflexions justifient les insuffisances d'une approche trop strictement limitée aux postulats fondateurs ci-dessus**, par simplification excessive des facteurs pris en compte dans les phénomènes observés. Quoique la simplification du réel observé soit inhérente à l'activité de modélisation, et donc au processus scientifique, les risques de non-pertinence dûs à une telle simplification sont très grands.

III-5 : CAS DES ANALYSES FONCTIONNELLES COMPLEXES

1) Préambule : règles supplémentaires contribuant à une analyse efficace

Le paragraphe précédent a montré que **le modèle systémique permet d'exprimer le besoin en termes d'actions**, c'est-à-dire sous la forme de fonctions de service principales et secondaires et de contraintes. De plus, leur expression satisfait à la formulation fonctionnelle normalisée, à savoir un verbe à l'infinitif suivi de un ou plusieurs compléments.

Toutefois, il faut revenir au tout début de ce travail pour se souvenir que la qualité désigne l'ensemble des propriétés et caractéristiques d'un produit ou service qui

lui confèrent l'aptitude à satisfaire des besoins exprimés ou implicites. Cela signifie qu'il ne suffit pas d'écouter le discours du client pour bâtir une analyse fonctionnelle fiable, car le besoin exprimé par lui ne recouvre sans doute que très partiellement son besoin réel. Dans nombre de cas, il n'y a même pas de recouvrement du tout entre le besoin exprimé et le besoin réel.

Il en résulte que la détermination d'une méthodologie et d'un formalisme aptes à exprimer le besoin, qui a été réalisée précédemment, ne suffit pas à rendre triviale l'expression du juste besoin. Toute la difficulté réside dans l'adjonction du qualificatif "juste" au mot "besoin".

Le concept de situation communicationnelle a été introduit pour aider à résoudre ce problème. **L'analyse de la situation communicationnelle préalable permet de ne pas faire d'erreur quant à la nature des corrections à apporter pour pallier une défaillance constatée du système**.

2) Définition des analyses fonctionnelles complexes

La détermination de la situation communicationnelle préalable identifie à quel niveau de la chaîne d'opérations constituant les processus de réception et réponse **il y a échec, blocage, ou refus possible de la part de l'individu**. Elle constitue le fondement de l'analyse fonctionnelle, et donne des indications précieuses sur les moyens de compenser une anomalie constatée (la sélection des moyens forgeant la solution retenue constituant la seconde phase du cycle de vie).

Toutefois, une difficulté majeure surgit lorsque l'objectif exprimé par le client est très distant de l'anomalie révélée. Ce problème résulte en partie du fait que, particulièrement en communication d'entreprise, le commanditaire, c'est-à-dire la personne qui exprime le besoin au prestataire, n'est pas l'utilisateur futur du produit.

Il faut se souvenir, en revenant une fois encore au chapitre préliminaire, que l'utilisateur est la personne ou l'entité pour qui le produit a été conçu et qui exploite au moins une des fonctions du produit au cours de son cycle de vie. Le produit est ce qui est fourni à l'utilisateur pour répondre à son besoin. De plus, lorsqu'il n'est pas possible de connaître les attentes et motivations de l'utilisateur lui-même, celles-ci sont exprimées par ceux qui ont mission de le représenter.

Prenons un exemple concret pour illustrer le discours. L'entreprise X délègue à son Directeur de la communication, Mr DIRCOM, la mission de faire produire un "document" concernant la sécurité dans les locaux. Mr DIRCOM s'adresse à la société COMFUT et lui demande "un film sur la sécurité chez X", film destiné au personnel des ateliers de fabrication. L'utilisateur du document est donc l'employé des ateliers de fabrication. Ce "film sur la sécurité chez X" répond-il à un besoin, à une attente, à une motivation de l'utilisateur ? Non, très probablement. L'employé se moque un peu de la sécurité. C'est d'ailleurs pour cette raison précise que le vague besoin de "faire quelque chose" s'est fait sentir. Alors, quel besoin a exprimé Mr DIRCOM ? Le besoin de la

Direction de faire respecter les consignes de sécurité pour maintenir sa certification ISO (par exemple). Est-ce la Direction l'utilisateur ? La réponse est non.

Cet exemple illustre le cas extrêmement courant où :
- la demande est exprimée en termes de moyens (un film) et non en termes de besoin,
- le besoin exprimé n'est pas celui de l'utilisateur du produit, mais celui d'un tiers, et l'utilisateur n'est ni en situation de besoin, ni en situation d'attente par rapport au produit envisagé,
- si, au surplus, les conditions de diffusion du film n'ont pas été envisagées, tous les attributs sont rassemblés pour que :
1. le film ne soit certainement jamais vu,
2. il n'atteigne pas son objectif dans l'éventualité où il serait vu,
3. le programme de communication soit un échec.

Une forte distorsion entre le dysfonctionnement à lever chez l'utilisateur et le besoin exprimé par celui qui a mission de le représenter caractérise une analyse fonctionnelle complexe.

3) Adaptation du CdCF

A l'initialisation d'un programme de communication, il convient d'effectuer systématiquement l'analyse de la situation communicationnelle préalable. Le résultat de cette analyse permet de déterminer si le récepteur se trouve a priori dans un état réceptif par rapport au message auquel on désire le soumettre (ce qui est possible lorsque le programme vise un renforcement d'un acquis antérieur).

Dans un grand nombre de cas, l'utilisateur est situé au départ à une distance importante de cet état en terme de transitions de seuils successifs : c'est l'hypothèse la plus probable.

Dans ce second cas, il est très difficile de franchir tous les seuils à la fois. Il est préférable alors d'envisager la conduite d'un processus par étapes, seuil par seuil. L'objectif de chacune des étapes est alors spécifié dans un cahier des charges fonctionnel qui lui est propre. Cet objectif peut s'exprimer comme la définition d'une situation communicationnelle de départ et d'une situation communicationnelle souhaitée à l'issue de l'étape considérée, l'une et l'autre étant reprises parmi la liste des situations communicationnelles fournies précédemment. Les solutions correspondantes sont élaborées au cas par cas en fonction du cahier des charges, lors de la phase d'avant-projet.

La résolution des analyses fonctionnelles complexes passe par la détermination de situations communicationnelles intermédiaires, traduites par une chaîne de CdCF successifs.

4) Concept de polyptyque

Lorsque l'objectif principal ne peut pas être atteint directement, car la situation communicationnelle d'origine rend la chose impossible, **il est nécessaire de procéder par étapes**.

L'établissement de CdCF intermédiaires correspond à la détermination d'objectifs intermédiaires qui doivent être satisfaits un par un pour atteindre l'objectif final. La satisfaction de chaque objectif intermédiaire nécessite une analyse fonctionnelle propre, ainsi qu'une recherche de solution propre, adaptée au problème précis à résoudre. Ainsi la réalisation de l'objectif global fait surgir la nécessité d'une solution en plusieurs volets successifs hiérarchisés dans le temps, éventuellement très différents en termes de solutions techniques et/ou de moyens.

Pour l'exemple concret cité précédemment, avant d'espérer déclencher une action (respecter les consignes de sécurité), ce qui nécessite une attitude activement favorable, il faudra sans doute attirer l'attention sur le sujet d'une manière forte, au moyen de l'attention réflexe par exemple, pour passer le seuil de perception. Dans un deuxième temps, il faudra faire comprendre que la sécurité n'est ni une théorie abstraite, ni une contrainte supplémentaire, mais que insécurité = danger, ce qui fera passer le seuil de compréhension. Troisièmement, il faudra exprimer que l'accident n'arrive pas qu'aux autres, mais que la future victime est le récepteur lui-même, l'implication personnelle étant le remède universel à l'indifférence. A ce niveau, il faudra vérifier que l'individu cible est bien dans un état réceptif par rapport à l'exposé desdites consignes de sécurité, car il se peut que, malgré tous les efforts antérieurs, une attitude nonchalante, voire franchement hostile, qui peut résulter des antécédents sur le sujet ou de la pression du groupe par exemple, empêche l'individu de ressentir réellement une attente, une motivation ou un besoin vis-à-vis de la sécurité. Toutes ces indications sont, bien entendu, des propositions qui demandent à être examinées et validées par le commanditaire.

Cet exemple illustre comment les fonctions de service successives apparaissent progressivement au fur et à mesure que l'on dépouille la liste des situations communicationnelles à traverser, sans oublier l'attention qu'il faut maintenir à son plus haut niveau tout au long du programme, en veillant à ne pas lasser la cible (encore la sécurité!).

L'ensemble des éléments ainsi conçus constituent les maillons d'une chaîne adaptative permettant de passer progressivement d'un état initial à un état final initialement trop éloigné. Tous ces éléments sont complémentaires et constituent des relais informationnels autour d'un même sujet et/ou d'un même objectif. **Le terme polyptyque désigne l'ensemble en plusieurs volets ainsi constitué**. C'est également au dépouillement du cahier des charges fonctionnel, lors de la recherche de la solution adéquate au cours de la conception préliminaire, que le choix du support est effectué. Un polyptyque comporte dans la plupart des cas des volets réalisés sur des supports différents, retenus pour leur adéquation avec l'objectif poursuivi à chaque étape.

5) Unicité de la fonction de service principale

Le concept de polyptyque répond au besoin de décomposer la recherche de la solution pour les cas d'analyse fonctionnelle complexe. On se trouve dans une situation similaire lorsque le commanditaire souhaite un seul produit pour couvrir la totalité des besoins, cas également très fréquent dans la pratique.

Second exemple concret : Mr DIRCOM souhaite cette fois une vidéo de présentation de l'entreprise. Elle est destinée à être diffusée aux stagiaires et nouveaux embauchés arrivant chez X. Mais elle pourra également être montrée dans les forums étudiants, et aux partenaires industriels présents et futurs. Les commerciaux pourront la présenter systématiquement aux prospects, voire aux anciens clients qu'il est toujours bon de fidéliser. Et le P.D.G. en aura en permanence une copie dans sa mallette, au cas où.

Voilà par définition le produit qui ne peut pas être bon. Le pauvre prestataire est toutefois sauvé du naufrage, car la demande est ici encore formulée en termes de moyens et non en termes de besoins. Les premiers rudiments d'analyse fonctionnelle mettront immédiatement en évidence la multiplicité des actions à couvrir, et les disparités des attentes des cibles envisagées, ce qui permettra de soumettre une décomposition en plusieurs produits répondant chacun à une fonction de service principale. Le client, en général, acceptera de commencer par un produit unique mieux défini, et poursuivra en cas de satisfaction, c'est-à-dire si la qualité a été assurée au cours de cette première prestation.

De manière générale, **l'unicité de la fonction de service principale garantit la meilleure adéquation d'un produit de communication au besoin réel, donc augmente sa valeur**. Lorsque l'analyse fonctionnelle révèle plusieurs actions à couvrir sur une seule cible cohérente, les besoins seront évalués un par un et pris en compte séparément lors de la conception, mais les solutions distinctes retenues pourront éventuellement être rassemblées finalement en un seul et même produit.

III-6 : PARAMETRES D'ESTIMATION DES FONCTIONS ET CONTRAINTES

1) Préambule : de l'expression des besoins à leur satisfaction

L'analyse fonctionnelle contribue efficacement à la formulation des besoins réels de l'utilisateur. Or, le principe majeur de la qualité consiste à réduire la distance entre le produit fourni et le besoin réel, de sorte qu'il importe de faire apparaître des indicateurs quantifiés permettant d'évaluer de quelle façon sont remplies les fonctions et contraintes révélées par l'analyse fonctionnelle.

L'évaluation de la qualité fait partie intégrante des moyens consignés dans l'assurance qualité. **Les critères d'appréciation des fonctions, et les niveaux et flexibilités qui leur sont associés, constituent les indices pertinents de mesure de la satisfaction des besoins**, c'est-à-dire de mesure de la qualité.

2) Critères d'appréciation

Un critère d'appréciation est le caractère retenu pour évaluer la manière dont une fonction est remplie ou une contrainte respectée. Correspondant à une mesure, ce critère doit par définition supporter une estimation quantifiée.

La détermination d'un critère d'appréciation pertinent s'avère souvent très délicate dans le cas des fonctions de service liées à l'information. En effet, la mesure est simple lorsque la fonction à remplir est de provoquer une action de la part du récepteur. Il suffit alors de mesurer le nombre d'individus, parmi les récepteurs soumis au programme d'information, ayant effectivement produit l'action attendue, pour obtenir une appréciation de résultats en pourcentage. C'est ainsi que les publicistes comptabilisent les augmentations de parts de marché suite à une campagne publicitaire pour mesurer les performances qualité de leur prestation. De la même manière, lorsqu'il s'agit d'une campagne nationale visant à promouvoir le port de la ceinture de sécurité, il est facile d'effectuer un contrôle afin de mesurer le pourcentage de contrevenants.

Mais quelle méthode adopter lorsque l'objectif poursuivi est, par exemple, culturel ? Comment mesurer concrètement si la campagne a favorisé une appropriation, ou si elle a fait réfléchir à un problème précis dans une optique intellectuelle ?

La question se ramène à l'évaluation de paramètres subjectifs, affectifs et/ou émotionnels. Les méthodes existent : elles renvoient souvent à l'élaboration d'un questionnaire et à une analyse statistique des réponses recueillies auprès d'un panel d'individus constituant un échantillon supposé représentatif de la population ciblée. Toutefois, si les méthodes existent, c'est leur fiabilité qui peut être mise en cause. En effet, la réponse d'un individu à une question est par définition floue, au sens scientifique du terme, c'est-à-dire imprécise et/ou incertaine. Si on lui demande : "Etes-

vous séduit par ce produit ? Répondez par oui ou non", il est probable qu'il répondra par oui ou non, mais cette réponse ne reflètera que très approximativement la réalité, qui serait sans doute plus proche de "pas mal, mais..." ou "pas terrible, quoique...". Cela signifie que la réponse réelle correspond à un état intermédiaire entre le oui et le non.

L'augmentation du nombre de classes entre oui et non (énormément, beaucoup, moyennement, un peu, pas du tout) ne permet pas de contourner la difficulté. Le problème ne réside pas dans un nombre insuffisant de classes, mais dans l'incapacité à traduire l'appartenance partielle à une classe ou l'appartenance à plusieurs classes en même temps.

Ainsi, **une estimation reposant sur la théorie classique des ensembles et une quantification sur l'ensemble des entiers naturels**, ou même sur le corps des réels, **ne correspond que très imparfaitement à la réalité, qui est plus complexe**.

3) Apport de la logique floue

La réponse adéquate au problème de l'appréciation repose sans doute sur le recours à la logique floue.

Les connaissances dont on peut disposer sur un système sont floues si :
- il existe un doute sur leur véracité : elles sont alors incertaines,
- il existe une difficulté à les exprimer clairement : elles sont alors imprécises.

L'être humain est naturellement compétent dans la manipulation de systèmes complexes comportant des données :
- vagues ("coût élevé"),
- imprécises ("mesurant environ 3 à 5m."),
- soumises à des erreurs ("200 kg à 10% près"),
- mal définies ("fortes douleurs"),
- dont la validité n'est pas absolue ("dans 90% des cas"),
- soumises à une incertitude ("très probable").

De plus, il effectue spontanément ses propres évaluations en mode flou. C'est pourquoi la prise en compte de modes flous de quantification s'est imposée récemment comme une nécessité /BOU 94/.

> *"Les deux types d'imperfection n'ont cependant pas eu la même importance dans les préoccupations des scientifiques. En ce qui concerne l'incertain, il a été abordé par la notion de probabilité dès le XVIIème Siècle par Pascal et Fermat. Cependant, celle-ci ne permet pas de traiter des croyances subjectives comme on a longtemps pensé qu'elle pourrait le faire, ni de résoudre le problème posé par les connaissances imprécises ou vagues. Ces dernières n'ont été prises en considération qu'à partir de 1965, lorsque L.A. Zadeh, Professeur à l'Université de Californie à Berkeley, jusqu'alors internationalement connu pour ses travaux sur la théorie des systèmes, a introduit la*

notion de sous-ensemble flou, à partir de l'idée d'appartenance partielle à une classe, de catégorie aux limites mal définies, de gradualité dans le passage d'une situation à une autre, dans une généralisation de la théorie classique des ensembles, admettant des situations intermédiaires entre le tout et le rien. Les développements de cette notion fournissent des moyens de représenter et de manipuler des connaissances imparfaitement décrites, vagues ou imprécises, et ils établissent une interface entre des données écrites symboliquement (avec des mots) et numériquement (avec des chiffres)."

Si une estimation des critères d'appréciation suivant la logique floue se profile comme la solution adaptée aux systèmes comportant une composante humaine, sa mise en oeuvre effective sur le terrain des applications envisagées ici reste à faire : elle constitue avant tout une perspective de travaux futurs.

4) Niveau et flexibilité des critères d'appréciation

En l'absence de méthodes d'évaluation plus adaptées, **la fraction d'individus interrogés ayant fourni une réponse conforme à l'objectif poursuivi est le seul critère d'appréciation** dont on dispose pour le moment.

Le niveau souhaité s'exprime ainsi en pourcentage, alors que la flexibilité prend la forme d'une tolérance en dessous du niveau nominal pour laquelle on considère que, malgré tout, l'objectif est atteint. Toutes les restrictions nécessaires ont été faites quant à la confiance que l'on peut accorder à une telle mesure. C'est pourquoi il est préférable d'exploiter des indicateurs plus tangibles chaque fois que c'est possible (tels les parts de ventes, les indices d'utilisation, les heures de connexion, etc...).

FONCTION	CRITERES	NIVEAUX	FLEXIBILITE
Assurer le renouvellement de l'air	Taux de renouvellement de l'air	A fois le volume par heure	F1
	Disponibilité	B % du temps de référence	
Contribuer au confort des occupants	Réponse au réglage de la température demandée	Ecart < C (*)	F1
	Vitesse de l'air	< D m/s	F1
	Hygrométrie	Ecart < E %	F1
	Confort acoustique	Bruit < à F dB dans la pièce	F2
Assurer la qualité sanitaire de l'air	Concentration de l'air en particules	< G g/m^3	F0
	Concentration de l'air en bactéries	> H /m^3	F1
Participer à l'harmonie visuelle en situation	Votes favorables d'échantillons représentatifs d'utilisateurs	> I %	F2
Assurer la sécurité	Conformité aux normes	ceux stipulés par les normes	F0
(*) Aux tolérances de mesure près			

Figure II-34 : *Exemple d'expression fonctionnelle : système de conditionnement d'air.*

La figure ci-dessus présente, à travers un exemple, la forme d'un CdCF comportant en vis-à-vis fonctions, critères, niveaux et flexibilités. Elle illustre bien toute la difficulté à apprécier de façon cohérente le confort acoustique, évalué en niveau de bruit inférieur à une valeur seuil en dB, et l'harmonie visuelle en situation, estimée en votes favorables d'échantillons représentatifs d'utilisateurs.

Il est impératif de fixer des critères d'appréciation, leurs niveaux et leurs flexibilités, et d'estimer les résultats obtenus pour garantir la maîtrise qualité d'un programme d'information, même si la fiabilité des méthodes disponibles aujourd'hui peut être remise en cause. Dans tous les cas, il vaut mieux une mesure imprécise que pas de mesure du tout.

La confrontation des méthodes entre mesures objectives et critères liés à des sensations subjectives est inévitable dans l'état actuel des recherches.

III-7 : BILAN

A travers les résultats du travail de modélisation du système de communication humain, et à la suite de l'analyse, apparaissent les deux lois qui doivent présider à la conception d'un programme de communication, à savoir :
1) l'information pure n'existe pas, la rédaction du message permettant de véhiculer les données correspondantes est toujours une tentative de persuasion au changement, et le travail de préparation consiste à adapter sa mise en forme à l'objectif poursuivi,
2) aucun message n'est purement rationnel ou scientifique, car des facteurs affectifs, émotionnels ou artistiques lui sont toujours associés. De plus, loin d'être négligeables, ces caractéristiques sont déterminantes dans son efficacité.

Comme l'indique le schéma de la figure II-23, le terme ingénierie désigne précisément ce travail de conception et de préparation du produit. Celui-ci s'appuie sur une méthodologie visant à structurer les étapes successives de préparation.

La méthodologie de conception proposée repose sur une analyse préalable précise. Celle-ci répond aux directives de la démarche qualité et débute par une analyse fonctionnelle, qui conduit à exprimer les besoins en termes d'action à exercer, c'est-à-dire sous la forme de fonctions de service et de contraintes. Les actions s'identifient à des modifications de variables choisies parmi l'ensemble stable de variables caractéristiques permettant de représenter l'état de l'individu récepteur. Ces différentes variables sont mises en évidence à travers la construction du modèle systémique de l'être humain communicant. Les variables rationnelles et affectives étant examinées au même titre, l'analyse fonctionnelle fournit en même temps et sans distinction les fonctions d'usage et les fonctions d'estime.

Dans une situation communicationnelle difficile, correspondant à une analyse fonctionnelle complexe, la résolution du problème doit être déclinée en plusieurs étapes, de manière à faire évoluer progressivement le récepteur de son état initial à un état final séparé du premier par plusieurs seuils. Chaque étape donne lieu à un cahier des charges fonctionnel propre, définissant le contexte et les objectifs. L'analyse détaillée du processus permet de construire adaptativement un polyptyque solution, dont chaque volet fait l'objet d'un choix rigoureux, tant du point de vue des contenus que des supports véhiculant l'information. Les facteurs non rationnels sont constamment pris en compte. De plus, certaines étapes jouent en priorité sur les

facteurs affectifs plutôt que cognitifs. C'est notamment le cas pour la prise en compte des facteurs secondaires liés à l'attitude ou à la mémorisation, ainsi que pour la contrainte relative à la sollicitation de l'attention.

Ainsi, l'accès à l'information est hiérarchisé de manière à permettre le passage des différentes transitions de façon progressive, garantissant ainsi le contrôle du processus de communication de bout en bout et son efficacité globale. En effet, les causes d'échec ou de rejet, au lieu d'être considérées globalement, sont vérifiées et traitées niveau par niveau, indépendamment les unes des autres. De plus, l'expression initiale de besoins précis, sous une forme fonctionnelle, facilite le suivi qualité tout au long du cycle de vie du produit.

I - MODELISATION DES PROCESSUS HUMAINS IMPLIQUES DANS LE SYSTEME DE COMMUNICATION 153

II - ETUDE DU COMPORTEMENT DYNAMIQUE DU SYSTEME PAR SIMULATION 177

III - MISE EN OEUVRE DES PRECEPTES QUALITE POUR LA CONCEPTION DES DOCUMENTS 192

IV - ILLUSTRATION SUR UNE ETUDE DE CAS INDUSTRIEL

IV-1 : INTRODUCTION 217
IV-2 : CONTEXTE DE L'APPLICATION : PRESENTATION GENERALE 217
IV-3 : ANALYSE FONCTIONNELLE 218
IV-4 : ELEMENTS DE CARACTERISATION DES VOLETS DU POLYPTYQUE 220
IV-5 : BILAN 223

IV-1 : INTRODUCTION

La méthodologie de conception proposée a été expérimentée à plusieurs reprises. Elle est utilisée couramment pour la conception des documents de nos partenaires industriels. Parmi eux, le Centre National des Etudes Spatiales (C.N.E.S.) est un partenaire privilégié depuis 1989. Cette méthodologie a donné lieu à la co-édition, avec le C.N.E.S., d'un dépliant présentant la planification de la démarche de conception, les étapes successives ainsi que les facteurs-clefs de l'analyse préliminaire. Ce document, consultable dans l'annexe 6, est un outil efficace pour la mise en route d'une coopération avec un nouveau partenaire.

Dans la dernière partie de ce chapitre, une illustration de la méthode est proposée, à travers une étude de cas réalisée précisément pour le C.N.E.S.. Elle permet de juger le bien-fondé de l'approche, puisqu'elle présente la phase d'analyse fonctionnelle d'un programme adressé à un public d'ingénieurs (le plus rationnel et le moins demandeur des publics) et visant à valoriser un outil scientifique. Toutes les fonctions de service, d'usage et d'estime, c'est-à-dire rationnelles et affectives, ont été considérées et intégrées à la démarche qualité pour atteindre l'objectif visé.

IV-2 : CONTEXTE DE L'APPLICATION : PRESENTATION GENERALE

Cette étude, réalisée pour le C.N.E.S., concerne l'outil "plans d'expériences". C'est une méthode, basée sur une modélisation statistique, propre à améliorer l'efficacité de la démarche expérimentale /VIG 88/ :

- de conception et de qualification des équipements, des produits et des processus de production,
- de maîtrise des cycles de production.
La méthode concourt à optimiser le rapport symbolique.

$$P = \frac{\text{Acquisition de connaissances du système étudié}}{\text{Coût d'une campagne expérimentale}}$$

sous contrainte d'un budget fixé.

Elle apporte une contribution très efficace à la planification des campagnes expérimentales, et l'exploitation des résultats d'essais (ou de calculs en cas de résultats obtenus par voie numérique).

IV-3 : ANALYSE FONCTIONNELLE

1) Préambule : demande initiale du commanditaire

Lors de la première entrevue avec le commanditaire, la demande initiale a pris la forme : "Je veux un cours filmé sur les plans d'expérience".

On retrouve les anomalies signalées plus haut, à savoir :
- la demande est exprimée en termes de moyens et non en termes de besoins,
- non seulement le support est sélectionné a priori, mais également la forme de traitement retenue : un cours filmé.

2) Détermination de la fonction de service principale : l'objectif

Afin d'avancer sur la voie d'une analyse fonctionnelle, il a été nécessaire de faire préciser au client non pas le besoin, mais le contexte.

La constatation de départ était la suivante : les plans d'expérience sont relativement peu utilisés dans le spatial, alors qu'ils permettraient des économies substantielles en minimisant le nombre d'essais d'une campagne expérimentale.

L'objectif, en terme d'action sur le récepteur, apparaît ainsi naturellement, sans que le commanditaire ait la sensation de le formuler. Il s'agit de faire utiliser. L'exploitation du tableau de la figure II-31 indique que l'objectif consiste à provoquer une réaction sous forme d'acte réfléchi. Cela oriente les suppositions vers les arguments rationnels, d'où peut-être l'idée intuitive du cours.

3) Détermination de la situation communicationnelle préalable

L'analyse de la situation communicationnelle préalable permet d'éviter les erreurs quant à la nature des corrections à apporter pour pallier la défaillance constatée. Il s'agit d'évaluer s'il y a distorsion entre la fonction de service principale exprimée par le commanditaire et le niveau du blocage de l'utilisateur.

Après avoir constaté la non-utilisation, il convient de détecter à quel niveau se produit le rejet ou la réticence, au moyen de la simulation grâce au modèle théorique du système. Cette étape est conduite à travers un jeu de questions-réponses avec le commanditaire. Il est fondamental de sensibiliser le commanditaire à l'importance de ces réponses dans la conduite du processus, et de le motiver à en contrôler la validité en cas d'incertitudes. En effet, une seule erreur dans l'analyse de la situation suffit à vouer le programme à l'échec.

Q : Les utilisateurs ont-ils déjà entendu parler des plans d'expérience ?
R : Oui.
Donc la cause de la désaffection n'est pas l'ignorance de l'existence de l'outil. Le seuil de perception est dépassé.

Q : Les utilisateurs savent-ils approximativement ce que c'est, à quoi cela sert, comment cela fonctionne, ou peuvent-ils le vérifier aisément ?
R : Oui.

La cause de la désaffection n'est pas non plus le manque de données à disposition permettant à chacun d'en compléter la connaissance ou d'augmenter ses propres référents.

Q : Les utilisateurs sont-ils persuadés qu'il serait très profitable d'avoir recours aux plans d'expérience dans leur activité ?
R : La plupart du temps, oui, mais pas toujours.

Ainsi le seuil d'indifférence est souvent passé, mais pas dans tous les cas. Donc les plans d'expérience n'occasionnent pas une portée positive pour tous les utilisateurs. Il peut être utile de renforcer cet aspect. Mais ce n'est pas là que réside la cause des difficultés principales. Il ne reste plus qu'une solution : c'est le seuil d'acceptation qui n'est pas franchi. Une vérification est nécessaire.

Q : Alors pourquoi les plans d'expérience ne sont-ils pas massivement utilisés ?
R : Ils ont mauvaise réputation. Beaucoup de gens croient qu'ils sont très contraignants à mettre en place, et que ça n'en vaut pas la peine.

Q : Est-ce vrai qu'ils sont très contraignants ?
R : Ils nécessitent un temps de préparation beaucoup plus grand, et beaucoup de soin dans la conception de la campagne expérimentale. Mais ceci est largement compensé par le gain de temps et d'argent dans la mise en oeuvre de la campagne.

Donc la raison de la non-utilisation est plutôt : inertie, laisser-aller, manque de motivation, en un mot attitude défavorable. Il semblait impossible de dépasser le seuil d'acceptation.

Sous l'éclairage de la situation communicationnelle, la correction à apporter au moyen du programme change de dimension : il s'agit de motiver à l'utilisation effective des plans d'expériences. C'est un cas de communication comportementale. La difficulté

majeure consiste à convertir une attitude défavorable ou ambivalente en une attitude résolument favorable, disons "activement" favorable.

4) Modification du CdCF

L'analyse révèle la situation communicationnelle préalable la plus difficile. Le récepteur rejette a priori l'outil en question. Il faut vaincre cet a priori négatif et convaincre.

Comme il a été indiqué au paragraphe I-4, le ressort fondamental de l'attitude est émotionnel. L'attitude est avant tout chargée d'affectivité, elle est liée à des sensations et à des émotions. Le problème se pose ainsi : comment développer une approche émotionnelle et esthétique, voire artistique (facteurs prépondérants de l'adhésion et de l'implication) à propos des plans d'expériences ? Ceci est en contradiction avec la première conclusion qui donnait priorité aux arguments rationnels.

On se trouve face à un cas d'analyse fonctionnelle complexe, mettant en lumière des distorsions quant au contenu du CdCF. La solution en forme de polyptyque s'impose dès ce stade de l'étude, de manière à passer progressivement et en douceur d'une approche fortement affective (propre à faire basculer l'attitude et à solliciter l'adhésion) à une approche fortement rationnelle et/ou cognitive (plus adaptée à l'acte réfléchi, et faisant partie des fonctions de service secondaires aptes à favoriser un passage à l'acte dans le cas où l'objectif est une action).

IV-4 : ELEMENTS DE CARACTERISATION DES VOLETS DU POLYPTYQUE

1) Premier volet du polyptyque

Cahier des charges fonctionnel : le premier volet du polyptyque a pour but d'ébranler le système d'attitudes par la voie affective, afin de susciter l'adhésion et d'acquérir une attitude favorable.

Situation communicationnelle de départ : attitude défavorable ou ambivalente vis-à-vis des plans d'expérience.

Situation communicationnelle d'arrivée : attitude favorable acquise ou attitude d'ouverture, de curiosité.

Portrait rapide de l'état spécifié du produit, suite à la conception préliminaire qui constitue le premier module de la phase d'ingénierie.

Le support retenu est un document audiovisuel, meilleur messager de l'émotion et de la séduction. L'originalité de la proposition consiste à ne pas faire un document pédagogique ou didactique illustré par des exemples de fusées, mais un document très esthétique, frais, humoristique, narration en forme de fiction dans laquelle l'identification émotionnelle avec les personnages de l'histoire doit être maximale. De plus, l'écriture sous forme de suspense maintient constamment l'attention en éveil.

Il s'est avéré indispensable de tenir compte des facteurs connus du champ sémantique communs à un grand nombre de récepteurs de la cible, de manière à favoriser l'adhésion. Les éléments principaux sont : niveau d'études très élevé (public d'ingénieurs), tranche d'âge la plus représentée relativement jeune (entre 30 et 45 ans), d'où priorité des activités extra-professionnelles vers la vie familiale (enfants), niveau de vie aisé, conjoint le plus souvent actif, femmes assez indépendantes. L'ensemble de ces éléments figure intégralement dans le scénario conçu, consultable dans l'annexe 4.

De plus, un soin très particulier a été porté à tous les facteurs pouvant favoriser l'attention :
- surprise : situation possible mais peu banale,
- qualités esthétiques : beauté des décors, des personnages, des accessoires,
- maintien de l'intérêt : suspense,
- émotions : situation de la vie familiale dans ses côtés les plus touchants, recours à des enfants.

En outre, ce premier document permet de fonder l'élément conatif. Il démontre l'efficacité de l'outil par l'exemple.

A l'issue de ce premier volet du polyptyque, le seuil d'indifférence doit être franchi pour l'ensemble de la cible, et l'attitude réticente convertie en attitude favorable, ou au moins en intérêt.

2) Second volet du polyptyque

Cahier des charges fonctionnel : le second volet du polyptyque a pour objet d'augmenter le niveau des connaissances scientifiques par rapport à l'outil plan d'expériences, tout en maintenant l'attrait esthétique et affectif afin d'éviter un décrochement brutal de l'attention et de l'adhésion du récepteur.

Situation communicationnelle de départ : attitude d'ouverture et d'intérêt, ou attitude favorable acquise par voie affective.

Situation communicationnelle d'arrivée : attitude favorable renforcée par adjonction d'arguments cognitifs. Renforcement également de l'élément conatif.

Portrait rapide de l'état spécifié du produit, suite à la conception préliminaire.

Il s'agit là encore d'un audiovisuel linéaire, dans la continuité directe du premier. En effet celui-ci présente le film du film, dans lequel le tournage de certaines scènes charnières est repris et commenté par l'auteur, le réalisateur et le producteur, lesquels apportent beaucoup d'informations scientifiques supplémentaires par rapport au premier volet du polyptyque : on joue cette fois sur les référents, sur les valeurs cognitives que l'on renforce. Cette étape permet d'adjoindre des éléments de connaissance de niveau plus élevé, préparant ainsi les étapes suivantes, tout en faisant encore appel à l'émotionnel pour éviter le décrochement.

Bien que le niveau scientifique soit accru, les données sont là encore distillées à travers les péripéties du scénario et les actions des différents personnages de la

narration. Pas de discours didactique, pas de cours magistral d'un spécialiste des plans d'expérience. Cependant, la procédure de retour d'informations a prouvé par la suite que tous les messages-clefs ainsi que les informations principales sont perçus et mémorisés à l'issue de ce second volet du polyptyque.

L'écriture du scénario, dans son détail, a été menée en collaboration avec une équipe de spécialistes de l'Université des Technologies de Compiègne, sous la direction de Monsieur le Professeur Jean-Claude Sisson, dont le rôle a été de valider les éléments scientifiques de la méthode contenus dans le scénario, consultable dans l'annexe 4.

3) Troisième volet du polyptyque

Cahier des charges fonctionnel : garantir une formation adéquate des individus concernés à propos de l'outil plan d'expériences.

Situation communicationnelle de départ : attitude favorable acquise par voie affective, cognitive et conative.

Situation communicationnelle d'arrivée : connaissance exacte et appropriée de l'outil plan d'expériences. Suppression des erreurs, imprécisions, faux référents ou idées préconçues erronnées.

Portrait rapide de l'état spécifié du produit, suite à la conception préliminaire.

La Division Centrale de la Qualité du C.N.E.S. propose ici un séminaire de formation de trois jours, au cours duquel le niveau de connaissances scientifiques est très fortement relevé par l'intermédiaire d'un médiateur humain, à savoir un enseignant spécialiste de la question. On en arrive au cours, qui faisait l'objet de la demande initiale, mais c'est un vrai cours, en présence d'un enseignant. Le médiateur humain est à ce jour le meilleur support pour certaines situations spécifiques. C'est le cas en particulier en formation, pour les tâches de détection des dysfonctionnements, car il s'avère être le seul, pour le moment, à pouvoir diagnostiquer une difficulté de compréhension, et à donner le moyen à l'apprenant de franchir cette difficulté. En effet, l'apprentissage n'est pas dans la délivrance d'un message correct, mais dans l'appropriation correcte du contenu de ce message par chaque apprenant. Si la machine est à même de délivrer un message adapté, si elle peut également détecter les assimilations incorrectes (au moyen d'un dialogue interactif entre autres), elle est incapable de déterminer pour quelle raison l'appropriation peut se trouver défaillante, ni comment dépasser cette difficulté.

A ce niveau là du programme, un grand nombre de messages et/ou de connaissances ont déjà été assimilés par l'utilisateur à travers les deux premiers volets du polyptyque. De plus, sa présence en cours atteste de son intérêt pour le sujet. En effet, il faut savoir que les séminaires de formation ne sont pas obligatoires au CNES, et que la participation témoigne d'une démarche volontaire des cadres, d'où la nécessité d'avoir préalablement suscité cette démarche volontaire. Le rôle du cours est avant toute chose de vérifier qu'il n'y a pas eu de mauvaises interprétations ou d'assimilations

incorrectes. De plus, la présence d'un intervenant facilite l'accès à des concepts scientifiquement plus complexes, avant la phase d'appropriation individuelle qui passe par le travail personnel et les exercices.

4) Quatrième volet du polyptyque

Cahier des charges fonctionnel : maintenir l'acquis dans le temps et assurer la persistance de la connaissance en prévoyant un document permettant à l'utilisateur de retrouver rapidement un savoir momentanément perdu ou oublié.

Situation communicationnelle de départ : attitude favorable acquise. Connaissance exacte de l'outil plan d'expériences, acquise à un moment donné, ayant une tendance à s'effriter dans le temps.

Situation communicationnelle d'arrivée : réactivation de la connaissance exacte et appropriée de l'outil plan d'expériences. Persistance des éléments d'agrément ayant déclenché l'attitude favorable.

Portrait rapide de l'état spécifié du produit, suite à la conception préliminaire.

Le dernier volet du polyptyque est enfin un livret d'accompagnement, reprenant toutes les informations délivrées au récepteur (extraits de certaines scènes des films, photos, phrases du scénario, ou équations fournies en cours) permettant de maintenir l'information d'une manière stable dans le temps au delà de la période d'exposition au message proprement dite. Ce livret d'accompagnement figure également dans l'annexe 4.

Le cours aurait pu être prolongé par un service interactif, à disposition sur le réseau, proposant des exercices d'application, et permettant de consolider l'appropriation individuelle de la connaissance. Ce n'est qu'à ce stade qu'intervient l'outil informatisé interactif dans une démarche communicationnelle totalement contrôlée. Un outil de ce type n'aurait pas pu convenir pour les trois premiers volets du polyptyque.

IV-5 : BILAN

L'efficacité de la démarche a été prouvée grâce à des mesures de taux de réception et d'acceptation, qui se sont appuyées sur le dépouillement d'un questionnaire. Celui-ci a été conçu pour être distribué après projection des deux films "La guerre des brioches" et "La guerre des brioches : l'envers du décor". En effet, notre partenaire et commanditaire se montrait plus inquiet quant à ces deux premiers volets du polyptyque, les autres étant plus classiques.

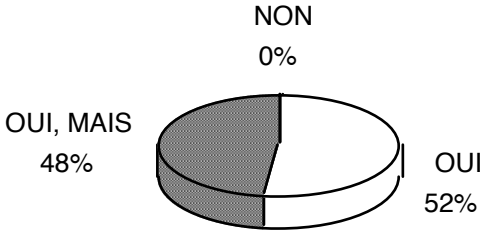
Un premier test a été effectué après une première projection à la Direction Centrale de la Qualité du C.N.E.S.. Le public était alors constitué essentiellement de décideurs et/ou chefs de services, tous spécialistes de la qualité, mais pas nécessairement des plans d'expérience en particulier. 14 questionnaires nous ont été

retournés pour 20 présents dans l'assistance. Une seconde projection s'est déroulée à l'Institut Renault de la Qualité, devant un parterre présentant une majorité de formateurs, spécialistes ou pratiquants des plans d'expérience. 7 questionnaires nous ont été retournés pour 10 présents dans l'assistance. Enfin, la troisième et dernière projection considérée ici s'est tenue à la S.E.P. (Société Européenne de Propulsion), en présence de peu d'experts en plans d'expériences, une large majorité de l'auditoire étant constituée d'utilisateurs d'essais dans leur activité professionnelle, qui venaient se sensibiliser à la méthode des plans d'expérience. Le lecteur pourra consulter les fiches réponses correspondantes, dont les copies sont mises à sa disposition dans l'annexe 5.

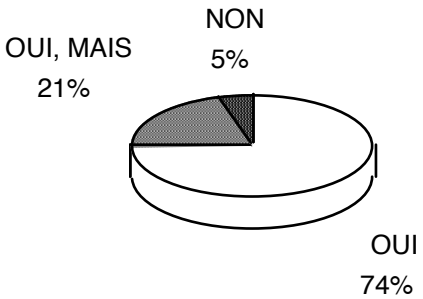
Les résultats sont présentés en deux groupes distincts tenant compte de la disparité des publics. Le groupe 1 est assez représentatif des sujets susceptibles d'acquérir, d'exploiter, ou décider et faire mettre en oeuvre l'exploitation des documents conçus. Il ne donne donc pas vraiment de résultats d'impacts sur la cible, mais des coefficients de persuasion auprès des éventuels acquéreurs du document (qui ne sont pas les utilisateurs, comme souvent en milieu industriel). Le groupe 2 fournit une meilleure représentation de la cible effective. Les mesures d'impact sont donc plus fiables pour ce second groupe. A titre indicatif, le cumul fournit ensuite les résultats globaux pour chaque évaluation.

En premier lieu, le taux de réception et compréhension du message a été évalué. La classification a été effectuée au moyen de la question 3 : "Pensez-vous que les messages de base ont été clairement exprimés ?".

	OUI	OUI, MAIS	NON
Groupe 1 21 personnes	11	10	0
Groupe 2 43 personnes	32	9	2
Cumul 64 personnes	43	19	2



Groupe 1 (21 personnes)



Groupe 2 (43 personnes)

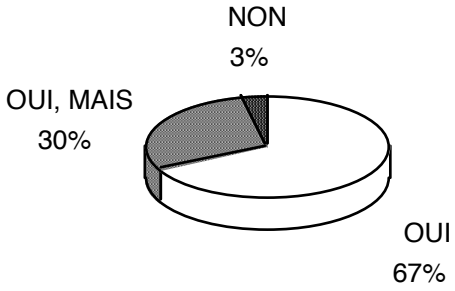


Figure II-35 : *Mesure du taux de réception : "Message bien compris".*

Signalons que les items 1 et 2 du questionnaire, questions ouvertes, demandaient au sujet interrogé de résumer le message essentiel et ses caractéristiques. En se reportant aux réponses consignées en annexe, on pourra constater que la quasi totalité des "incertains" avaient, quant à eux, parfaitement bien compris. Il s'agit donc plutôt d'hésitations de décideurs, s'interrogeant pour d'autres qu'eux-mêmes. Du reste, la proportion beaucoup plus importante de réponses incertaines dans le premier groupe que dans le second corrobore cette hypothèse. On observe là de façon tangible l'incertitude et les interrogations qui accompagnent fréquemment la prise de décision.

En second lieu, le taux d'acceptation du message a été évalué. La classification a été effectuée par la question 5 : "Pensez-vous que ce film soit un bon moyen de motiver les personnes à se senbiliser plus sérieusement aux plans d'expérience ?".

	OUI	INCERTAIN	NON
Groupe 1 21 personnes	15	6	0
Groupe 2 43 personnes	34	6	3
Cumul 64 personnes	49	12	3

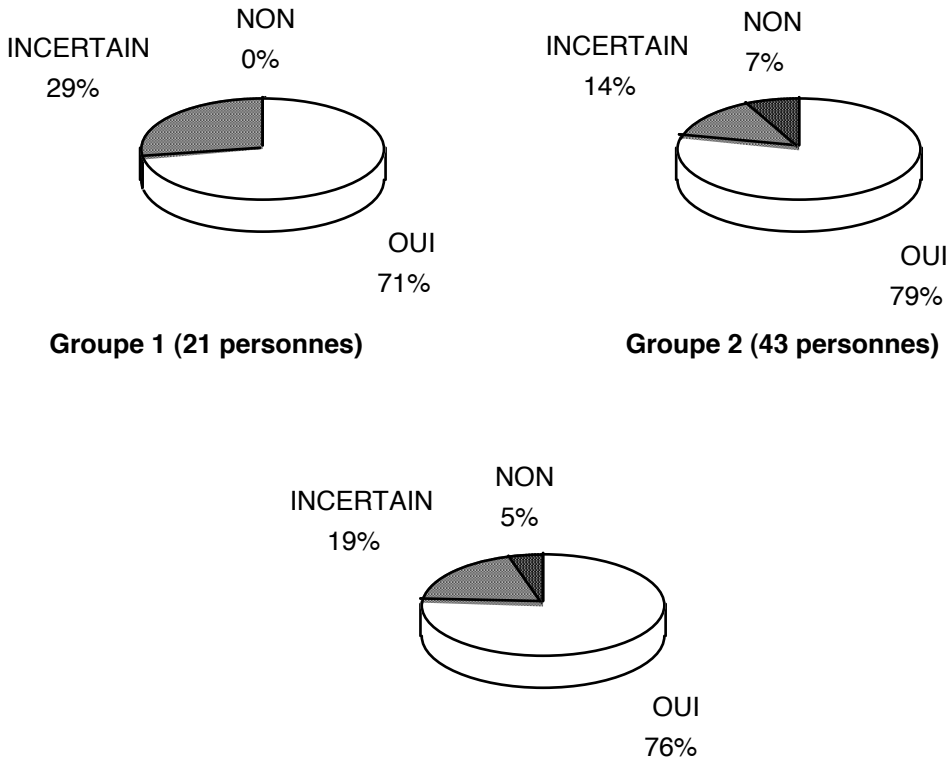


Figure II-36 : *Mesure du taux d'acceptation : "Adhésion au caractère motivant du message".*

Les résultats sont encore meilleurs que pour le taux de réception : près de 80% de OUI sans réserves auprès de la cible, pour un résultat global cumulé de 76%.

En troisième lieu, une mesure directe de satisfaction de l'objectif a été effectuée. La fonction de service principale étant de réouvrir le système d'attente concernant une formation aux plans d'expérience, la réponse à la question 4 : "A la suite de ce film, seriez-vous tenté de suivre une information approfondie ou une formation aux plans d'expérience ?" permet d'évaluer si le document a rempli son objectif.

	OUI	INCERTAIN	NON	SANS REPONSE	SANS OBJET
Groupe 1 21 personnes	10	2	1	4	4
Groupe 2 43 personnes	34	0	3	2	4
Cumul 64 personnes	44	2	4	6	8

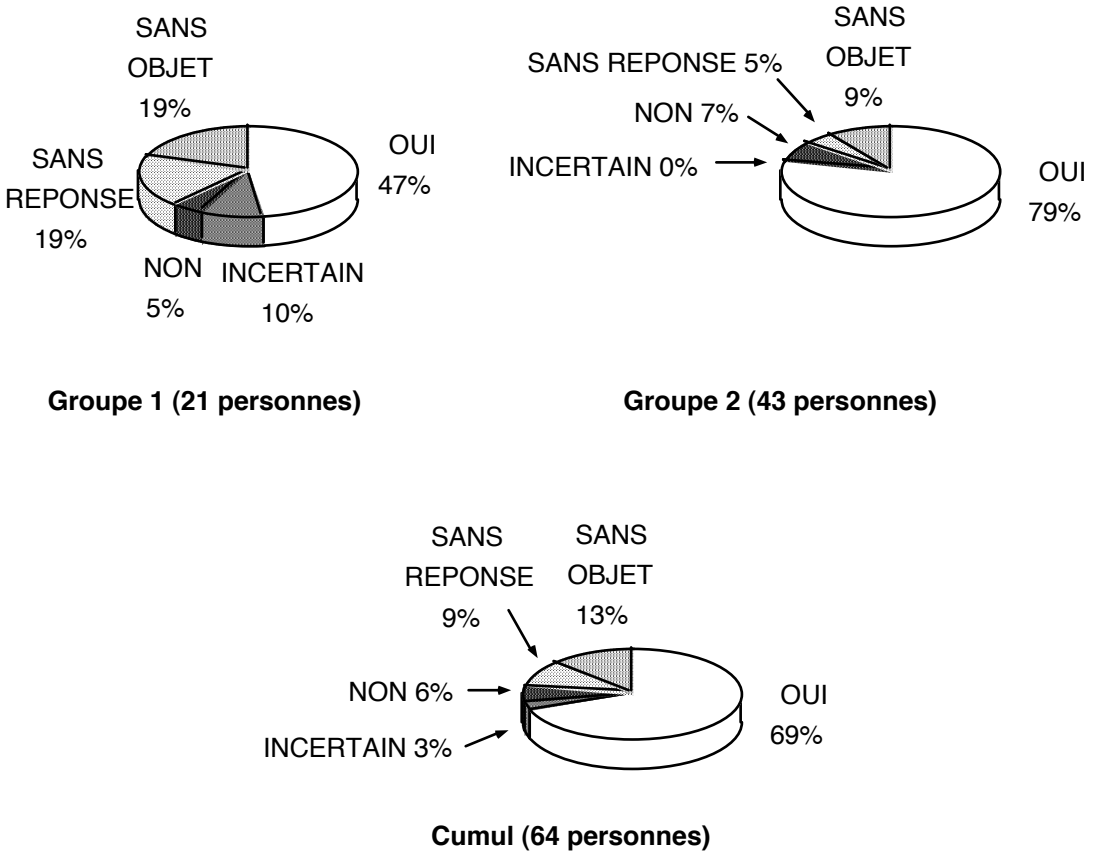
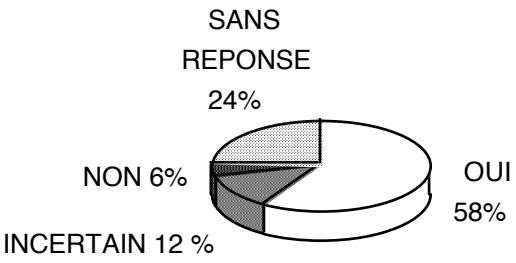


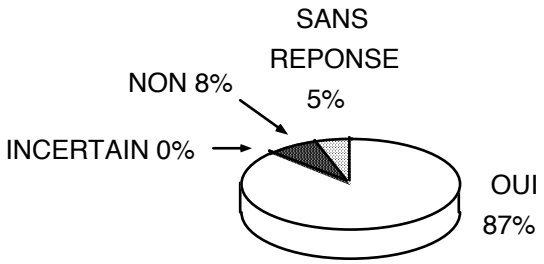
Figure II-37 : *Mesure de satisfaction de l'objectif.*

Dans ces résultats apparaissent une catégorie de personnes pour lesquelles le désir de formation est sans objet. Elle correspond à la fraction d'éminents spécialistes, formateurs ou utilisateurs expérimentés ayant été consultés bien que ne faisant pas partie de la cible. En outre, l'apparition d'une classe "sans réponse", inexistante auparavant, peut laisser penser qu'une partie des personnes pour lesquelles la question était sans objet s'est contentée de ne pas répondre plutôt que de spécifier l'inanité de la question. Toutefois, afin de ne pas trop majorer les résutats sur la base d'hypothèses non vérifiées, la figure ci-dessous indique les résultats obtenus en conservant intégralement les "sans réponse", se contentant d'exclure les individus pour lesquels il est certain que l'objectif n'avait pas de sens.

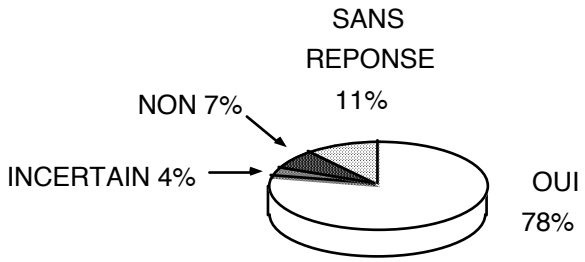
	OUI	INCERTAIN	NON	SANS REPONSE
Groupe 1 17 personnes	10	2	1	4
Groupe 2 39 personnes	34	0	3	2
Cumul 56 personnes	44	2	4	6



Groupe 1 (17 personnes)



Groupe 2 (39 personnes)

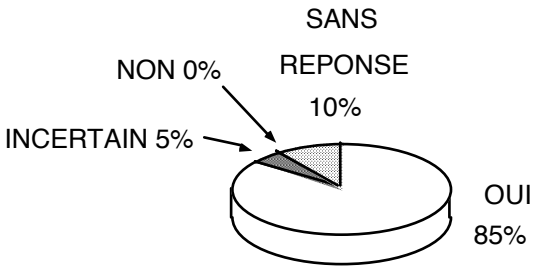


Cumul (56 personnes)

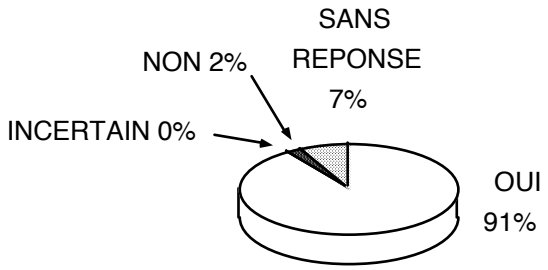
Figure II-38 : *Mesure corrigée de satisfaction de l'objectif.*

Enfin, la question 7 visait à évaluer si la forme spécifique prise par le message semblait suffisamment plaisante et efficace pour pouvoir donner lieu à des déclinaisons pour d'autres thèmes ou d'autres sujets. "A votre avis, peut-on utiliser ce type de support pédagogique pour d'autres sujets ?".

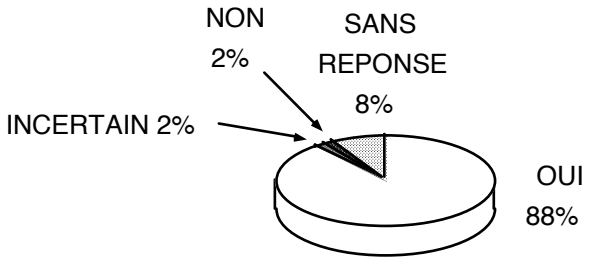
	OUI	INCERTAIN	NON	SANS REPONSE
Groupe 1 21 personnes	18	1	0	2
Groupe 2 43 personnes	39	0	1	3
Cumul 64 personnes	57	1	1	5



Groupe 1 (21 personnes)



Groupe 2 (43 personnes)



Cumul (64 personnes)

Figure II-39 : *Adéquation de la solution apportée en réponse au besoin.*

Le pourcentage de réponses positives atteint ici le taux record de 90%. Ce résultat fait figure de plébiscite, et engage à poursuivre la réflexion quant à la conception de documents pédagogiques innovants et performants. En tous cas, il justifie pleinement la pertinence de l'approche fonctionnelle proposée.

De plus, conçu initialement pour le C.N.E.S., le polyptyque a été par la suite commandé par différents organismes, grandes entreprises (Commissariat à l'Energie Atomique, Institut Renault de la Qualité, Thomson Brandt Armements, Bugatti, S.E.P. Vernon, Sextant Avionique, Institut de Recherche et de Développement de la Qualité...) ou organismes de formation (UTC de Compiègne, ENSIETA,...) pour leurs

propres besoins. En outre, les deux premiers volets du polyptyque ont obtenu un grand prix dans la catégorie communication interne au Challenge du Film d'Entreprise 1994.

Enfin, l'originalité de l'approche, bien qu'ayant suscité quelques inquiétudes au début, étant donné la distance du produit fini par rapport à la demande initiale, a donné pleinement satisfaction quant à ses résultats, contribuant à la poursuite de la collaboration avec le C.N.E.S. pour résoudre les situations communicationnelles difficiles.

CHAPITRE 2 : CONCLUSION

Le chapitre préliminaire a insisté sur le fait que la démarche qualité se fonde sur une juste expression du besoin à satisfaire, sans références aux solutions techniques susceptibles d'y répondre et indépendamment des moyens nécessaires à la réalisation du produit. Les normes imposent une expression du besoin sous la forme d'une action à réaliser, traduite par un verbe à l'infinitif suivi de un ou plusieurs compléments. La liste des actions attendues constitue l'ensemble des fonctions à remplir, regroupant les fonctions d'usage à caractère rationnel, et les fonctions d'estime plus subjectives. L'obtention de cette liste est le propre de l'analyse fonctionnelle, par laquelle débute la conception d'un produit suivant une approche qualité.

Toutefois, la détermination explicite d'objectifs précis se heurte à des difficultés dans le cas d'un produit d'information, comme l'a montré la dernière partie du premier chapitre. Son expression sous forme d'action rejoint cependant la définition fondamentale d'une information, par laquelle s'effectue une transformation de l'état du récepteur. Ainsi, les fonctions admissibles au CdCF d'un produit d'information visent toutes à modifier l'état de la cible.

Afin de parvenir à une analyse plus précise, il convient de répertorier les paramètres caractéristiques de l'état du récepteur. Ce but est satisfait au moyen de la modélisation systémique de l'individu communicant, qui fait apparaître un ensemble de variables caractéristiques ainsi que leurs interrelations au sein du processus considéré comme invariant. Dès lors, chaque variable d'état, sujette à évolution, fournit une fonction de service potentielle apte à figurer au CdCF d'un produit d'information. On obtient ainsi un répertoire des fonctions auxquelles un tel produit peut prétendre. Ce répertoire peut, dans l'avenir, être progressivement étoffé en affinant la modélisation systémique du récepteur, par exemple par éclatement de chaque actigramme S.A.D.T. en composantes plus fines correspondant à un niveau de modélisation plus profond.

Le recours à la modélisation systémique fournit donc le support d'une méthodologie rigoureuse, à même de répondre aux exigences de l'analyse fonctionnelle en phase initiale de conception d'un produit. De plus, le modèle obtenu permet aussi de caractériser finement l'état de la cible avant l'établissement du programme. Ceci permet de lever toutes les ambiguïtés éventuelles quant aux véritables besoins, parfois très distants de ceux exprimés initialement par le commanditaire. Une situation communicationnelle de départ est ainsi établie. Lorsque celle-ci est trop éloignée de la situation communicationnelle objectif, considérée a priori comme idéale, il faut faire apparaître des états intermédiaires par lesquels il convient de passer pour éviter l'échec. De là dérive le concept de polyptyque, programme de communication articulé en plusieurs volets dont chacun satisfait un cahier des charges intermédiaire, nécessaire à la réalisation d'un programme global complexe.

L'analyse fonctionnelle revêt une importance capitale dans l'approche qualité, car elle permet d'éviter les erreurs ou les confusions quant aux objectifs réels. C'est pourquoi la construction d'une méthodologie pour la mener à bien apporte toute la rigueur nécessaire à l'étude préalable à la conception. Elle permet d'appuyer les étapes ultérieures d'ingénierie et de réalisation sur des bases solides, contribuant à optimiser la valeur du produit obtenu.

Le chapitre suivant envisage l'exploitation de ces principes dans le cadre de la conception d'images calculées, afin de mettre en lumière les confusions entretenues entre les fonctions de la simulation et celles de la synthèse.

CHAPITRE 3

RECOURS A L'ANALYSE FONCTIONNELLE

POUR LA DETERMINATION DE MODELES

ADAPTES A LA SYNTHESE D'IMAGES

CHAPITRE 3 : INTRODUCTION

Le travail présenté jusqu'ici s'intéresse à une démarche qualité générale concernant la conception des messages. Ce chapitre envisage le cas particulier des images numériques calculées, traditionnellement dénommées images de synthèse.

La première partie est consacrée à un examen détaillé des opérations de simulation et de synthèse. L'objectif poursuivi est de mettre en évidence leurs divergences, qui se traduisent, en termes de qualité, par des fonctions à atteindre, et des critères d'évaluation spécifiques. L'analyse montre que les critères de qualité adéquats pour la simulation ne conviennent pas dans une approche synthèse. Ainsi, la rigueur des outils de simulation numérique apportent des contraintes inutiles dans un cadre de synthèse. La synthèse d'images, en revanche, est plus soucieuse des interactions entre les utilisateurs et les systèmes de production d'images animées. Elle relève plus directement d'une approche communicationnelle.

L'image numérique animée communique avec l'opérateur humain à deux niveaux différents :

- d'une part avec le récepteur, bien entendu, lors des processus de construction du sens suite à la perception de l'image. C'est l'aspect "spectateur",
- d'autre part avec l'utilisateur qui manipule le système de création d'images numériques. En effet, celui-ci possède une représentation mentale du résultat qu'il souhaite avant la manipulation du système, laquelle nécessite de transmettre ce modèle mental à la machine. C'est l'approche "concepteur".

Ces deux niveaux d'échanges informationnels entre l'être humain et le système sont présents dans l'étude menée.

Au premier niveau, le point de vue développé consiste à tenir compte de l'intervention du spectateur dans la chaîne de production de l'image : une image ne produit du sens qu'après conversion des informations captées par l'oeil en une signification. En intégrant l'influence des processus mentaux de reconnaissance et d'identification dès la création de l'image, on évite le recours systématique à des modèles physiques souvent inutilement contraignants. La fonction visée par la production de l'image a changé de nature. L'image calculée ne finalise pas son existence avec son apparition sur un moniteur, elle est construite pour être traitée bien au delà de sa simple captation par l'oeil, par l'intermédiaire des mécanismes siégeant dans le cerveau humain.

De plus, au second niveau, en prenant en considération la représentation mentale que l'utilisateur se fait des outils mis à sa disposition, on peut concevoir des modèles plus efficaces, à même de définir des interfaces homme/machine conviviales et performantes. Toutefois, l'estimation rigoureuse des performances, très simple en

simulation, nécessite une réflexion approfondie dans une approche synthèse.

Deux exemples de mise en pratique de ces idées sont enfin présentés. Le premier concerne la détermination d'un modèle spécifique d'animation adapté au cahier des charges propre à la synthèse. Celui-ci prouve l'originalité de son apport face aux méthodes relevant de la simulation. Il procède d'une séparation des caractéristiques spatiales et temporelles de description des mouvements. Cette hypothèse n'a pas de sens physique, mais s'avère très efficace pour synthétiser des mouvements extrêmement variés, aussi lissés ou cahotiques, aussi imprévisibles et/ou irréalistes que les souhaite l'animateur.

Enfin, un travail consacré à la valorisation du patrimoine architectural disparu grâce aux images de synthèse conclut ce chapitre.

I - SPECIFICATION DE LA SYNTHESE D'IMAGES GRACE A L'ANALYSE FONCTIONNELLE

I-1 : INTRODUCTION 239
I-2 : CONCEPT DE REPRESENTATION, NOTION D'ANALOGIE 239
I-3 : INTRODUCTION DU CONCEPT DE SIMULATION 243
I-4 : SPECIFICITE DU CONCEPT DE SYNTHESE 245
I-5 : DECLINAISON DE CES CONCEPTS POUR LE CAS D'UNE IMAGE 249
I-6 : BILAN 256

II - SYNTHESE DES MOUVEMENTS DANS LES IMAGES CALCULEES 257

III - APPLICATION A LA VISITE VIRTUELLE DE BATIMENTS DISPARUS 282

I-1 : INTRODUCTION

Si l'appellation "synthèse d'images" a été très largement répandue, jusque dans le grand public, depuis les années 1980, la définition précise d'une "image de synthèse" comporte encore bien des inexactitudes dans beaucoup d'esprits.

Cette partie se propose, dans un premier temps, d'identifier la spécificité de l'approche synthèse dans l'appellation "image de synthèse", en distinguant les concepts de simulation et de synthèse. Cette approche oriente la perspective vers une prise en compte des résultats précédents, en intégrant dès la conception des images les mécanismes de décodage.

La notion de représentation fournit un support aux deux abstractions, qui permet de définir comparativement les processus de simulation et de synthèse. Leur dissemblance se traduit par une divergence de besoins, en termes de qualité, exprimée par des fonctions de service et des critères d'appréciation spécifiques. Il apparaît ainsi clairement que les deux approches sont fondamentalement différentes, tant du point de vue des principes qui les sous-tendent que de la méthodologie de mise en oeuvre, même si certains outils leur sont communs.

I-2 : CONCEPT DE REPRESENTATION, NOTION D'ANALOGIE

1) Préambule : éléments constitutifs d'un univers

Une image est une représentation d'un univers particulier. **Il convient de définir les éléments de caractérisation de l'univers source**.

Définition : le terme **objet** désigne indifféremment un être ou une chose du monde réel ou imaginaire qui constitue l'univers considéré.

Définition : on définit alors une **scène** comme un ensemble d'objets au sens précédent, liés ou indépendants, mais tous contenus dans la même entité à un instant donné.

Cette définition fait intervenir de façon implicite le concept de "cadre" délimitant les contours ou limites de l'observation. Toutefois, ce cadre-ci est potentiel. C'est une abstraction. En effet, un objet situé dans la scène peut être potentiellement vu. Mais il ne le sera pas s'il se trouve "hors-champ", textuellement hors du champ de vision, car les paramètres de prise de vue déterminent dans un second temps quel fragment de la scène est effectivement présent à la visualisation.

Définition : si l'ensemble des éléments ou des objets constituant la scène est structuré pour constituer un tout de même espèce ou de même fonction, alors la scène est un **système**.

Il s'agit par exemple des divers organes, éventuellement de natures différentes, intervenant dans un dispositif réalisant une action déterminée. Ainsi, une voiture est composée de multiples objets (4 roues, une caisse, des portières, des vitres, des phares, etc...), tous interdépendants et rassemblés dans un même tout nommé "voiture" dont la fonction est de se déplacer, et ainsi de déplacer également son contenu.

Il peut se produire qu'un objet "sorte de la scène" : cela signifie qu'à partir de cet instant, l'objet n'appartient plus à l'entité considérée. Par conséquent, la notion de scène est dynamique, puisque c'est une grandeur qui évolue dans le temps.

Définition : la notion de **processus**, ensemble de phénomènes essentiellement évolutif et organisé dans le temps, ajoute la dimension dynamique à la notion de scène ou de système.

Les différents états d'un système en évolution au cours du temps définissent le processus associé à ce système.

Les objets, rassemblés dans une même scène, éventuellement structurés au sein d'un système, et participant à un processus si l'ensemble évolue par rapport au temps, constituent les éléments fondamentaux de l'univers.

2) Notion de représentation

On considère un processus déterminé, c'est-à-dire un objet simple ou une scène en évolution au cours du temps, l'univers considéré étant réel ou fictif. Une image de ce processus en est une représentation. **Il s'agit de définir rapidement le concept de représentation**.

Une représentation de ce processus désigne le fait de le rendre perceptible par les sens au moyen d'une image, d'un symbole, plus généralement d'une codification

établie au préalable et compréhensible par l'observateur. Cette opération revient à symboliser le processus sous une forme que l'opérateur humain peut appréhender plus aisément. Elle concourt à intégrer dans une approche technique des méthodes largement empruntées aux théories de l'information, notamment celles sur la lisibilité.

Lorsque le sens sollicité est la vue, on obtient une représentation graphique du processus. Toutefois, la procédure de représentation peut être fondée sur une codification abstraite nécessitant une perception intellectuelle. C'est ce qui se produit dans le cas d'une représentation mathématique, qui conduit au concept de modèle.

Par conséquent, **une représentation est un codage d'un phénomène, nécessitant une perception sensorielle et/ou abstraite**.

3) Concept de modèle d'un processus

Un modèle est une représentation abstraite nécessitant une perception intellectuelle.

De façon générale, un modèle est une représentation simplifiée et plus ou moins formalisée d'un système (modèle statique) ou d'un processus (modèle dynamique).

Dans le cas d'une formalisation complète de la représentation, l'opération de modélisation consiste souvent à quantifier certaines caractéristiques du processus réel pour en donner une représentation abstraite, le plus souvent mathématique. Le modèle est alors une expression mathématique, généralement analytique, contenant des variables dont l'évolution est conforme à celle des caractéristiques physiques réelles qu'elles représentent. La détermination de cette conformité est le résultat de l'analyse du système, fondée sur les résultats de la phase d'observation au cours de laquelle des mesures sont effectuées sur le processus réel (cf chapitre 1).

Toutefois, **le chapitre 1 a insisté sur la diversité des formalisations recevables en tant que modèle, le formalisme mathématique étant une possibilité parmi d'autres**.

4) Restrictions sur l'exactitude d'un modèle mathématique

L'étude effectuée dans la première partie du chapitre 1 permet de rappeler certaines limitations propres à la formalisation scientifique.

1 : Tout modèle mathématique n'est qu'une représentation *approximative* de la réalité. Dans la phase d'observation, toute prise de mesures comporte un pourcentage d'erreurs de mesures dues à la procédure mise en oeuvre, au mode de lecture, etc... Par conséquent la valeur quantifiée affectée à la caractéristique du système physique est déjà une approximation de la réalité. Elle induit une erreur d'autant plus importante lors de la formalisation, du passage à la représentation abstraite.

2 : La détermination d'un modèle mathématique présente toujours un caractère

local, c'est-à-dire que la correspondance entre les évolutions du système physique et celles du modèle mathématique qui le représente ne s'établit que sur un domaine fini correspondant aux conditions d'observation. Par exemple la physique Newtonienne, modèle admissible à l'échelle d'observation humaine, lorsque les vitesses des phénomènes sont très inférieures à la vitesse de la lumière, ne l'est plus en dehors de cette hypothèse restrictive, ce qui a conduit Einstein à proposer sa théorie de la relativité. De la même façon, Mandelbrot a mis en évidence que le fait de s'approcher indéfiniment d'un objet naturel fait apparaître une infinité de détails pour des échelles d'observation de plus en plus faibles, alors que la théorie des surfaces rectifiables ne traduit pas cette caractéristique (bien qu'elle représente correctement la réalité à l'échelle d'observation humaine), et il a proposé la théorie des ensembles fractals comme nouveaux modèles de représentation.

3 : De façon plus générale, un modèle mathématique ne présente aucun caractère d'unicité. Parfois la détermination d'un modèle ne correspond qu'à un fragment du domaine d'observation, et il est nécessaire d'en élaborer d'autres pour les parties non couvertes : ceci conduit à une représentation dite multi-modèle. Dans les disciplines les plus récentes, il n'est pas rare de trouver deux modèles de natures tout-à-fait différentes (par exemple l'un déterministe et l'autre stochastique) pour représenter une même réalité, sans qu'il soit possible, au jour d'aujourd'hui, de déterminer si l'un est meilleur dans l'absolu, chacun présentant des qualités vis-à-vis de certains critères.

En résumé, il convient de ne jamais confondre la réalité avec son modèle, même si celui-ci présente d'excellentes performances.

5) Analogie : extension de la notion de modèle

Le concept d'analogie constitue le fondement des applications calculées et de la simulation numérique.

On définit l'analogie comme une codification de représentation utilisant une correspondance quantifiée entre deux ou plusieurs processus physiques éventuellement de natures différentes. Cette correspondance peut alors être formalisée de façon à remonter au niveau abstrait du modèle mathématique.

Ainsi, en étendant la définition, on peut considérer un modèle comme un processus physique évoluant de façon comparable au processus étudié, quoique non nécessairement de même nature. Plus précisément, le processus initial et le processus qui le modélise admettent tous deux le même modèle mathématique comme représentation.

De plus en plus souvent, le système physique analogue au système réel est numérique. Il est supporté par un ordinateur programmé de telle façon qu'il fournisse des résultats conformes au modèle mathématique retenu. On utilise alors le terme de modèle algorithmique, qui désigne la succession d'actions exécutables par la machine et conduisant à ce résultat.

Les applications calculées utilisent un modèle numérique de l'univers, analogue ou non à l'univers réel.

I-3 : INTRODUCTION DU CONCEPT DE SIMULATION

1) Préambule : définition de la simulation

L'existence d'une analogie entre l'univers réel et le nouvel univers créé est la condition d'une simulation.

Définition : la **simulation** est une figuration conforme à la réalité. C'est une représentation, de nature quelconque, analogue à un processus réel.

2) Schématisation d'une opération de simulation numérique

Cette définition permet de construire le schéma de principe d'une opération de simulation.

La définition précédente ne précise pas la nature physique de la représentation analogue au système réel. Elle accepte donc toute technique ou technologie de représentation. Dans le cadre de cette étude, il s'agira d'une figuration numérique informatisée.

La simulation étant fondée sur le concept d'analogie, elle s'appuie sur une représentation abstraite, qui parfois prend la forme d'un modèle mathématique, issue d'une analyse du système et formalisant le processus réel d'origine. Nous pouvons symboliser cette démarche sous forme d'un schéma représentatif.

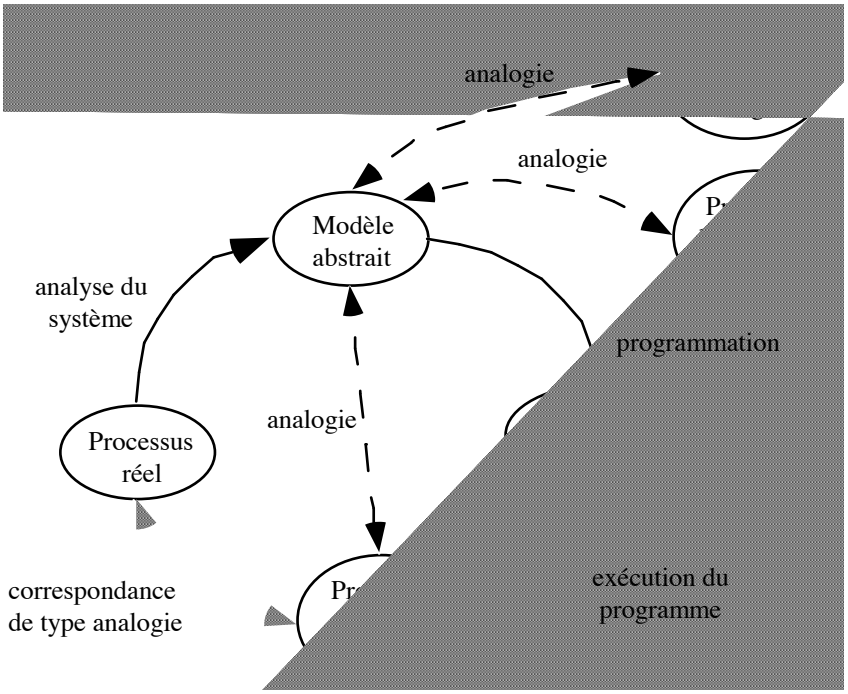


Figure III-1 : *Schéma symbolique d'une opération de simulation.*

La figure ci-dessus symbolise les liens entre processus dans le cadre d'une opération de simulation numérique.

3) Critère d'évaluation relatif à la qualité d'une opération de simulation

La fonction d'une simulation est désormais connue. Il s'agit de construire un processus analogue à un processus réel appartenant à l'univers physique. **Suivant la démarche qualité, il importe d'associer un critère d'évaluation relatif à chaque fonction attendue**.

Il a été rappelé plus haut que tous les modèles sont approchés par essence. Il convient donc d'estimer le degré de cette approximation. Ceci revient à évaluer la précision de la correspondance entre le processus réel et le processus numérique analogue. Dans le cas d'une simulation, cette évaluation s'effectue sur des critères totalement objectifs, et quantifiés.

L'utilisateur détermine donc une contrainte de correspondance, assimilable à un critère de qualité du modèle, le plus souvent sous la forme d'un écart maximum admis entre un point de mesure du processus réel et le point correspondant du modèle, écart exprimé en valeur absolue ou en valeur relative. Le choix de cette limite fixe la précision requise, qui est fonction du type d'application mis en oeuvre. Il est prépondérant dans le choix d'un modèle adapté au cahier des charges de l'application.

Dans l'ensemble, les temps de création et de manipulation, les volumes et les

temps de calcul augmentent avec la précision. Le choix final sera souvent le résultat d'un compromis entre ces deux pôles antagonistes. **La détermination du niveau du critère de qualité influence de manière déterminante le choix du modèle solution apte à satisfaire les besoins**.

I-4 : SPECIFICITE DU CONCEPT DE SYNTHESE

1) Préambule : définition de la synthèse

La synthèse est en fait l'exact contraire de la simulation. **Le nouvel univers créé n'a pas de liens avec l'univers de la réalité**.

Définition : la **synthèse** est un processus sans référence logique à une réalité physique ou à l'un de ses modèles mathématiques.

Il s'ensuit que le résultat d'une opération de synthèse est de façon générale totalement imaginaire. Si toutefois il s'établit une correspondance avec un processus réel, la relation n'est ni quantifiable, ni modélisable. Le résultat de l'opération de synthèse ne ressemble à la réalité que parce que l'un et l'autre produisent des sensations similaires sur un observateur humain, ou conduisent à une interprétation identique.

2) Schématisation d'une opération de synthèse numérique

Cette définition admet une traduction directe quant au schéma de principe d'une opération de synthèse.

En nous limitant au cas d'un processus numérique, la traduction de la définition précédente sur le schéma de la figure III-1 est immédiate : il y a disparition de la référence du modèle algorithmique à un processus réel par l'intermédiaire d'un modèle abstrait commun. On aboutit au schéma de la figure suivante.

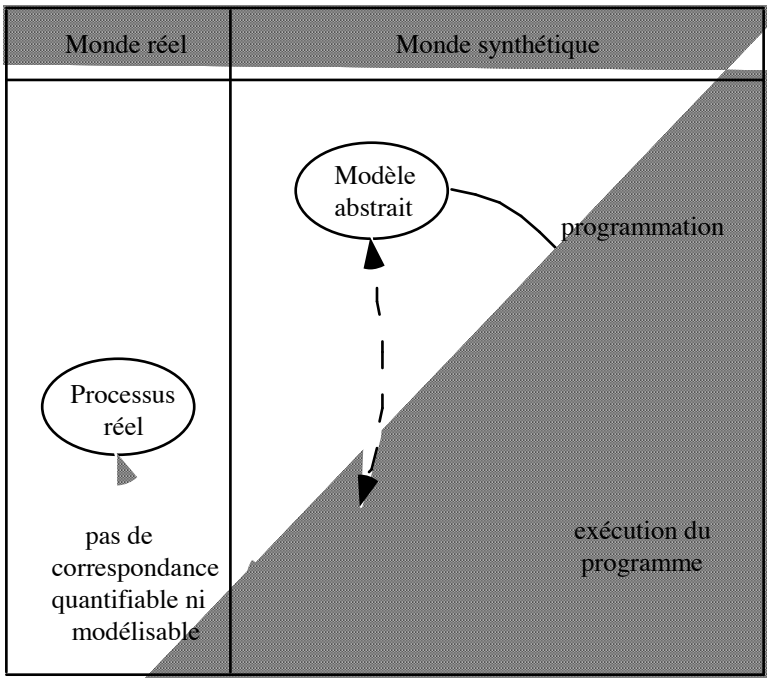


Figure III-2 : *Schéma symbolique d'une opération de synthèse.*

Le schéma ci-dessus traduit l'absence de liens entre le processus calculé et un processus quelconque de l'univers réel dans le cadre d'une opération de synthèse numérique.

On voit ici que le processus numérique n'est pas analogue à un processus réel. Par conséquent, s'il s'établit une correspondance, elle ne peut être le fait que des défauts du système de perception humain, ou de l'intervention des processus cognitifs... Les mécanismes d'établissement d'une correspondance rélèvent, pour un humain, d'une approche communicationnelle.

3) Aptitude à la reproduction d'un modèle de synthèse

D'après la définition ci-dessus, le rapport à la réalité d'une opération de synthèse ne peut pas être quantifié.

Donc, pour ce qui est des modèles de synthèse, les exigences vis-à-vis de la réalité ne sont pas du même ordre que pour un modèle de simulation, puisqu'il n'y a pas de critère d'exactitude, si ce n'est celui de la perception de l'opérateur humain. Lorsque celui-ci, après interprétation par ses processus mentaux de ce qu'il perçoit, l'associe à ce que l'on voulait évoquer, le modèle est suffisant. Il n'existe en particulier aucune grandeur quantifiable permettant d'évaluer la précision du résultat vis-à-vis d'une

réalité référence, donc pas de mesure chiffrable. La qualité est jugée essentiellement sur la sensation de l'observateur, avec tout ce qu'elle comporte d'approximatif, de subjectif, et de non reproductible d'un individu à l'autre.

Peu de méthodes existent à l'heure actuelle pour effectuer de manière rigoureuse l'évaluation de données subjectives. En particulier, leur quantification s'avère difficile. Elle se ramène en général à l'élaboration d'un questionnaire et à une analyse statistique des données recueillies par les réponses à ce questionnaire d'un panel d'individus constituant un échantillon représentatif de la population ciblée. Nous comptons, dans une phase prochaine de travaux, utiliser des variables floues pour l'évaluation de ces paramètres, espérant que ce formalisme plus étendu éliminera les effets de nivellement et de moyennage inhérents aux calculs statistiques.

La vertu principale que peut posséder un modèle de synthèse, c'est de dépasser la réalité. En effet, puisqu'un processus de synthèse perd par définition ses références à la réalité, on peut en attendre qu'il permette des représentations impossibles à obtenir au moyen d'une analogie. Sa caractéristique essentielle est alors son aptitude à dépasser les modèles d'analyse, à pouvoir faire davantage et mieux.

Dans ce cas, les modèles utilisés au cours du processus de synthèse sont soit totalement imaginaires, soit empruntés à d'autres secteurs ou à d'autres disciplines parfois sans rapport avec le résultat obtenu. A titre d'exemple, les travaux de Benoît Mandelbrot l'ont conduit à introduire de nouveaux modèles de mouvements browniens, dits mouvements browniens fractionnaires. On sait qu'un mouvement brownien représente le mouvement erratique d'une particule résultant de ses collisions avec les molécules du milieu où elle évolue. Or la visualisation colorée d'une surface aléatoire dont les coupes verticales sont toutes des mouvements browniens fractionnaires produit une image que l'observateur interprète comme la vue d'une montagne. La figure suivante présente une telle vue due à Benoît Mandelbrot et Loren Carpenter /MAN 83/.

Cet objet n'est nullement analogue à un relief géographique quelconque. Il est irréaliste par son aspect trop accidenté. Il constitue cependant une bonne approche d'un relief montagneux imaginaire dans un contexte de synthèse. Il est inutilisable dans un contexte de simulation.

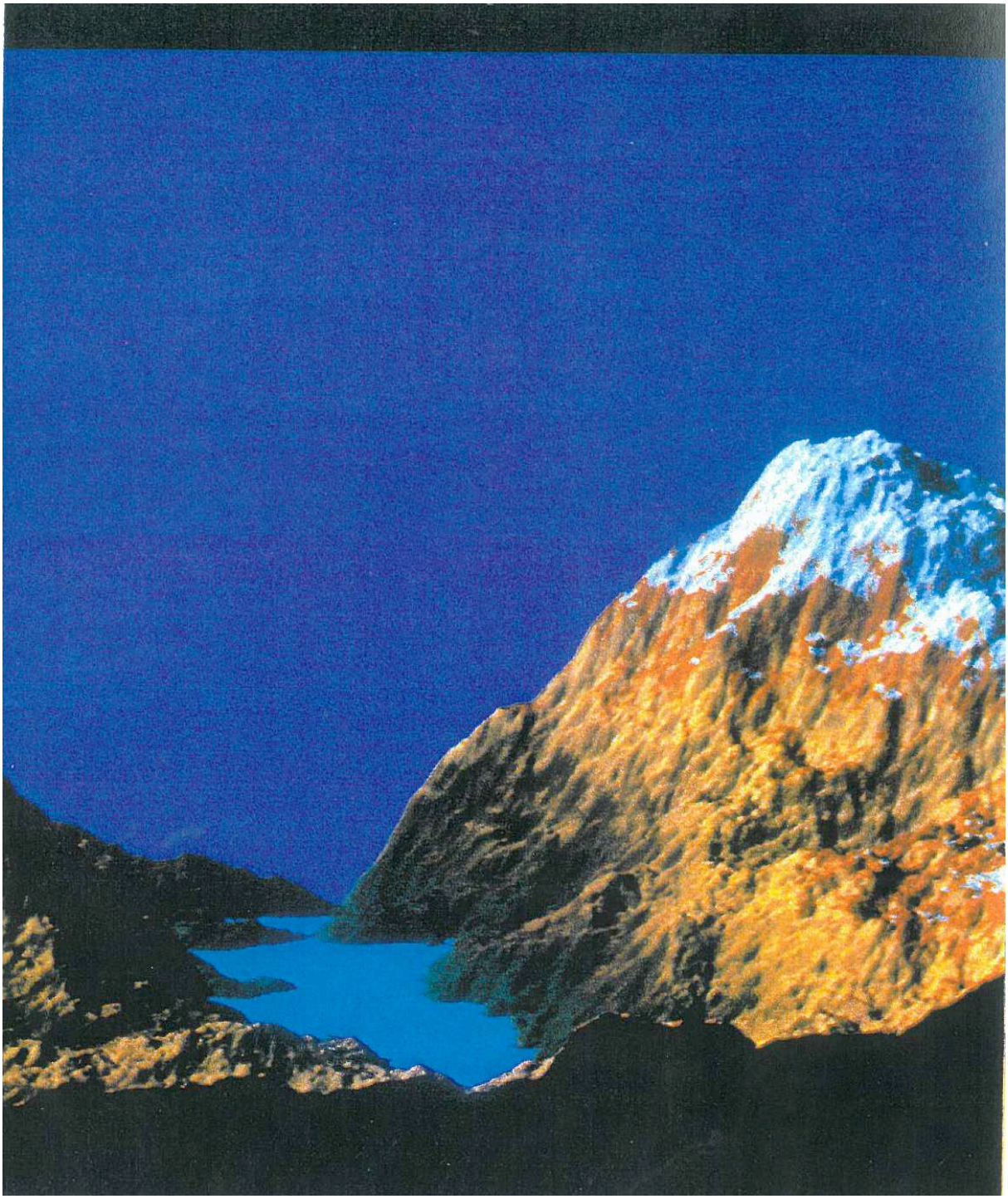


Figure III-3 : *Relief de synthèse obtenu par mouvement brownien.*

Le fait qu'un observateur humain identifie une montagne sur cette image suffit à rendre le modèle adéquat dans une approche synthèse.

4) Critère d'évaluation relatif à la qualité d'une opération de synthèse

La détermination d'un critère d'évaluation de la qualité pour une opération de synthèse recourt aux méthodes d'analyse de la valeur.

Le chapitre préliminaire a indiqué que l'on peut globalement retenir la formulation suivante :

$$\text{valeur} = \frac{\text{adéquation du produit}}{\text{coût du produit}}$$

L'analyse de la valeur vise à faire tendre le dénominateur (coût du produit) vers un minimum. Cette opération a naturellement pour conséquence de faire croître la valeur du produit.

Le critère de qualité essentiel retenu pour un modèle de synthèse est son "efficacité". La propriété de l'outil associée à ce concept est dans une large mesure relative à l'opérateur humain qui l'utilise. En effet, l'efficacité désigne la capacité de produire le maximum de résultats avec le minimum d'effort, de dépense. C'est également la capacité à augmenter la valeur en diminuant les coûts de toutes natures (coût en temps de travail, coût en temps machine, coût en pénibilité humaine, etc...). Par conséquent, dans l'acception proposée, un modèle est "efficace" s'il est rapide, souple de maniement, convivial en somme, pour un effet donné. Il allie ainsi des performances en ergonomie et en rapidité (on sait que la prise en compte de contraintes ergonomiques induit généralement un fâcheux ralentissement des systèmes conçus).

Puisqu'il n'y a pas de contrainte de précision liée à la correspondance du processus synthétique avec un original réel, la réalisation doit pouvoir s'effectuer simplement, en peu d'actions, à partir d'un très petit nombre de données à introduire, et très rapidement, contrairement à la simulation où les besoins en précision sont souvent incompatibles avec une réelle simplicité d'utilisation, ainsi qu'avec la rapidité.

Cette notion d'efficacité est particulièrement sensible dans la diversification des effets possibles. En effet, un modèle peut être très efficace pour une classe spécifique donnée, et ne plus l'être du tout en dehors de cette classe. Par exemple, l'utilisation de certains modules de description de formes, adaptés aux formes géométriques, peut être tout-à-fait fastidieuse pour la description de formes dites libres. **L'aptitude à diminuer les coûts du produit sans porter atteinte à son adéquation aux besoins caractérise l'efficacité de la solution retenue dans un contexte applicatif donné**.

I-5 : DECLINAISON DE CES CONCEPTS POUR LE CAS D'UNE IMAGE

1) Préambule : définition du terme image dans le champ de l'étude

L'ensemble des éléments apparus jusqu'à ce niveau de l'étude sont généraux. Il ne se réfèrent à aucune technologie ou aucun contexte applicatif précis. Pour la première fois, l'étude est appliquée à un objet donné, l'image, et plus particulièrement

l'image de synthèse. **Il convient de définir précisément ce que recouvre ce terme d'image**.

La consultation du dictionnaire /référence Petit Robert/ révèle, ici encore, une très grande diversité de définitions :
1. reproduction inversée qu'une surface polie donne d'un objet qui s'y réfléchit. En physique, ensemble de points (réels ou virtuels) où vont converger, après passage dans un système optique, les rayons lumineux issus des divers points d'un corps donné, choisi comme objet,
2. représentation d'un objet par les arts graphiques ou plastiques,
3. reproduction exacte ou représentation analogique d'un être, d'une chose,
4. ce qui évoque une réalité,
5. comparaison, métaphore,
6. en mathématiques, élément qui correspond dans un ensemble à un élément d'un premier ensemble par une relation,
7. en physique, phénomène où l'on observe une correspondance entre les points de deux ensembles physiques,
8. représentation mentale d'origine sensible.

Il est possible de dresser une liste des éléments déterminants figurant dans les définitions ci-dessus. Le rapport à la réalité est évoqué à plusieurs reprises, la définition 3 étant la plus précise de ce point de vue puisqu'elle fait état d'une reproduction exacte ou d'une représentation analogique. Le lien avec ce qui a été dit plus haut concernant la représentation, le modèle, l'analogie, etc... se construit de ce fait de manière naturelle. La métaphore, la comparaison, la correspondance renvoient au même concept, de façon moins rigoureuse.

La seconde idée majeure apparait à la définition 8, avec la notion de représentation mentale d'origine sensible. Cette fois, il est explicitement fait référence au cerveau, et aux capteurs sensibles, que l'on peut rapprocher du modèle systémique de l'individu proposé au cours du chapitre précédent. Il est notable qu'ici, aucun capteur sensible n'est privilégié. Donc la sollicitation originelle peut être visuelle, sonore, tactile, etc...

Enfin, on observe une restriction de l'idée précédente lorque l'image désigne la représentation d'un objet par les arts graphiques ou plastiques. En effet, le terme désigne alors simplement la sollicitation sensible originelle, et non sa traduction en image mentale. De plus, elle se trouve réduite à une sollicitation strictement visuelle, les autres sens ayant disparu de la définition.

La définition récapitulative ci-dessous constitue une intégration des divers aspects décrits précédemment /DUR 92/.

Définition : une **image** est une reproduction exacte ou une représentation analogique ou synthétique d'un ensemble d'éléments réels ou imaginaires.

Bien que rien ne restreigne cette définition à un mode de représentation particulier, on peut préciser davantage la notion d'image visuelle.

Définition : une **image visuelle** d'un processus peut être définie de façon générale comme sa représentation sensible au moyen d'un procédé graphique (dessin), pictural (peinture, tableau) ou technique (photo).

Le sujet des recherches présentées ici consiste en la représentation sensible au moyen d'un procédé technique informatisé.

Les diverses interprétations que supporte la définition intégratrice de l'image définissent les orientations propres à la simulation et à la synthèse d'images.

2) Fonction de l'image de simulation

Le but de la simulation est de construire une image visuelle qui soit une reproduction exacte ou une représentation analogique d'un objet ou d'une scène réelle sur un support déterminé.

La définition générale ne fait pas apparaître de relation chronologique entre la réalité et sa représentation. Il en résulte que dans certains cas la simulation sera antérieure à la réalité. La simulation sera alors une figuration conforme à une réalité future. Cette procédure concerne en particulier toutes les applications de C.A.O (conception assistée par ordinateur), pour lesquelles la maquette numérique, modèle formel de représentation abstraite qui comporte de façon fictive toutes les propriétés de l'objet considéré, donne lieu à des études très poussées, de manière à garantir la qualité du produit et à le valider pour les critères les plus variés possible (propriétés physiques et techniques, résistance, design...) avant sa mise en fabrication. Ainsi, les applications récentes de virtualité permettent-elles par exemple de simuler le déplacement des opérateurs dans une implantation d'usine future, de simuler l'insertion d'un nouveau projet dans un contexte urbanistique donné, etc...

Le recours au modèle systémique construit au chapitre 2 permet une interprétation immédiate du concept d'images simulées : il s'agit de recomposer la même sollicitation sensible que la réalité, en reconstruisant un univers calculé analogue à l'univers réel. La figure ci-dessous indique la fonction que doit remplir la simulation dans le processus d'interprétation.

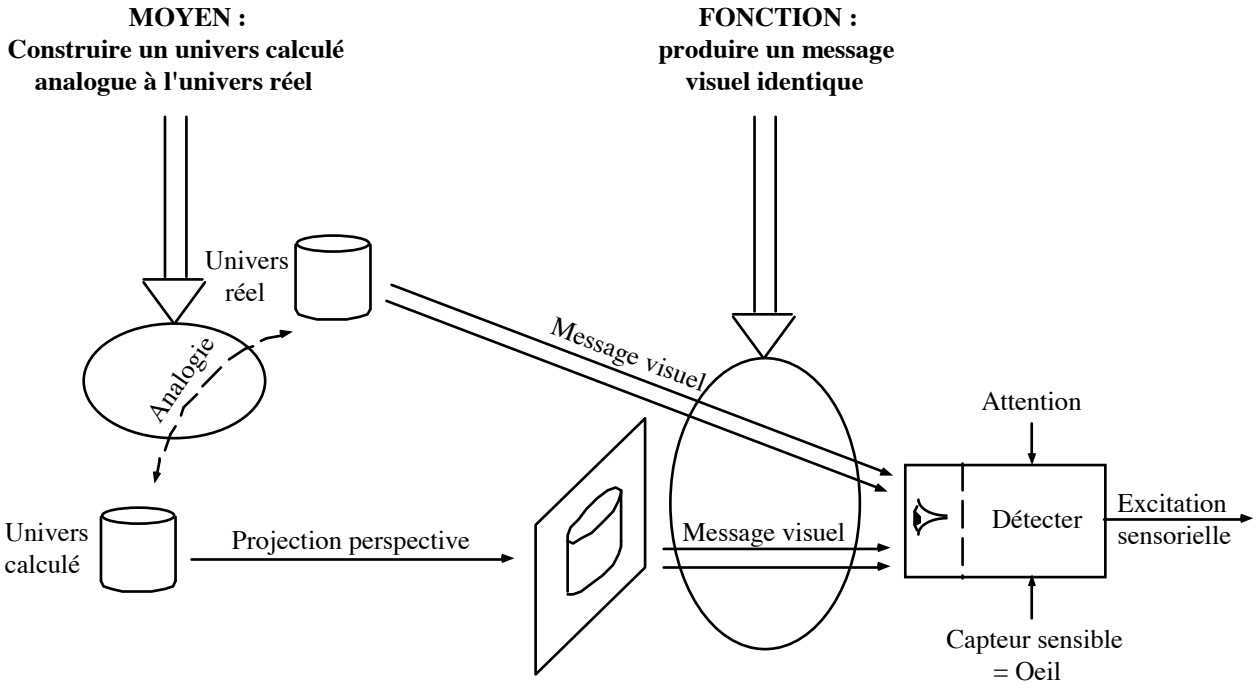


Figure III-4 : *Principe fonctionnel d'une procédure de simulation.*

Toutefois, cette approche suppose implicitement qu'une représentation sur support bi-directionnel (moniteur, papier, toile, ...) est strictement identique à la vision binoculaire du monde de la réalité, et que la projection perspective correspond très exactement à la vision humaine. On sait qu'il n'en est rien, et que des facteurs culturels entrent en ligne de compte dans ce phénomène, puisque certaines tribus primitives ne reconnaissent pas la photographie de leur environnement quotidien, et n'y perçoivent qu'un morceau de papier sans signification. C'est très précisément cette limitation qui justifie en dernier ressort l'appellation "images de synthèse" pour toutes les images calculées, y compris celles qui font appel à un modèle analogique du monde réel.

Restriction faite de cette approximation, que l'on admet souvent comme acceptable dans les sociétés dites "civilisées", pour lesquelles une même culture de l'image a pratiquement annihilé la distinction entre la vision réelle et la perception des représentations planaires, on voit que **la simulation vise à produire la même sollicitation sensible que la réalité, afin que sa perception au moyen des capteurs visuels conduise à la même interprétation que la réalité**.

3) Fonction de l'image de synthèse

En ce qui concerne la synthèse, l'image constitue une représentation visuelle d'un objet ou d'une scène totalement imaginaire, pouvant éventuellement évoquer une scène réelle, sans que la relation ne soit quantifiable.

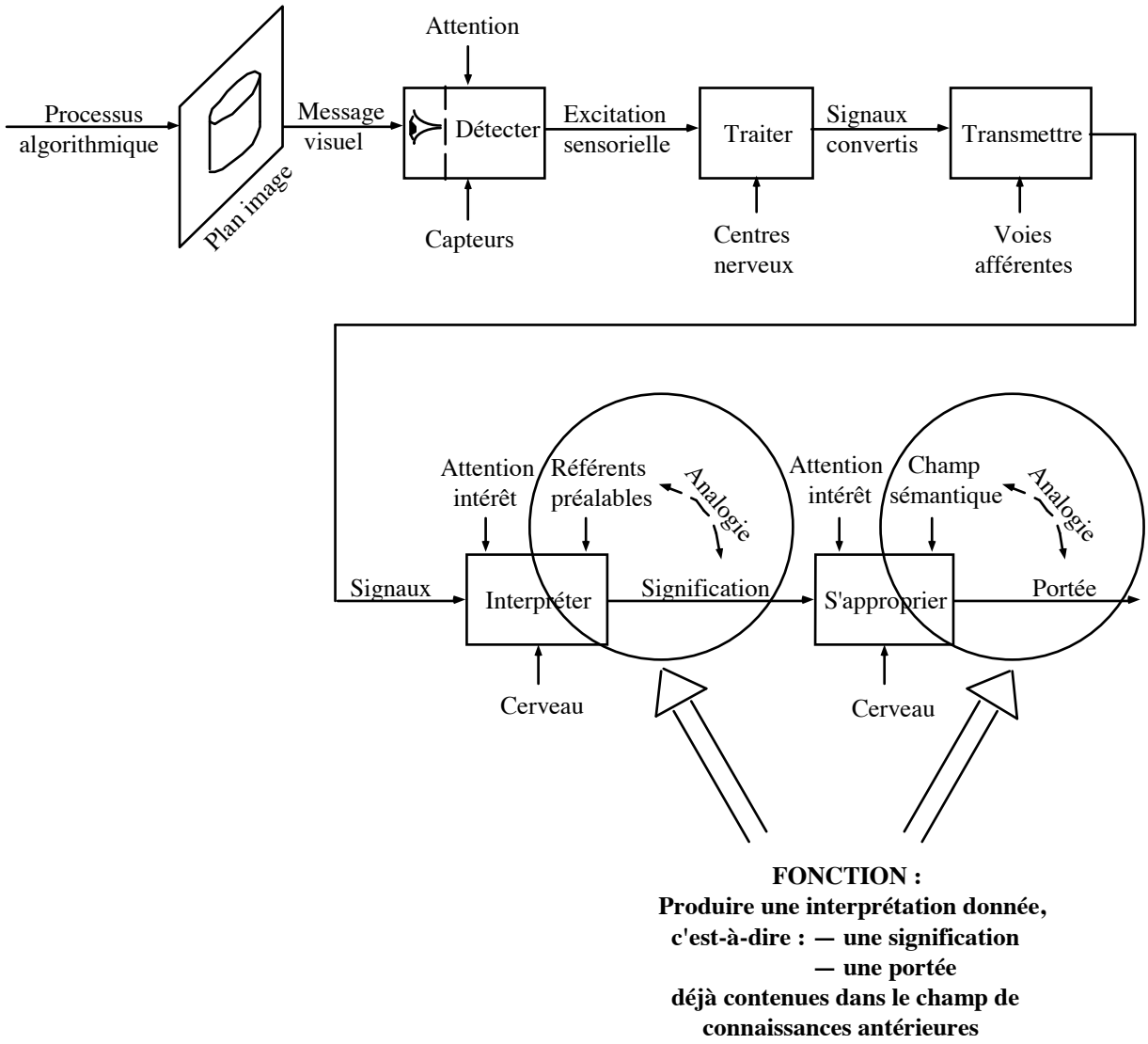


Figure III-5 : *Principe fonctionnel d'une procédure de synthèse.*

Contrairement à la simulation, la synthèse n'est pas un préliminaire à une réalisation. L'image de synthèse constitue une fin en soi. Elle est alors utilisée pour elle-même, principalement dans des applications de communication (enseignement assisté par ordinateur, production audiovisuelle, publicité, arts graphiques, effets spéciaux cinématographiques...). En effet, il s'agit ici, à partir d'une sollicitation sensible provenant d'un univers imaginaire, de provoquer, de la part du récepteur, la même interprétation qu'une certaine réalité sans rapport formel avec l'univers calculé, après décodage des signaux reçus et élaboration d'une signification, puis d'une portée.

Par opposition avec l'image de simulation, l'image de synthèse n'est plus une reproduction de la réalité, mais une construction d'un univers qui se donne pour celui de la réalité, ou qui est interprété comme tel.

Ainsi, **la fonction de la synthèse est de provoquer une représentation mentale donnée, sans que l'origine sensible qui en a été le déclencheur puisse être rapprochée d'une représentation de l'univers réel**.

4) Analyses fonctionnelles divergentes pour la simulation et la synthèse

Les divergences fonctionnelles apparaissent de façon claire : la simulation vise à reproduire une sollicitation perceptive, alors que la synthèse cherche à reconstituer une image mentale. On voit que les objectifs sont très différents.

Ceci implique des critères d'appréciation de la façon dont les fonctions sont remplies qui sont, eux aussi, très divergents. En effet, les modes de mesure ne sont pas de la même nature.

La simulation donne prise à une évaluation quantifiée, objective, de l'analogie entre le monde calculé et le monde réel. La mesure correspondante fournit le critère d'appréciation de la simulation, pour lequel il est facile de fixer un niveau (c'est-à-dire une valeur limite) et une flexibilité (c'est-à-dire un intervalle de tolérance autour de cette valeur limite). On peut noter, ici encore, que la mesure de la qualité s'effectue entre les deux univers, et non entre les deux sollicitations perceptives. Cela confirme l'approximation selon laquelle la vision binoculaire réelle et la projection perspective sur support plan sont identiques, puisque l'on admet implicitement que le niveau du critère d'appréciation de l'analogie, qui porte sur la comparaison des deux univers source, convient pour estimer le niveau du critère d'appréciation des sollicitations sensibles associées, qui constituent les fonctions du programme.

En revanche, la synthèse se doit d'estimer les images mentales résultant de l'interprétation. La difficulté à établir des méthodes d'évaluation adéquates, pour ce système qui est imprécis et incertain par définition, a déjà été examinée plus haut. C'est l'un des aspects qu'il conviendra d'approfondir le plus dans un avenir proche : conforter les procédures de mesure, de manière à fiabiliser les estimations des critères d'appréciation dans une approche synthèse, constitue une condition importante à l'établissement d'une démarche qualité totale. Rappelons que l'une des règles de départ stipulait : l'effort qualité se mesure. Dans l'immédiat, le pourcentage d'individus interrogés ayant fourni une interprétation conforme à l'objectif poursuivi est le seul critère d'appréciation à disposition, toutes restrictions nécessaires étant faites sur la confiance que l'on peut accorder à cette unique mesure.

Ainsi, **les critères d'appréciation liés aux fonctions sont aussi très différents** : mesure de la qualité de l'analogie pour la simulation, mesure du pourcentage d'individus récepteurs pour lesquels le programme a (apparemment) rempli son objectif pour la synthèse.

5) Images mixtes

Certaines images associent les deux concepts en une même réalisation. C'est

le cas par exemple dans les applications d'architecture, pour lesquelles un bâtiment décrit précisément suivant une procédure de type simulation peut être habillé par des décors entièrement synthétiques, tels que arbres, nuages, reliefs fractals, etc...

Une application particulière de type mixte a été réalisée, qui consiste en la reconstitution virtuelle de bâtiments historiques disparus /LEL 92/ (cette publication est consultable dans l'annexe 2). Dans l'image ci-dessous, le bâtiment (l'Abbaye cistercienne de Fontenelle, abattue à la Révolution) est tridimensionnel, et peut donc être visité virtuellement au même titre qu'un bâtiment réel, mais tous les éléments d'habillage sont dessinés à plat.

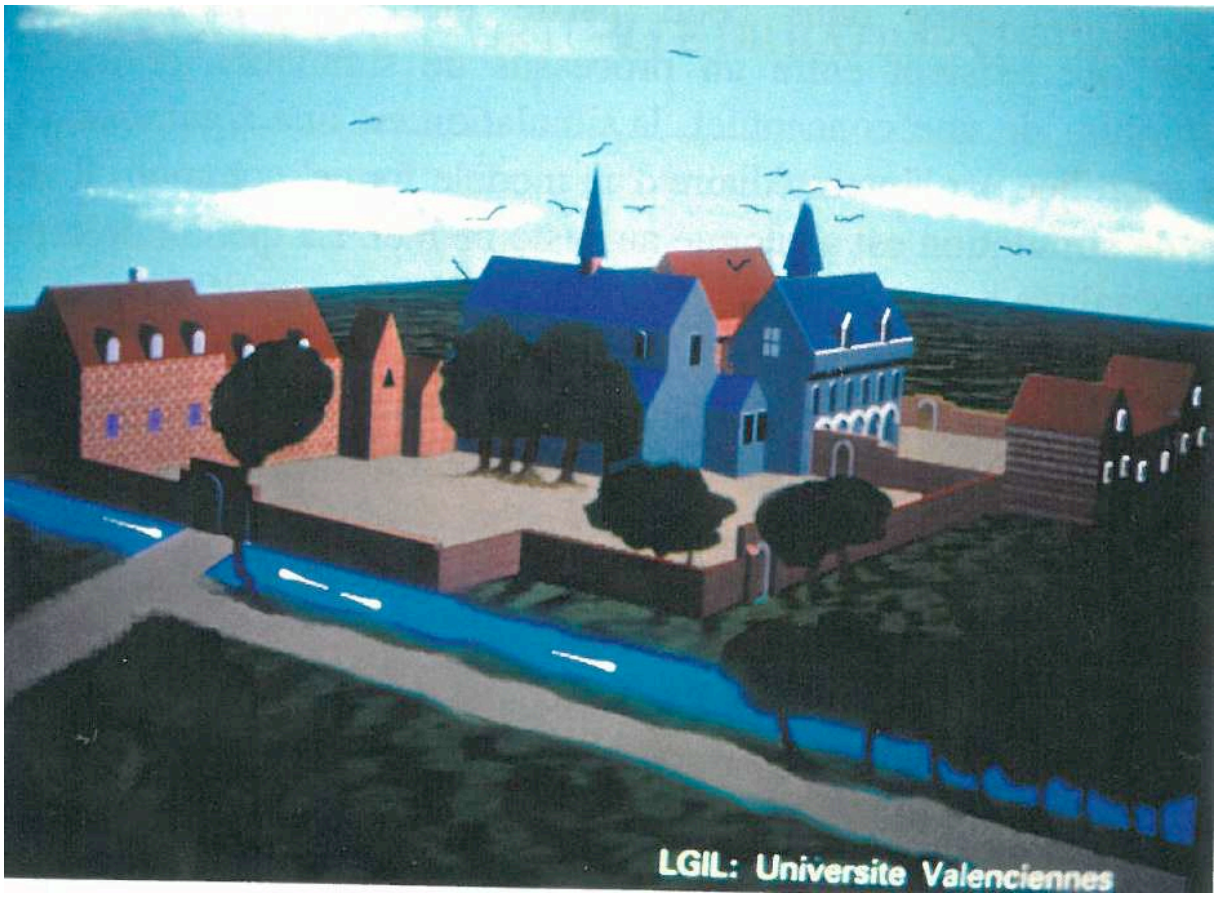


Figure III-6 : *L'Abbaye de Fontenelle reconstituée en images de synthèse.*

De nombreuses applications apparaissent également dans les trucages et effets spéciaux, en particulier en cinéma. Une recherche est en cours /GUN 96/ concernant l'intégration d'un objet de synthèse dans un environnement réel filmé. Il est en particulier fondamental de déterminer les seuils de détection de défauts dans les images truquées composites. En effet, les professionnels ne disposent d'aucune estimation fiable de la qualité de leurs trucages. Dès lors que l'adéquation au besoin n'est pas

estimée, l'analyse de la valeur est impossible. La démarche adoptée à ce jour est donc de faire toujours "le mieux possible", c'est-à-dire "le plus cher possible", sans considération de restriction éventuelle du coût global lorsque le niveau du critère d'appréciation à satisfaire est moins exigeant (par exemple dans un film institutionnel, une fiction de série B, ou une numérisation compressée pour un titre CD-Rom où l'image finale sera présentée en quart d'écran). Une étude en ce sens est en cours dans une société de prestations de services en trucages numériques, dans le cadre d'une thèse sous convention Cifre et d'un DEA /DOR 96/. **L'intégration d'éléments de synthèse dans un environnement réel pose des problèmes spécifiques d'évaluation de la qualité globale**, pour lesquels une réflexion approfondie s'avère nécessaire.

I-6 : BILAN

L'analyse effectuée dans cette partie met en évidence les différences fondamentales qui existent entre un processus de simulation et un processus de synthèse. Du point de vue conceptuel, la simulation est une figuration de la réalité, à laquelle elle est reliée par l'intermédiaire d'un modèle formel commun. Il en résulte que le processus de simulation est analogue au système réel. La qualité de reproduction de l'analogie est évaluée au moyen d'un critère de précision quantifié.

Au contraire, il n'existe aucune correspondance précise entre un système de synthèse et la réalité, si ce n'est celle de l'interprétation de l'observateur. La qualité principale d'un tel système est alors son efficacité, évaluée essentiellement à partir de données subjectives de satisfaction du besoin. L'analyse de la valeur fait intervenir en outre des estimateurs de réduction des coûts.

La participation influente des processus de perception et d'interprétation du récepteur dans le processus de synthèse ancre résolument l'approche correspondante du côté des sciences de l'information et de la communication, au contraire de l'approche simulation qui n'est qu'une représentation imagée des modèles de la physique.

I - SPECIFICATION DE LA SYNTHESE D'IMAGES GRACE A L'ANALYSE FONCTIONNELLE 239

II - SYNTHESE DES MOUVEMENTS DANS LES IMAGES CALCULEES

II-1 : INTRODUCTION 257

II-2 : DEFINITION ET PRINCIPE DE L'ANIMATION : APPROCHE METHODOLOGIQUE 258

II-3 : DIVERGENCES DES APPROCHES SIMULATION ET SYNTHESE POUR LES MODELES D'ANIMATION 261

II-4 : MODELE DE SYNTHESE PAR DECOMPOSITION SPATIALE ET TEMPORELLE 268

II-5 : PROPRIETES DU MODELE ORIGINAL DEVELOPPE 275

II-6 : BILAN 280

III - APPLICATION A LA VISITE VIRTUELLE DE BATIMENTS DISPARUS 282

II-1 : INTRODUCTION

Un grand nombre d'étapes successives concourent à la construction d'images de synthèse fixes : description de la morphologie des objets, de l'aspect et des propriétés optiques des surfaces, des conditions d'éclairement de la scène, des conditions de visualisation, enfin calcul de rendu permettant d'obtenir une image "réaliste", c'est-à-dire conforme à la vision binoculaire humaine de la réalité physique.

La caractéristique dynamique commune à toutes ces opérations, c'est-à-dire l'étude des mouvements, a fourni le premier terrain d'application pour les idées présentées ci-dessus. En premier lieu sont introduits les principes méthodologiques fondamentaux sur lesquels repose un processus d'animation d'images numériques. Ils utilisent une fois encore les procédures d'interprétation du cerveau pour reconstituer un mouvement virtuel.

La décomposition des caractéristiques spatiales et des caractéristiques temporelles dans la définition des trajectoires permet de définir un modèle adapté à la synthèse des mouvements, en concordance avec l'approche définie précédemment.

Une attention toute particulière est portée à la sensation visuelle produite sur l'observateur, ainsi qu'aux processus coopératifs concourant à reconstituer une information cohérente à partir de fragments disparates.

II-2 : DEFINITION ET PRINCIPE DE L'ANIMATION : APPROCHE METHODOLOGIQUE

1) Préambule : introduction à la notion d'animation

La méthodologie de l'animation repose sur le principe stroboscopique utilisé en cinématographie, c'est-à-dire l'extraction de quelques images statiques à une cadence fixe correspondant à une tous les 1/25ème (ou 1/24ème) de seconde, à partir d'une action se déroulant continûment dans le temps. Ces images statiques sont mémorisées par enregistrement sur un support film ou vidéo.

Lorsque ces images enregistrées sont ensuite projetées à une cadence identique, le phénomène de persistance rétinienne agit de telle sorte que l'observateur a la même sensation visuelle que pour l'action continue. Par l'intermédiaire des processus cognitifs, il l'interprète donc comme l'action continue, à de rares exceptions près (telles que le défaut des roues de chariot tournant en sens inverse du déplacement dans les western).

Dans le cas d'une animation, les images statiques, au lieu d'être enregistrées à partir d'une action réelle, sont créées de toutes pièces. Elles sont ensuite montées séquentiellement au rythme de 25 par seconde. **La projection des images calculées**, conformément au principe cinématographique, **donne donc à l'observateur l'illusion d'un mouvement continu**.

2) Animation traditionnelle

En animation traditionnelle - au sens dessin animé-, **la réalisation des images statiques est assurée par des techniques de dessin**, entièrement manuel ou partiellement automatisé.

Trois types d'intervenants concourent à l'élaboration d'un projet en animation traditionnelle. Tout d'abord l'animateur crée entièrement quelques dessins fondamentaux, appelés dessins-clefs, qui déterminent la structure générale de la séquence d'animation. Ensuite apparaissent les intervallistes qui élaborent tous les dessins intermédiaires jusqu'à concurrence de 24 par seconde conformément à la structure déterminée par les dessins-clefs. Enfin les gouacheurs reprennent l'ensemble des dessins, les reportent sur cellos si nécessaire, et assurent la mise en couleur.

Si le gouachage a pu être rapidement automatisé par l'informatisation de la tâche correspondante, l'exécution du travail des intervallistes par la machine présente déjà quelques difficultés. Car un bon intervalliste travaille de telle sorte que chaque intermédiaire est un nouveau dessin-clef, en ce sens qu'il ne se déduit pas mathématiquement du dessin précédent, mais que l'introduction de métaphores supplémentaires augmente les possibilités expressives des positions intermédiaires dans le mouvement /BRE 84/, /COM 84/.

Toutefois, l'implémentation d'algorithmes fortement inspirés du processus d'animation traditionnelle a conduit à un ensemble de méthodes dites d'"in-betweening", étendues ensuite à ce que l'on appelle le "morphing", que nous présentons plus en détail dans la suite. **C'est une réflexion sur l'informatisation de l'animation traditionnelle qui a peu-à-peu conduit à l'image numérique animée**.

3) Généralisation à l'animation d'images de synthèse

Dans le cadre de l'animation d'images numériques, chaque image statique est le résultat d'un calcul de "rendu", terme qui désigne l'ensemble des opérations algorithmiques dont l'exécution conduit à restituer le plus fidèlement possible l'impression visuelle donnée par la réalité. La construction d'une animation consiste donc à juxtaposer séquentiellement des images de synthèse, chacune résultant de l'exécution des procédures permettant d'aboutir à une image statique élémentaire, désignée dans la suite par le terme "cliché". Une approximation acceptable consiste à admettre que la vision binoculaire est plane. Par conséquent le cliché est bidimensionnel. De plus, dans notre application, le cliché est digital, c'est-à-dire constitué non pas d'une information variant continûment suivant deux directions indépendantes, comme dans le cas d'un cliché analogique, mais de quanta discontinus et juxtaposés d'information, les pixels, correspondant à la fraction constitutive minimale.

D'un cliché à l'autre, certains constituants sont légèrement modifiés. Ainsi le cliché calculé diffère, mais diffère peu du précédent. La projection en séquence peut donc donner l'illusion d'un mouvement continu. Ce sont les paramètres constants nécessaires à l'exécution des procédures qui sont touchés par la modification. **Il apparait par conséquent autant de types d'animation que de types de paramètres susceptibles d'évoluer au cours du calcul de rendu**.

4) Mise en évidence des différents types d'animation

On distingue plusieurs genres simples d'animation, correspondant chacun à une famille de paramètres variables au cours du temps, les autres étant supposés constants.

Animation par déformation : lorsque c'est la famille des variables de morphologie qui évolue au cours du temps, on se trouve dans le cas où la forme de l'élément se modifie, tout le reste étant identique, en particulier sa situation dans l'univers. Cela correspond à une animation par déformation d'un objet immobile.

Animation par modification de l'aspect : il est possible de réaliser une animation pour laquelle ce sont les paramètres d'aspect, ou une partie d'entre eux, qui sont variables. Une des animations de cette classe est tout-à-fait classique : il s'agit du cyclage des couleurs sur un élément immobile et indéformable, qui est implémenté dans la majeure partie des logiciels graphiques, en particulier les "paint-box". On pourrait également imaginer un élément qui devienne de plus en plus transparent, de

plus en plus brillant, ...

Animation par déplacement : l'application la plus fréquemment rencontrée correspond au cas où les variables de situation évoluent. Il s'agit alors d'une animation par déplacement d'un objet indéformable, appelée dans la littérature "rigid body motion" /MAG 85/. C'est celle qui a été le plus développée jusqu'à ce jour, car elle coïncide avec une approche intuitive du problème de l'animation. Par ailleurs, elle permet d'utiliser les résultats de la physique newtonienne concernant la dynamique des solides indéformables.

Animation par modification de la prise de vue : les animations réalisées par modification de certains paramètres de vision sont également très répandues. Il en est ainsi du mouvement de caméra /PER 88/, pour lequel la position de l'observateur varie autour d'une scène immobile. Il est associé aux effets de zoom, travelling, ... usuels en cinéma. Un effet d'ouverture progressive du champ de vision serait également rattaché à cette classe d'animations.

Animation par modification de l'éclairage : enfin, ce sont les caractéristiques d'éclairement, ou plus généralement des effets spéciaux intervenant dans le calcul de rendu, qui évoluent pour la dernière classe d'animations réalisables. Ils donnent lieu à des effets également très utilisés dans les publicités réalisées en images de synthèse : pour assurer la promotion d'un nom de marque ou de produit, celui-ci est conçu en lettres tridimensionnelles très brillantes, façon métal. A la fin de la séquence, un rayon lumineux très intense le balaye dynamiquement, ce qui a pour effet de capter l'attention de l'oeil sur l'impact lumineux, facilitant la mémorisation du nom qu'il éclaire. Une animation dans laquelle un brouillard mouvant couvrirait progressivement une scène parfaitement immobile appartiendrait également à cette catégorie.

Dans le cas d'une animation complexe, plusieurs genres simples peuvent se combiner, provoquant un accroissement du nombre de paramètres en évolution.

5) Intégration et modèle général d'animation

Un modèle général d'animation des images numériques prend en compte l'ensemble des variations de paramètres possibles simultanément.

Si on récapitule la totalité des variables indépendantes nécessaires à l'élaboration d'un cliché statique par l'action successive des différents opérateurs, on obtient un hyper-espace de grandes dimensions dont on peut donner un vecteur état sous forme matricielle. Ce vecteur état se décompose en blocs d'état suivant la séparation typologique des variables que nous venons d'effectuer.

Quel que soit le type d'animation retenu, il s'exprime comme une modification de certaines variables d'un cliché à l'autre, c'est-à-dire un déplacement dans l'hyper-espace d'état. On sait par ailleurs qu'il y a cohérence, c'est-à-dire que la plupart de ces variables n'évoluent pas. Seule une part réduite d'entr'elles est sujette à transformation

au cours de l'animation. Toutefois, de façon générale, on admettra que le système est dynamique si l'ensemble des composantes du vecteur état subit une variation de valeur au cours du temps. Le temps considéré est celui défini par les bornes de la séquence à construire.

La variation des champs peut être définie de manière continue ou discrète sur l'intervalle de temps. En tout état de cause, animer le système dynamique revient à extraire l'instance de chaque attribut pour une valeur donnée du temps t comprise entre les deux bornes, en général par échantillonnage d'un modèle continu. La période d'échantillonnage, identique à la distance entre deux instances successives du temps, est déterminée par le principe stroboscopique, c'est-à-dire le plus souvent égale à 1/25ème de seconde.

Le problème qui se pose dans la pratique **est** donc **de déterminer des modèles efficaces pour réaliser l'échantillonnage des valeurs à partir d'un déplacement supposé continu dans l'hyper-espace des paramètres variables**.

II-3 : DIVERGENCES DES APPROCHES SIMULATION ET SYNTHESE POUR LES MODELES D'ANIMATION

1) Choix de l'échantillonnage : critère de qualité

En admettant le postulat d'une période d'échantillonnage constante, **le principe de l'échantillonnage consiste à remplacer un phénomène continu par une fonction en escalier** dont tous les paliers ont une durée constante égale à la période d'échantillonnage. La valeur du palier correspond à la prise d'échantillon sur l'intervalle, par exemple en son point milieu.

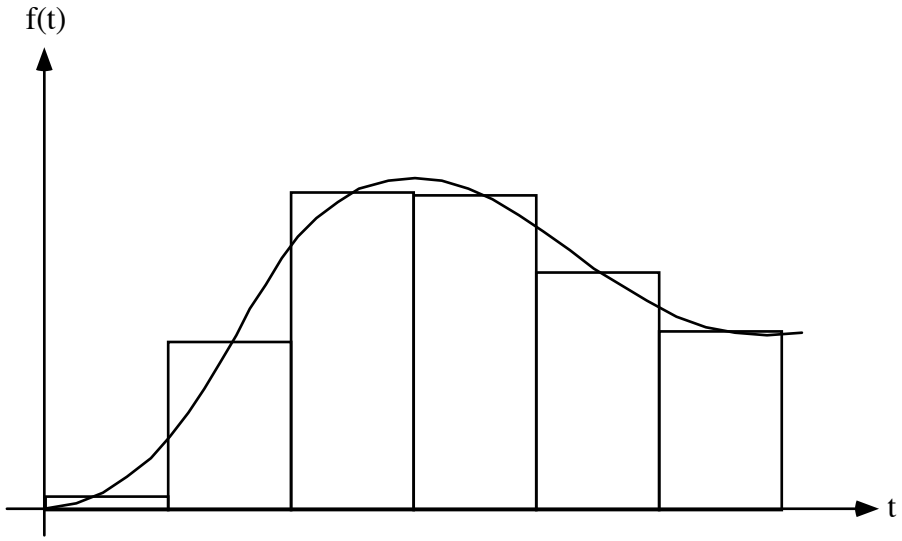


Figure III-7 : *Principe de l'échantillonnage*.

La figure ci-dessus montre que lorsque la vitesse du mouvement (c'est-à-dire la pente de la courbe) est grande, l'écart entre la courbe réelle et l'échantillon devient important, particulièrement aux points extrêmes de l'intervalle.

Dans une application de simulation, la définition du critère de qualité en termes de précision conduit à fixer une valeur limite maximum pour cet écart. D'après les théories de Darboux sur les fonctions en escalier, on sait que la fonction en escalier tend vers la fonction continue lorsque la période d'échantillonnage tend vers zéro. Donc il suffit d'augmenter la cadence de prise d'échantillons pour diminuer l'écart maximum de façon à satisfaire un critère de qualité plus sévère. C'est la méthode employée dans le cas d'un calcul de simulation, lorsque le résultat du processus est un ensemble de valeurs numériques qui caractérisent le comportement du système (par exemple simulation dynamique du comportement d'un train d'atterrissage en phase d'atterrissage de l'avion, ou simulation de crash ferroviaire). Dans ce cas la restitution visuelle sera même le plus souvent ralentie par rapport au temps réel par dilatation de l'échelle des temps pour laisser à l'observateur le temps d'apprécier les détails dans un but de validation.

En revanche, dans une approche synthèse, lorsque le seul but est de constituer un film de divertissement donnant l'illusion d'un mouvement continu, il est tout-à-fait inutile d'augmenter la cadence de projection des vues puisque, en tout état de cause, la résolution de l'oeil est trop faible pour percevoir les vues intermédiaires.

L'échantillonnage à 1/25ème de seconde est toujours retenu dans une approche synthèse (1/24ème en cinéma).

2) Méthodes d'animation de type simulation : lois naturelles

Une première solution au problème d'animation consiste à reproduire les mouvements naturels.

Il suffit alors de reprendre les modèles dynamiques de la physique newtonienne, de supposer que l'univers de synthèse créé est régi par les mêmes lois, et en conséquence de les appliquer aux éléments qui le composent.

Du point de vue de la mise en oeuvre de cette approche, deux cas peuvent se présenter. Soit le système comporte un certain nombre de mouvements standards, pré-programmés, accessibles à l'utilisateur à travers un menu par des appellations génériques explicites, la mathématique sous-jacente restant entièrement transparente. Si l'utilisation d'un tel système est simple, l'efficacité est inexistante en ce sens que l'opérateur n'a plus aucune liberté de création. Il a le choix entre les diverses options que la machine peut réaliser, et non pas la liberté de créer ce que lui-même veut faire. Par exemple, si les lois pré-programmées de la gravitation lui permettent sans problème de faire tomber la pomme sur la tête de Newton, que faire si l'animateur, pour transmettre l'idée de la peur, souhaite faire tomber un personnage de telle manière que sa chute soit ralentie au fur et à mesure qu'il approche du sol ?

Ainsi que l'affirme Comparetti /COM 84/ :

> "*Le dessin animé n'est pas une simple simulation du réel. L'artiste imagine un volume ou une forme en mouvement. Le mouvement imaginé offre des possibilités expressives bien supérieures à une reproduction du réel. C'est par sa faculté d'échapper aux lois naturelles que l'animation affirme son intérêt et produit du sens.*"

Pour cette raison, **ce genre de solution s'avère inadapté pour le cas particulier d'une approche synthèse des mouvements**.

3) Méthodes d'animation de type simulation : lois mathématiques

Dans cet esprit, **la seconde optique de l'animation programmée consiste à définir l'animation sous la forme d'une description mathématique du mouvement**, le plus souvent au moyen de fonctions analytiques. L'éventail des possibilités est ici infiniment étendu, puisqu'il coïncide avec l'ensemble des descriptions mathématiques disponibles. L'utilisateur n'est donc plus restreint aux seuls mouvements naturels, mais a toute liberté de faire évoluer son univers à sa guise.

Malgré cela, l'efficacité est inexistante. En effet, ce qui a été gagné en ouverture du champ des possibles a été simultanément perdu en simplicité de mise en oeuvre. Puisque c'est l'opérateur qui détermine la fonction mathématique régissant le mouvement, il doit au préalable savoir quelle fonction correspond exactement à l'effet voulu. Cela suppose un utilisateur pourvu d'une solide culture mathématique. De plus, la mise en oeuvre de cette méthode est effectuée par langage de programmation, ce qui implique au surplus un utilisateur informaticien. Cette condition est contraire à la définition d'efficacité introduite en termes d'ergonomie et de simplicité de mise en oeuvre. En effet un système d'animation exigeant un utilisateur mathématicien informaticien, et non pas graphiste, présente un intérêt très réduit.

Il en résulte que les modèles d'animations programmées, inspirés de la simulation, ne satisfont pas les critères de sélection d'une approche synthèse. C'était prévisible, puisque le paragraphe précédent a montré que les critères de qualité respectifs de la simulation et de la synthèse sont très différents, et le plus souvent antinomiques, les premiers relevant d'une approche "physique" et les seconds d'une approche "communicationnelle".

En conséquence, si le contrôle et la validation visuels de systèmes dynamiques par le biais d'une simulation animée sont d'un grand intérêt en conception assistée, et représentent aujourd'hui un secteur d'activité important, ce domaine d'application et les modèles s'y référant doivent être écartés dans un travail consacré à la synthèse.

Le choix d'une description mathématique des mouvements augmente l'éventail des possibilités, mais ne s'avère guère plus efficace.

4) Méthodes d'animation de type synthèse

Les méthodes développées pour répondre à ce besoin de modèle d'animation spécifique adapté à une approche synthèse, sont directement inspirées des techniques de l'animation traditionnelle présentées plus haut. Elles concernent essentiellement les animations par déplacement et par déformation.

Ici, l'animateur définit la structure dynamique de sa séquence au moyen de positions-clefs, qui sont en réalité des points d'interpolation. L'ordinateur remplace les intervallistes et les gouacheurs. Il effectue ainsi un calcul d'interpolation entre les positions-clefs pour générer les clichés intermédiaires.

Le premier problème à résoudre est la reconstitution automatique de points intermédiaires dans le cas où le nombre de points de contrôle d'une extrémité à l'autre ne correspondent pas.

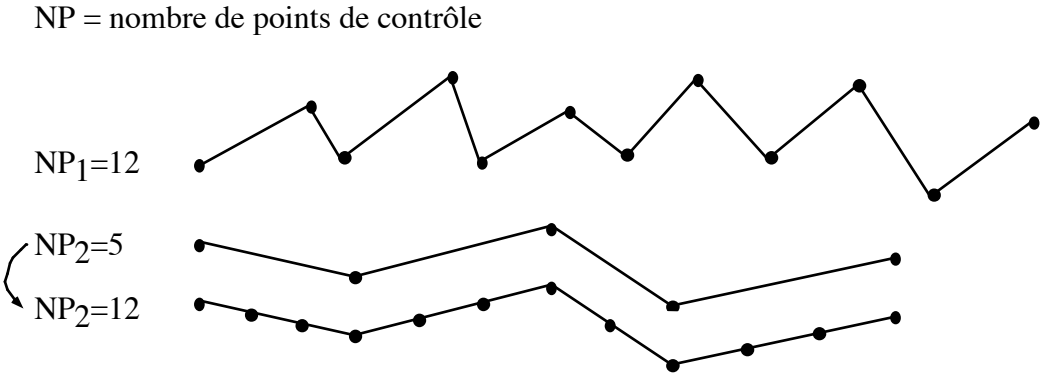


Figure III-8 : *Correspondance de point de contrôle à point de contrôle.*

Ensuite, une interpolation est réalisée point à point, selon la technique de l'"in-betweening". Les modèles d'interpolation sont souvent très simples.

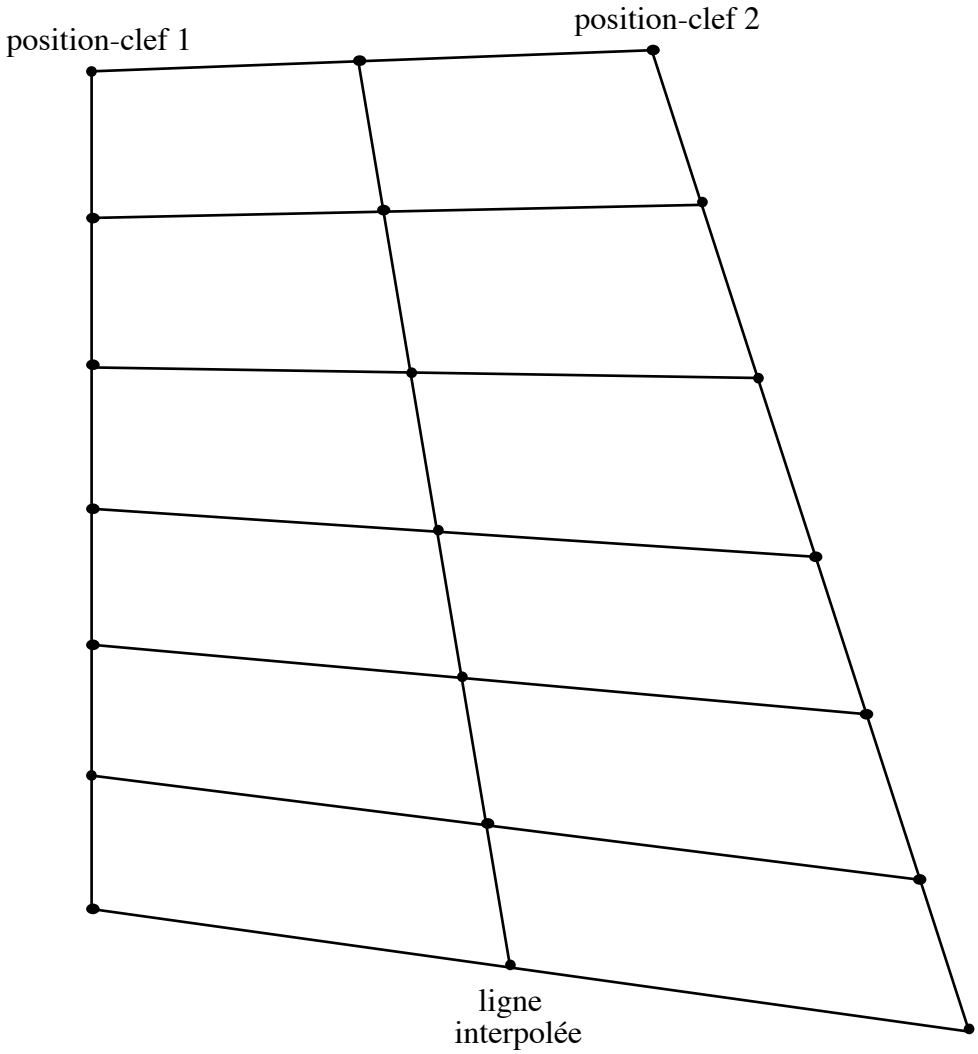
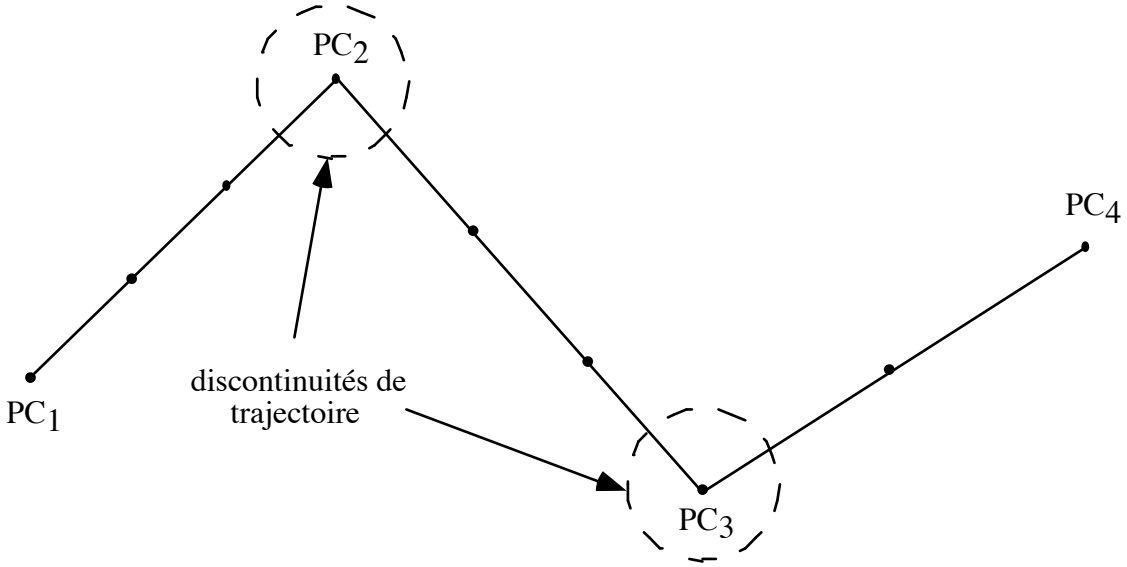


Figure III-9 : *In-betweening par interpolation linéaire*.

Dans l'approche la plus simple, l'interpolation est linéaire. Une valeur du temps est affectée à chacune des deux positions-clefs. Les segments d'interpolation sont divisés en autant d'intervalles égaux qu'il y a de clichés intermédiaires à générer plus un /MAR 77/.

Cette méthode présente deux gros inconvénients : il apparait des discontinuités gênantes visuellement dans la trajectoire lorsque l'on passe d'un intervalle d'interpolation au suivant.



PC = point de contrôle

Figure III-10 : *Discontinuités spatiales*.

Il apparait également des discontinuités dynamiques du fait de la décomposition temporelle des intervalles, néfastes à la perception du mouvement.

Le premier problème est résolu en utilisant des interpolations d'ordre plus élevé, par exemple cubiques, parfois B-Splines du 4ème ordre /PER 88/, qui permettent d'assurer la continuité des courbes, mais aussi des tangentes et des courbures qui correspondent aux notions de vitesse et d'accélération. Dans ce cas, on considère la dynamique comme implicite (dépendante du paramètre courant de la courbe d'interpolation) et l'utilisateur ne la contrôle pas.

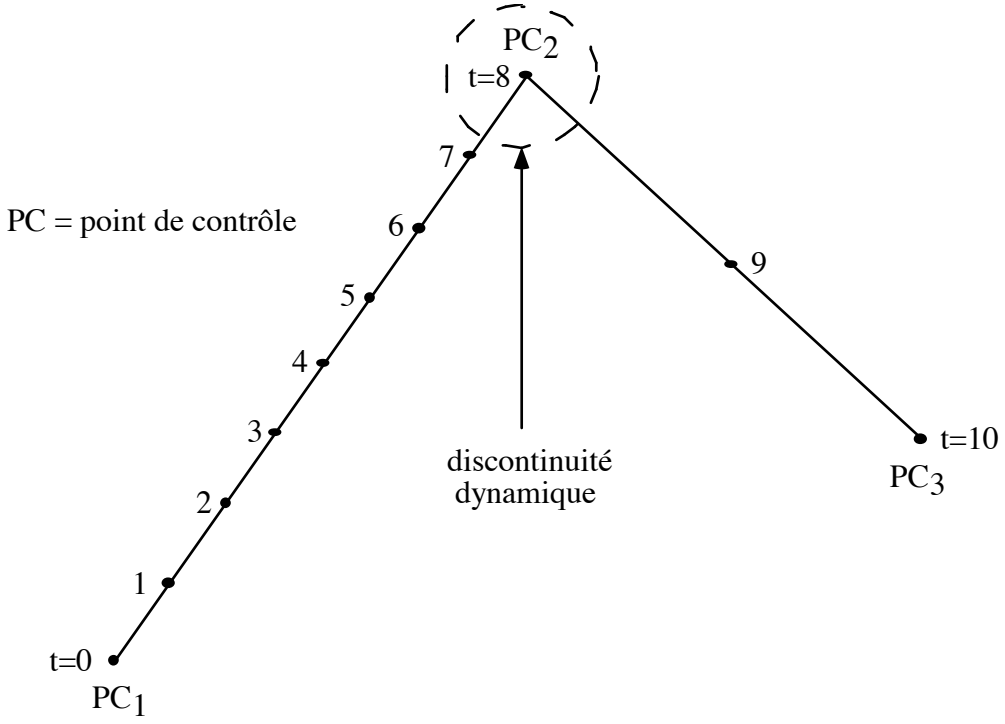


Figure III-11 : *Discontinuités dynamiques*.

Une seconde option consiste à forcer la dynamique. Par exemple dans l'approche des P-curves de Baecker /BAE 69/, après avoir décrit la trajectoire spatiale par interpolation, l'utilisateur dépose interactivement des points temporels sur la courbe, supposés tels qu'un nombre constant de clichés, fixé a priori, sépare deux points temporels. On a donc encore une fois une répartition temporelle linéaire par morceaux, ce qui ne résout pas les problèmes de discontinuité. De plus, pour réaliser par exemple une accélération parfaitement progressive, chaque cliché doit donner lieu à un point temporel. Il y a donc autant de points à introduire interactivement que de clichés à générer : il n'y a plus d'automatisation du tout et l'efficacité chute une fois de plus.

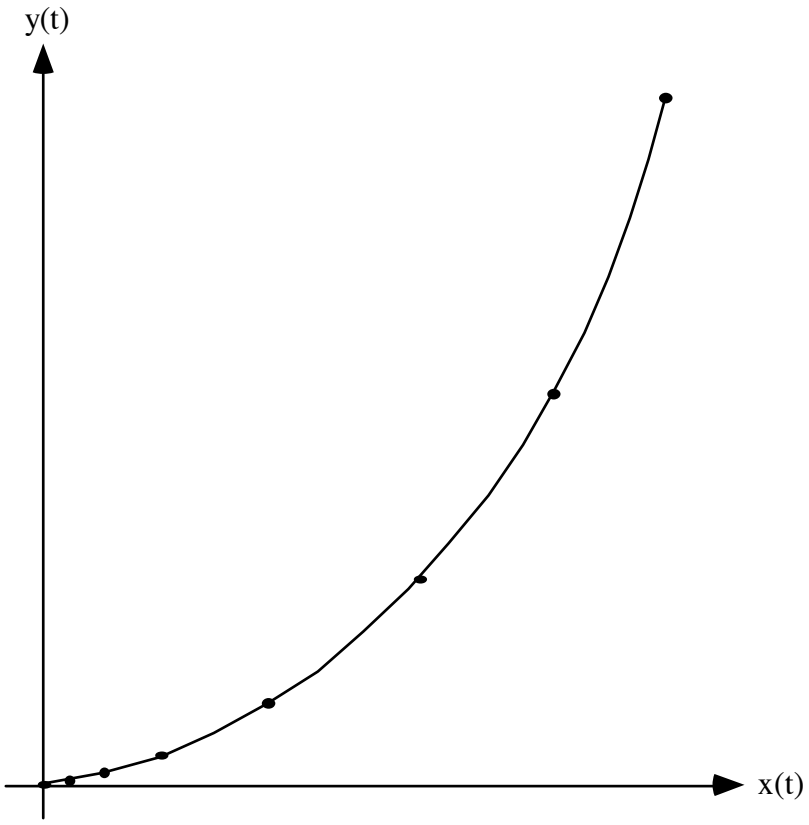


Figure III-12 : *Principe des P-curves de Baecker*.

D'autres méthodes /REE 81/, /MAG 85/, tentent de compenser les défauts de discontinuités, très sensibles visuellement, essentiellement par introduction de données d'interpolation supplémentaires. Toutes présentent le même inconvénient, à savoir que la qualité finale ne s'acquiert qu'au prix d'une augmentation considérable du nombre de données à introduire interactivement, ce qui pénalise très lourdement l'efficacité des méthodes correspondantes.

Par conséquent, **aucune des solutions présentées ici**, qu'elles relèvent de la simulation ou de la synthèse, **ne convient à une description réellement efficace des mouvements synthétiques**.

II-4 : MODELE DE SYNTHESE PAR DECOMPOSITION SPATIALE ET TEMPORELLE

1) Préambule : analyse préliminaire

Les modèles présentés révèlent les difficultés inévitables qui se manifestent au niveau des raccords.

L'analyse précédente a mis en évidence que les problèmes -en particulier de

continuité- apparaissent séparément au niveau de la géométrie du mouvement (= sa trajectoire) et de sa dynamique (= sa vitesse). Cette remarque a orienté la réflexion vers la recherche d'une solution visant à séparer les caractéristiques spatiales et les caractéristiques temporelles de la description des mouvements. Le terme spatial est ici relatif à un déplacement dans l'espace d'état des variables nécessaires à l'élaboration d'un cliché, et non pas seulement limité à l'espace géométrique tridimensionnel usuel.

Une décomposition spatio-temporelle constitue le fondement de la solution recherchée.

2) Approche intuitive

La recherche d'une solution débute intuitivement par l'introduction de la notion de durée.

Celle-ci se construit au travers l'observation d'une propriété remarquable : le même mouvement, exécuté de façon similaire spatialement, mais plus lentement, "dure" plus longtemps. Donc, bien qu'ayant la même allure globale que le premier, ce second mouvement s'inscrit dans une variation du temps plus grande.

En conséquence, tout se passe comme si le mouvement était le même relativement à une variable que nous appelons en première approche "durée", et qui, elle, est extensible par rapport au temps. Cette durée s'exprime comme une fonction du temps.

Considérons tout d'abord des fonctions linéaires.

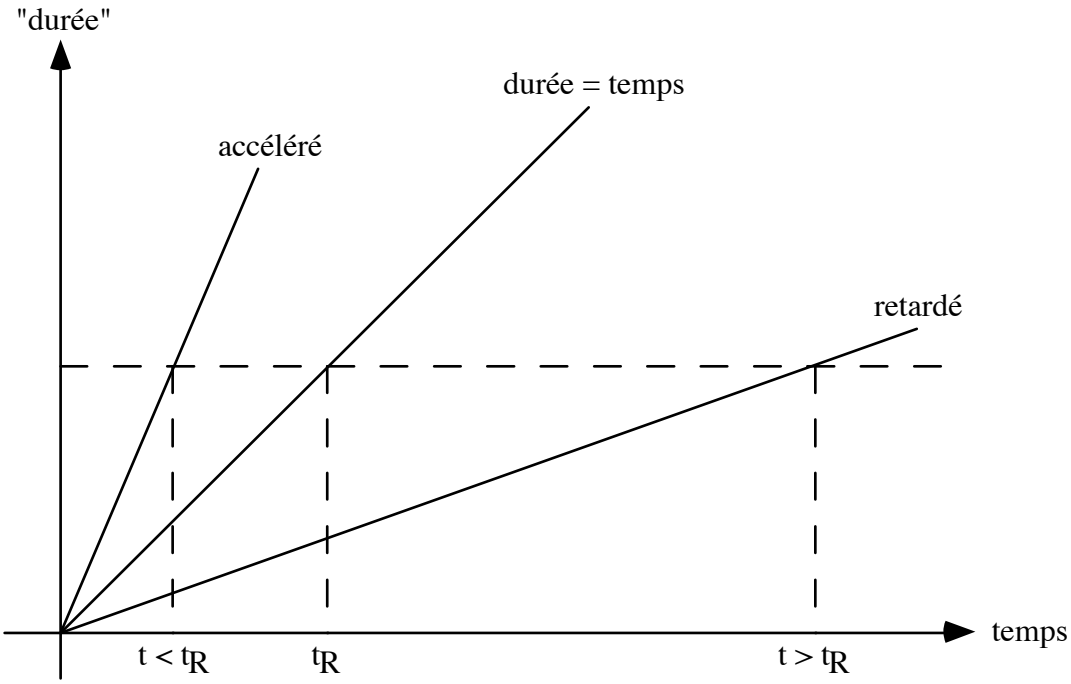


Figure III-13 : *Relations linéaires entre les variables durée et temps.*

Pour la droite de pente unité, la durée est égale au temps. Lorsque la pente est supérieure à l'unité, le mouvement est accéléré, car on obtient une même durée en un temps plus court. Lorsque la pente est inférieure à l'unité, le mouvement est retardé, car la durée référence est atteinte en un temps plus long.

Ces résultats, appliqués au cas d'une variation fonctionnelle quelconque de la durée par rapport au temps, montrent que la dynamique du mouvement est perçue en termes de comparaison de la pente de la courbe avec la pente unité.

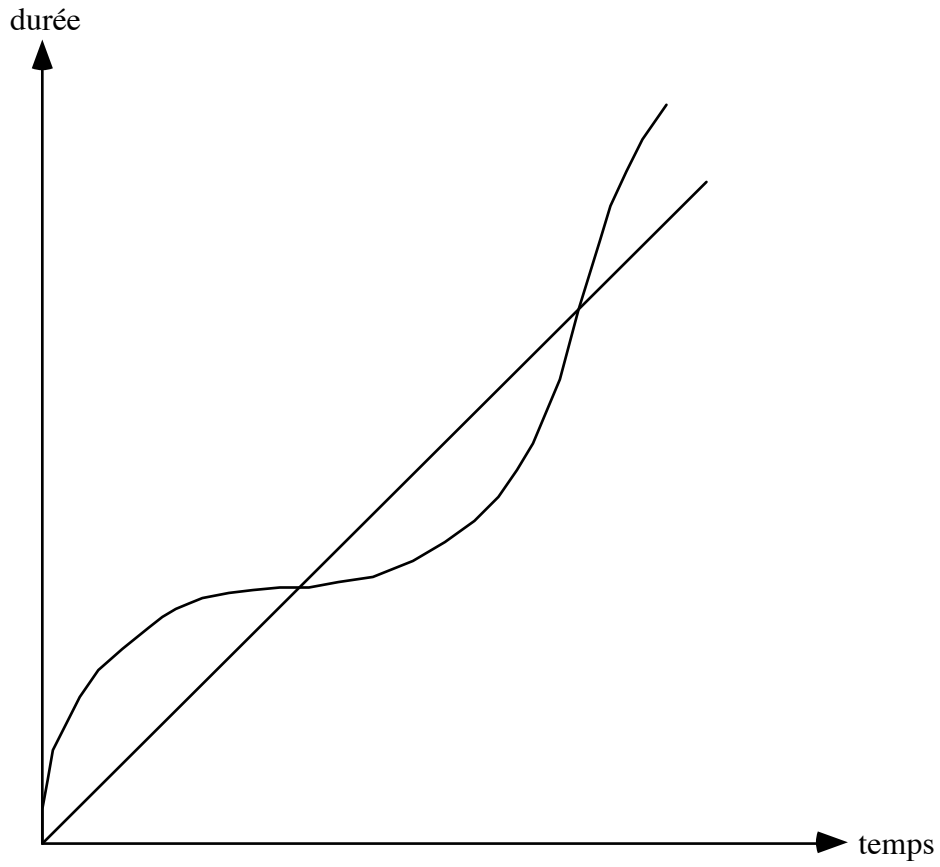


Figure III-14 : *Variation fonctionnelle de la durée par rapport au temps*.

Cette approche a été développée dans les travaux de Michel Bret /BRE 84/. Bien qu'elle soit très intéressante, elle n'est pas très intuitive et nécessite un utilisateur expert, ce qui s'oppose aux spécifications d'efficacité.

Un modèle original a été proposé, dans lequel intervient une variable déjà intégrée par rapport au temps (du type de la variable durée), mais intégrée par une fonction qui dépend étroitement de la vitesse de déplacement de l'objet.

Les principaux résultats ont fait l'objet de deux publications importantes: la première, dans un congrès international /LEL 86a/, présentait formellement le modèle, alors que la seconde, dans une revue internationale /LEL 86b/, avait pour objet de l'appliquer à la déformation métaphorique d'un objet au cours de son mouvement de manière à produire du sens. Les deux sont consultables dans l'annexe 2.

La notion intuitive de durée a conduit à des développements scientifiques plus construits.

3) Formalisation du modèle

Il s'agit de formaliser l'approche intuitive de la solution par un modèle

rigoureux scientifiquement.

Soit un espace de dimension n, correspondant aux n variables indépendantes nécessaires à la production d'un cliché.

Nous travaillons dans un espace de dimension n+1 dans lequel le temps t a été ajouté aux n variables d'état précédentes. Le temps évolue le long d'un axe vectoriel.

Le principe de description d'une trajectoire consiste à associer un point de l'espace d'état de dimension n avec un point de l'espace temporel de dimension 1. La description mathématique exacte spécifie en quel point spatial on se trouve d'instant en instant. Ainsi chaque point d'une trajectoire est entièrement déterminé par les données numériques : $(x_1,x_2,x_3,...,x_n,t)$. Toutefois, l'ensemble des valeurs prises par $(x_1,x_2,...,x_n)$ au cours du déplacement définissent sa trajectoire dans l'espace d'état, indépendamment de toute indication sur l'évolution dynamique correspondante.

Supposons qu'il existe un paramètre assurant le lien entre l'aspect spatial et l'aspect temporel du mouvement, et convenons de l'appeler *paramètre d'évolution temporelle*. En prenant l'hypothèse la plus large selon laquelle chaque variable de l'espace d'état peut avoir sa dynamique indépendante, l'espace de travail est dorénavant de dimension 2n+1. Les n paramètres d'évolution temporelle constituent le pont entre l'espace d'état et le temps.

$$\begin{cases} x_1 = x_1(\eta_1) \\ x_2 = x_2(\eta_2) \\ \quad \dots \\ x_n = x_n(\eta_n) \end{cases} \qquad \begin{cases} \eta_1 = \eta_1(t) \\ \eta_2 = \eta_2(t) \\ \quad \dots \\ \eta_n = \eta_n(t) \end{cases}$$

L'avantage de ce modèle apparemment plus complexe est de pouvoir désormais séparer les paramètres. La projection des équations ci-dessus sur l'espace d'état définit la forme géométrique d'un chemin sur lequel sera situé la trajectoire -la trajectoire peut n'être qu'un petit morceau du chemin. C'est *l'arc spatial* ou support d'espace de la trajectoire. D'autre part, un espace de dimension n+1 caractérise l'évolution dynamique du mouvement. La relation η_i fonction de t est appelée *courbe d'évolution temporelle*.

Le choix d'une courbe d'évolution temporelle détermine la valeur du paramètre d'évolution temporelle η_i à chaque instant t. La valeur de η_i permet de déterminer quel point de l'arc spatial est atteint à cet instant, suivant le diagramme de fonctionnalité ci-dessous.

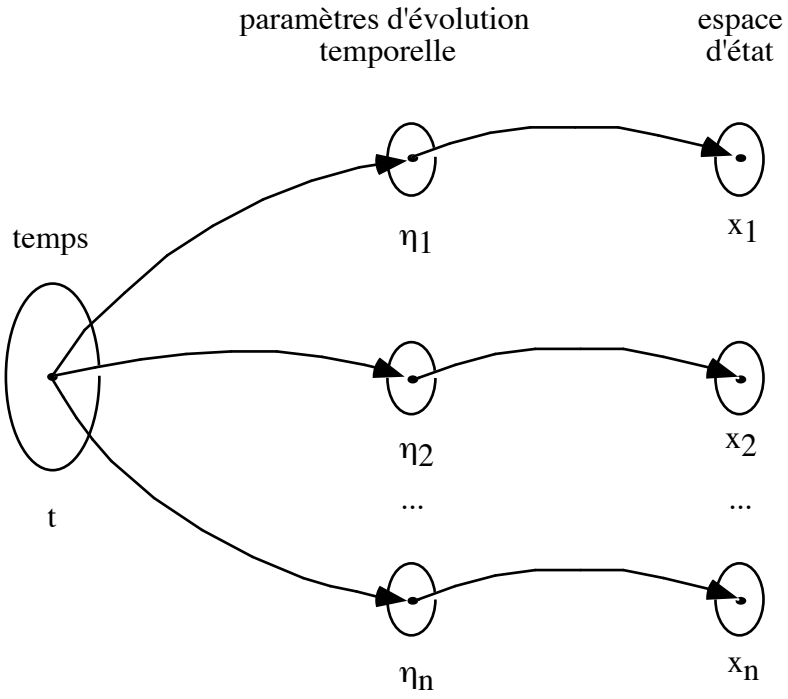


Figure III-15 : *Diagramme de fonctionnalité des paramètres.*

Il s'agit à présent de spécifier ce paramètre d'évolution temporelle dont l'existence a été supposée. Pour ce faire, on peut se référer à la manière naturelle, intuitive, de définir un mouvement.

Pour faciliter la compréhension de l'approche, ramenons la taille de l'espace d'état à une seule variable indépendante X. D'abord, on choisit une représentation paramétrée de cet arc, où le paramètre est η. Ensuite l'intervalle de temps dans lequel s'inscrit le mouvement, de l'instant initial t_I à l'instant final t_F, et la position initiale de la variable X sont déterminés.

Enfin, de manière intuitive, on achève la définition avec le rythme du mouvement, par exemple accéléré, uniforme, puis décéléré. Ce rythme est le *paramètre de célérité*, qui n'est pas la vitesse mais le module de la vitesse le long d'un chemin de trajet.

La célérité est définie par $\nu=\nu(t)$. η est alors évalué par la relation:

$$\eta(t) = \int_{t_I}^{t_F} \nu(t)dt$$

Une étape intermédiaire est donc ajoutée dans le schéma des fonctionnalités, comme on le voit sur la figure ci-dessous.

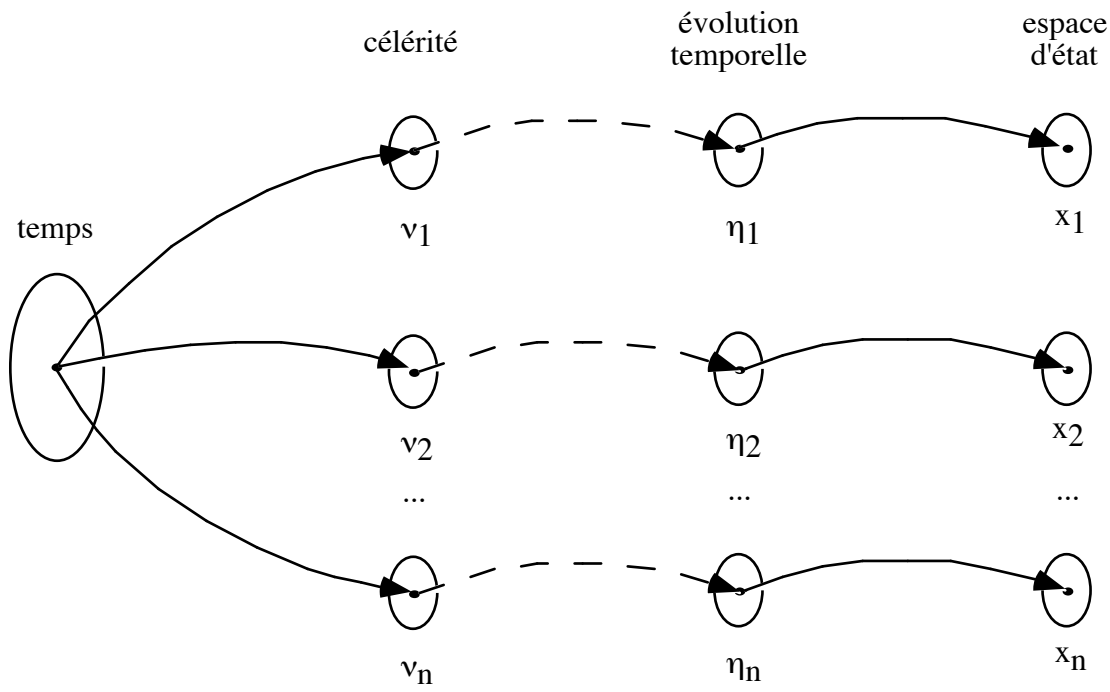


Figure III-16 : *Diagramme complété de fonctionnalité des paramètres.*

Cette nouvelle étape de passage du paramètre de célérité au paramètre d'évolution temporelle est calculée par l'ordinateur, entièrement transparente à l'utilisateur, qui ne s'aperçoit aucunement que les variables d'état ne sont pas déterminées directement à partir du paramètre qu'il a introduit.

Il est possible de choisir et représenter directement la courbe d'évolution temporelle $\eta(t)$. Mais il est plus représentatif, plus ergonomique pour l'utilisateur de travailler avec la courbe de célérité. En particulier, la pente de cette courbe représente l'accélération du mouvement le long de la trajectoire supportée par l'arc spatial : pente positive = mouvement accéléré, pente négative = mouvement retardé, pente nulle = mouvement uniforme. La comparaison ne se fait plus à 1 mais à 0, ce qui est plus intuitif. Ainsi, **l'introduction des paramètres de célérité et d'évolution temporelle permettent à l'utilisateur du système de se construire une meilleure image mentale du mouvement** qu'il est en train de définir.

4) Décomposition par blocs

La réduction des situations d'animation généralisée aux cas plus fréquents d'animations simples permet d'envisager une décomposition des paramètres par blocs.

La présentation générale a supposé que chaque variable d'état pouvait admettre une dynamique indépendante. C'est effectivement l'éventualité la plus large qui soit. Toutefois, un certain nombre de paramètres peuvent être considérés, dans la plupart

des cas d'applications pratiques, comme liés.

Examinons par exemple les paramètres de description d'un élément supposé ponctuel, telle une source lumineuse. Ils correspondent à ses trois coordonnées de position dans l'univers virtuel tridimensionnel : abscisse x, ordonnée y, cote z, chacune exprimée dynamiquement sur l'intervalle de la séquence.

L'utilisateur définira généralement une trajectoire globale dans l'espace 3D, et une dynamique globale le long de l'arc spatial défini. Les informations dynamiques sur chacun des axes de l'espace 3D ne sont pas séparées, mais communes. Ceci signifie qu'il n'y a pas trois célérités, mais une seule.

Par exemple, pour un mouvement hélicoïdal, on a :

$$\begin{cases} x = a\cos\eta \\ y = b\sin\eta \\ z = \eta \end{cases} \qquad \eta = \int_{t_I}^{t_F} \nu(t)\,dt$$

De même, les informations de couleur R, V, B ou T, S, I définissent un sous-espace de dimension 3 de l'espace d'état global. En exploitation réelle, on pourra le plus souvent admettre qu'il n'y a qu'une seule célérité dans ce sous-espace, et donc un seul paramètre d'évolution temporelle.

Il en résulte que la matrice d'état globale contenant l'ensemble des paramètres nécessaires à la construction d'un cliché se décompose en sous-blocs d'état. Chaque sous-bloc correspond à un sous-espace dans lequel les trajectoires sont considérées globalement. Il y a donc réduction des informations dynamiques à une seule par sous-bloc. Les sous-blocs sont indépendants deux-à-deux.

On peut donc restreindre le problème de la définition générale d'une animation à une définition indépendante sous-bloc par sous-bloc. Le principe de la cohérence fait qu'une grande partie des sous-blocs ne supporteront aucun mouvement. Donc les paramètres correspondants seront constants sur l'intervalle, égaux à leur valeur initiale. Il est préférable de prévoir pour le système de manipulation interactive une instanciation constante par défaut pour chacun des paramètres introduits. **La définition de l'animation s'exprime alors** dans la pratique **comme une intervention en modification de l'instanciation par défaut, sous-bloc par sous-bloc**.

II-5 : PROPRIETES DU MODELE ORIGINAL DEVELOPPE

1) Contraintes concernant l'arc spatial

Il convient d'examiner les contraintes inhérentes à l'utilisation du modèle, en commençant par les contraintes relatives à l'arc spatial.

La seule contrainte concernant l'arc spatial est que l'expression de l'évolution des paramètres correspondants doit être fonction d'un paramètre η. Ainsi tout modèle paramétrique convient comme arc spatial. Ceci inclut les courbes paramétriques bien sûr, les courbes polaires également, et aussi les courbes d'interpolation, linéaires ou cubiques, telles que les courbes de Bézier ou les courbes B-Splines qui sont des représentations paramétriques. Une courbe fractale peut également convenir à condition que son expression soit paramétrique.

Le modèle permet d'admettre un grand nombre de représentations variées pour l'arc spatial.

2) Contraintes concernant la célérité

Les contraintes relatives à l'expression de la célérité ne sont pas de même nature.

La courbe de célérité doit nécessairement être une courbe mono-valeur, de telle sorte qu'à une valeur du temps t corresponde une valeur du paramètre de célérité et une seule /BRO 80/, à défaut de quoi les éléments sont pourvus du don d'ubiquïté.

Il n'y a pas d'autre hypothèse concernant cette courbe. Cela signifie que tout type de description convient à condition qu'elle soit mono-valeur. Ainsi on peut admettre des fonctions continues, des courbes d'interpolation, mais aussi une évolution temporelle décrite par une équation différentielle ou par un modèle stochastique. Un modèle fractal convient également s'il est mono-valeur.

Il faut remarquer qu'aucune contrainte n'a été imposée concernant la positivité du paramètre de célérité. S'il advient que ce paramètre soit négatif, son signe indique que la vitesse est dans la direction opposée comparée à la dérivée première de l'arc spatial. En pratique, l'élément rebrousse chemin sur le même trajet.

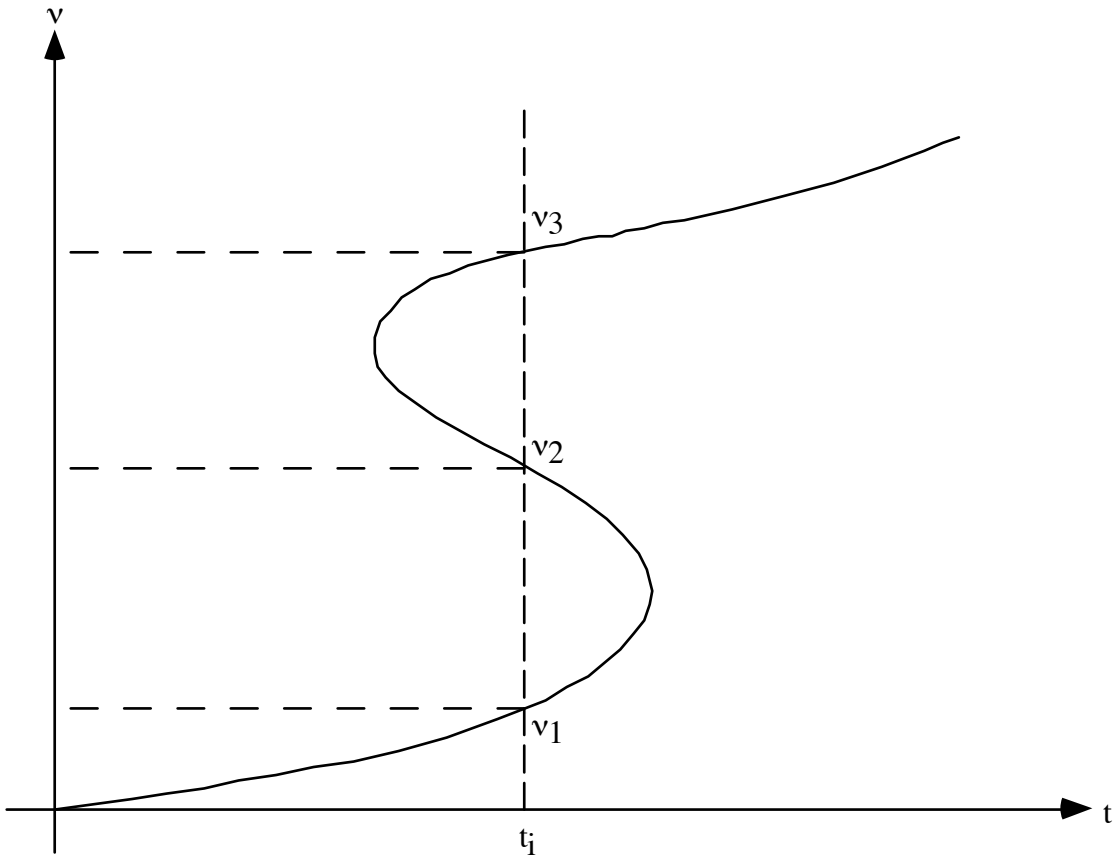


Figure III-17 : *Impossibilité portant sur la courbe de célérité.*

La figure suivante montre une courbe de célérité qui décrit un mouvement d'aller-retour sur un support d'espace quelconque donné.

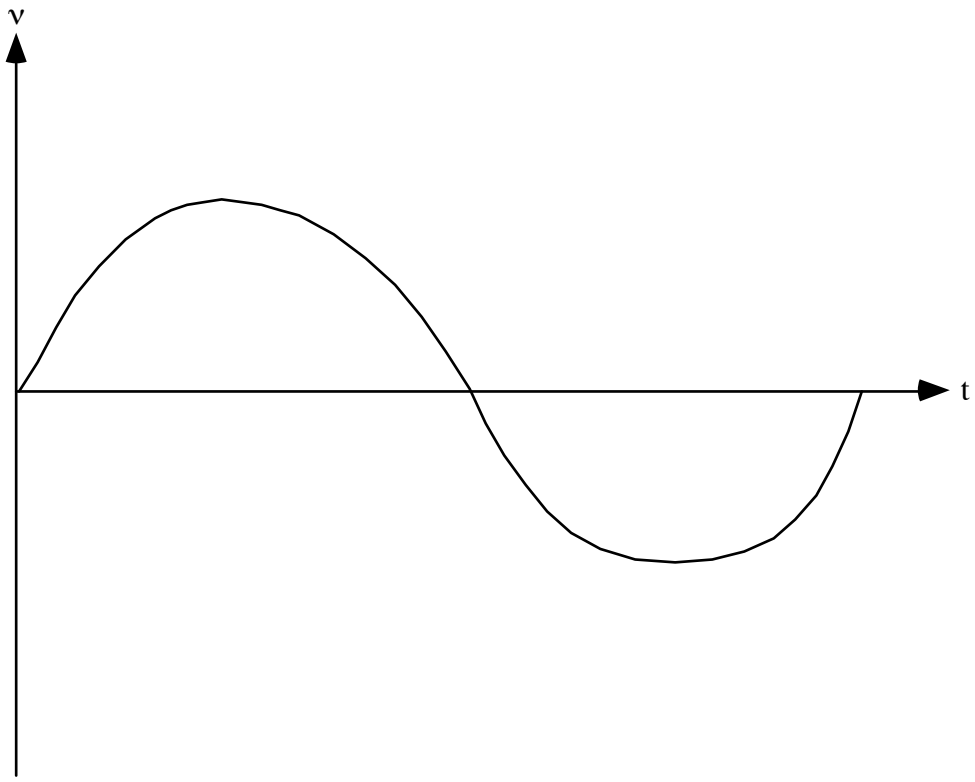


Figure III-18 : *Courbe de célérité décrivant un déplacement en aller-retour.*

L'analyse atteste qu'un très large choix de représentations est également admissible pour la célérité.

3) Intégrabilité de la courbe de célérité

Mathématiquement, la relation d'intégration liant le paramètre d'évolution temporelle à la célérité impose l'intégrabilité de la courbe de célérité.

En pratique, le calcul de l'intégrale est réalisé par une méthode numérique approchée. Une telle méthode remplace une courbe continue intégrable par un ensemble de points correspondants à la découpe de la courbe en intervalles réguliers, avec prise d'une valeur unique par intervalle. Elle peut donc également être appliquée lorsque ν est défini par un modèle discret, comme un ensemble de points entrés explicitement par l'utilisateur au moyen d'un outil graphique de saisie interactive, par exemple une souris.

Par conséquent, **l'intégrabilité de la courbe de célérité n'est pas une condition nécessaire dans une implémentation informatisée**.

4) Continuité par morceaux

Il se pose toujours d'importants problèmes de raccords, par exemple

lorsqu'un mouvement global dans une prise de vue est défini comme une succession de morceaux de supports le long d'arcs spatiaux différents et une succession de morceaux temporels correspondants à des courbes de célérité différentes.

Dans l'approche proposée, le problème de la continuité est séparé en deux parties indépendantes : la continuité des trajectoires spatiales d'une part, et la continuité temporelle d'autre part. Ceci facilite la résolution du problème, et contribue à garantir à l'utilisateur un meilleur contrôle de son système et une meilleure représentation mentale.

La gestion des problèmes de raccords est simplifiée du fait de la décomposition en raccords spatiaux et raccords temporels.

5) Interprétation physique des paramètres

Il serait bon de dégager une interprétation physique des différents paramètres impliqués. Plaçons-nous pour ce faire dans le cas simple d'un mouvement ponctuel situé dans un espace 2D (support plan), avec un arc spatial identique à un cercle centré sur l'origine, de rayon R. On a donc la relation :

$$\begin{cases} x = R\cos\eta \\ y = R\sin\eta \end{cases}$$

Calculons la dérivée de cette expression pour obtenir la vitesse du mouvement. Il vient :

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = -R\sin\eta\frac{d\eta}{dt} \\ \frac{dy}{dt} = R\cos\eta\frac{d\eta}{dt} \end{cases} = \frac{d\eta}{dt}\begin{cases} -R\sin\eta \\ R\cos\eta \end{cases}$$

Posons :

$$T\begin{cases} -R\sin\eta \\ R\cos\eta \end{cases} \perp D\begin{cases} R\cos\eta \\ R\sin\eta \end{cases}$$

Sur cet exemple, il apparait que la vitesse globale est le produit de deux termes :

- la tangente T qui ne dépend que de la géométrie, c'est-à-dire de l'arc spatial, et qui est elle aussi paramétrique en η.
- la vitesse scalaire $v=d\eta/dt$ qui ne dépend que de la courbe d'évolution temporelle et est indépendante de l'arc spatial.

Cette vitesse scalaire est directement liée à la dynamique de description de la trajectoire. C'est elle qui a été identifiée au paramètre de célérité. Celui-ci s'interprète donc comme le module de la vitesse le long d'une direction vectorielle qui ne dépend que de l'arc spatial.

Dérivons une seconde fois pour calculer l'accélération du mouvement /DON 78/, /PRU 66/. Il vient :

$$\Gamma = \frac{dv}{dt} \cdot T + \frac{v^2}{\rho} \cdot N$$

$$\begin{cases} \frac{dv}{dt} \cdot T = \text{accélération tangentielle} \\ \frac{v^2}{\rho} \cdot N = \text{accélération normale} \end{cases}$$

L'accélération normale est dirigée vers le centre de courbure au point considéré de la trajectoire. C'est elle qui est responsable des sorties de route lorsque la vitesse scalaire (= le paramètre de célérité) devient trop élevé pour une courbure importante. Elle a pour conséquence de faire sortir le véhicule de la piste si le pilote aborde le virage trop vite.

Dans l'approche proposée, l'accélération normale est purement et simplement ignorée. Puisque nous avons supposé que nous pouvions définir *indépendamment* l'arc spatial d'abord, la célérité ensuite, cela signifie que cette célérité n'a aucune espèce d'influence sur la forme de la trajectoire. L'accélération est ainsi limitée à sa forme tangentielle, qui s'exprime elle aussi comme le produit d'un terme identique à la dérivée de la célérité (= la pente de la courbe, intuitivement identifiée à l'accélération) par un vecteur ne dépendant que de l'arc spatial.

Il est clair que cette méthode est strictement limitée aux applications de type synthèse, pour lesquelles un mobile est supposé ne pas être contraint par les lois physiques de notre monde, et pouvoir se déplacer sur une trajectoire fixée à l'avance à la vitesse que l'animateur désire, sans risquer de sortie de piste.

Elle ne saurait convenir pour une application de simulation. En effet, pour un système réel, il faut tenir compte des lois physiques, et en particulier de l'équilibre des forces respectives, pour restaurer le rôle de l'accélération normale.

La recherche d'une interprétation physique aux paramètres introduits a permis de montrer que la méthode relève exclusivement d'une approche synthèse, puisqu'elle ignore entre autres la force centrifuge, et les conséquences qu'elle exerce sur l'infléchissement de la trajectoire dans les mouvements du monde réel.

II-6 : BILAN

Un modèle original s'appuyant sur la décomposition des caractéristiques spatiales et des caractéristiques temporelles a été proposé pour la description des mouvements. Il nécessite l'introduction indépendante d'un arc spatial, support d'espace d'une trajectoire, et d'un paramètre de célérité assimilable au module de la vitesse, dont

l'intégrale fournit le paramètre d'évolution temporelle en fonction duquel s'exprime l'arc spatial.

Ce modèle présente de grands avantages :

- il peut accepter un grand nombre de types de modèles du fait du peu de contraintes qu'il impose,
- il permet de sélectionner des modèles très différents pour la trajectoire d'espace et la représentation temporelle, par exemple une trajectoire fractale avec un mouvement uniforme, ou une trajectoire très lissée décrite avec une dynamique fractale,
- il respecte la liberté de création de l'animateur et n'oppose pas de freins à son imagination,
- il permet de décrire toutes les dynamiques aussi progressives et aussi originales que l'animateur le souhaite,
- il efface les problèmes de discontinuités et de raccordements, qui provoquent des incohérences détectables visuellement et conduisent au décrochage du spectateur,
- il permet de générer de manière entièrement automatique une séquence complète cliché par cliché, rendant ainsi le système très performant pour l'utilisateur,
- il donne une bonne image mentale du mouvement, parce que les paramètres impliqués sont proches de la manière naturelle, intuitive, d'imaginer un mouvement.

Tous ces points concourent à augmenter l'efficacité du système, qui permet de mesurer la qualité de l'interaction entre l'utilisateur et le système de production d'images numériques animées. De plus, le système optimise ses modes de communication avec l'homme de deux manières :

- au niveau de l'image produite, qui exploite pleinement les caractéristiques du système visuel de l'observateur et tient compte des processus mentaux, dont le rôle est d'élaborer la signification de l'image et/ou de la séquence,
- au niveau de l'interface homme/machine, qui veille à respecter un modèle mental des informations à introduire qui soit le plus intuitif possible, le plus simple à exploiter pour l'animateur dans la phase de conception de la séquence.

I - SPECIFICATION DE LA SYNTHESE D'IMAGES GRACE A L'ANALYSE FONCTIONNELLE 239

II - SYNTHESE DES MOUVEMENTS DANS LES IMAGES CALCULEES 257

III - APPLICATION A LA VISITE VIRTUELLE DE BATIMENTS DISPARUS

IIII-1 : INTRODUCTION 282

III-2 : PRESENTATION DE LA PROBLEMATIQUE 283

III-3 : RECHERCHE DES DONNEES 283

III-4 : STRUCTURATION DE LA BASE DE DONNEES EN VUE DE LA MODELISATION 289

III-5 : CHOIX D'UN SYSTEME ADAPTE 297

III-6 : CONCEPT DE VISITE GUIDEE VIRTUELLE ET SOLUTIONS TECHNIQUES AU PROBLEME DE L'INTERACTIVITE 299

III-7 : BILAN 302

III-1 : INTRODUCTION

L'approche développée dans les paragraphes précédents donne lieu à de nombreux développements et à des applications variées. Un travail important a été fourni concernant la modélisation des textures /NIS 93/, dans le but de reconstituer dans les images de synthèse l'impression visuelle produite par l'aspect des matériaux. Une application particulière a été envisagée concernant les tissus, dans le contexte de la confection textile. L'étude s'est conclue par la soutenance d'une thèse de doctorat /GUN 92/, /GUN 94/, /GUN 95/ (les 3 publications sont fournies dans l'annexe 2).

Citons également un ensemble de travaux contribuant à améliorer la procédure de mélange images de synthèse/images réelles :

- en modifiant les algorithmes de calcul des images de synthèse afin que celles-ci s'approchent de plus en plus en qualité des images filmées, par exemple en ajoutant les propriétés optiques des objectifs de caméra dans le processus de rendu des images de synthèse /WAC 94/,
- en mettant au point des systèmes permettant d'automatiser l'intégration d'images de synthèse dans une scène tournée, par exemple en concevant des procédures permettant la détection automatique, dans la scène filmée, des paramètres nécessaires au calcul des images numériques, tels les paramètres d'éclairement /TRE 94/.

L'image numérique animée reste et restera un axe important de travaux, toujours

sous l'angle privilégié d'une exploitation optimisée des propriétés visuelles et cognitives du spectateur.

Toutefois, cette dernière partie du chapitre présente de manière plus détaillée une application concrète consacrée à la sauvegarde du patrimoine artistique et culturel.

III-2 : PRESENTATION DE LA PROBLEMATIQUE

Ce travail concerne essentiellement les édifices historiques disparus, particulièrement nombreux en France en raison des destructions massives infligées par l'histoire, notamment pendant la Révolution.

Il s'agit de les reconstruire (en respectant le plus fidèlement possible la vérité historique) non pas dans la réalité, mais au moyen d'un dispositif numérique du type synthèse d'images. L'objectif est de permettre à un promeneur quelconque de le visiter en lui en donnant une sensation visuelle aussi proche que possible de la vision réelle du bâtiment dans sa vérité historique. Cette démarche se situe à l'interface des mondes réels et virtuels, puisqu'elle propose de restituer virtuellement des mondes réels disparus, engloutis dans l'histoire et appartenant désormais au patrimoine.

L'originalité essentielle de cet applicatif est de mettre au service de la culture et des arts, et plus particulièrement de la valorisation du patrimoine, **des outils scientifiques dont ce n'était pas la vocation jusqu'alors**. L'ère n'est plus aux bâtisseurs de cathédrales. Les rêveurs se consolent en construisant des cathédrales virtuelles.

III-3 : RECHERCHE DES DONNEES

1) Préambule : éléments de la base documentaire

La première étape de la reconstruction de l'édifice via la machine est sa modélisation. Il s'agit de définir une base de données dont la visualisation, par l'intermédiaire des divers modules algorithmiques, fournit une image proche de la vision historique /MAN 87/.

Deux types principaux de données sont nécessaires, concernant respectivement :

- la géométrie de l'édifice, ses formes et ses dimensions,
- son aspect, c'est-à-dire les matériaux et textures dont il est constitué. Cette seconde catégorie comprend notamment les données de :
  - couleur intrinsèque du matériau,
  - revêtement ou micro-structure : une pierre ou une brique, indépendamment de leur couleur, n'ont pas le même aspect visuel,
  - texture mappée : si nous sommes aujourd'hui habitués à voir les pierres

blanchies, les édifices, et également les meubles, les plafonds, ... étaient souvent peints à l'origine de couleurs vives (chose que nous avons du mal à admettre aujourd'hui). Le décapage et le ravalement sont des travers contemporains, liés aux goûts de notre époque et non au respect de la vérité historique.

Il est nécessaire d'élaborer au préalable une base documentaire, dans laquelle sont rassemblées toutes les données nécessaires. La base documentaire est une préfiguration de la base de données, en ce sens qu'elle contient toutes les informations de la base de données et souvent plus. Mais l'architecture, la structure interne de la base documentaire est beaucoup plus informelle et moins rigoureuse que celle de la base de données, car son organisation n'est pas liée à l'implantation des données dans une structure de machine numérique.

La phase préparatoire au travail de modélisation est donc la constitution de la base documentaire.

2) Gisements de données

Tout d'abord, il convient de répertorier toutes les sources de données utiles. Elles peuvent prendre la forme de :

- gravures, dessins, aquarelles, tableaux...,
- photographies,
- maquettes,
- plans cotés ou à l'échelle,
- ouvrages complets étudiant ou détaillant la construction,
- ouvrages généraux, de l'époque ou postérieurs, parlant de l'édifice, y faisant allusion ou le décrivant,
- ruines ou vestiges lorsqu'il en reste,
- autre construction existant encore, fortement inspirée de l'édifice disparu ou construite en même temps,
- autre construction ayant récupéré des éléments de construction ou de décor provenant de l'édifice disparu,
- éventuellement musées, notamment pour le mobilier ou les accessoires.

Les gisements de données peuvent donc se révéler très divers et leur exploitation fort difficile. Le temps consacré à la recherche de nouvelles sources est prépondérant dans la phase de préparation.

3) Aspect lacunaire ou contradictoire des données

Compte-tenu de la diversité des sources de données possibles, il se pose toujours le problème de la détermination d'un ensemble de données cohérentes dans la base documentaire. En effet deux cas peuvent se produire :

1er cas

Les sources documentaires sont très peu nombreuses et très imprécises.

En 1989, le Laboratoire de Génie Industriel et Logiciel de l'Université de Valenciennes décida de commémorer le bicentenaire en reconstruisant l'abbaye de Fontenelle, entièrement détruite à la Révolution, et située à quelques enjambées de l'actuel campus. Le seul document que nous possédions était une vue extraite des albums de Croÿ, ouvrages fameux constitués de gravures des principaux bâtiments de la Région Nord-Pas-de-Calais. C'est une vue synthétique de l'abbaye qui, comme la plupart des reproductions de l'album, est contractée en largeur. Elle dut donc être utilisée, pour ce qui concerne les données objectives, avec précautions. Il fut malgré tout indispensable d'y faire appel, en particulier pour les bâtiments annexes moins bien connus que l'église et l'aile des moniales.

Bien que les fouilles aient été arrêtées depuis de nombreuses années, il reste des rapports qui aident à connaître les dimensions absolues de certains bâtiments. Ainsi la connaissance de la taille de l'abbatiale donne une idée des dimensions de l'ensemble. L'ultime intérêt des fouilles est de mettre en valeur les matériaux utilisés pour la construction, puisque de nos jours il ne reste rien d'autre que quelques fondations et des amas de pierres de taille quand celles-ci n'ont pas été pillées afin de reconstruire d'autres bâtiments dans le voisinage.

Toutefois, si les observations précédentes, issues essentiellement de relevés au sol, sont qualifiées d'imprécises, que dire des structures verticales en élévation ? Citons le directeur des fouilles : "Une élémentaire probité oblige toujours à bien délimiter le moment où l'on abandonne le sol ferme des preuves assurées pour s'avancer sur le terrain mouvant des nécessaires interrogations".

En résumé, dans ce premier cas, les informations sont très imprécises lorsqu'elles existent, ou complètement lacunaires.

Figure III-19 : *Abbaye de Fontenelle : la vue de l'album de Croÿ.*

2nd cas

Les sources documentaires sont nombreuses.

Dans ce second cas, l'abondance de documents entraîne obligatoirement des divergences dans les estimations quantifiées, nécessaires à la détermination des données à introduire dans le modèle informatique, soit sur quelques points de détail, ou parfois de manière sévère, ce qui rend les diverses sources incompatibles.

Cette difficulté a été rencontrée dans le cas de la reconstruction de l'abbaye St Bertin de St-Omer, pour laquelle on dispose de nombreux plans d'origines diverses, de nombreuses gravures, de deux maquettes consultables au Musée de St-Omer, de plusieurs ouvrages décrivant l'édifice ou les fouilles ainsi que les planches s'y rapportant, et même de ruines encore en place.

Dans l'un et l'autre cas, il s'agit de dégager un ensemble cohérent de données quantifiées pour alimenter la base documentaire.

4) Recours à la connaissance experte

Pour résoudre ce problème, **il est nécessaire de faire appel à la connaissance experte de théoriciens pour lever les indéterminations ou émettre des hypothèses quant aux données manquantes**.

Deux types de professionnels sont alors d'un grand secours :

- l'historien de l'art, dont la connaissance permet de déduire souvent des données qualitatives (matériaux, coloris, esthétique d'ensemble, ornements...),

- l'architecte (par exemple l'architecte des bâtiments de France), plus rompu à manipuler des données objectives et qui aide à la quantification, en particulier des caractéristiques géométriques.

Ainsi, pour l'exemple de l'abbaye de Fontenelle figurent ci-dessous deux propositions de trames verticales déduites des relevés des fondations, compte-tenu des rapports privilégiés constatés dans toutes les abbayes cisterciennes entre les données verticales et horizontales /BOU 67/, /DUB 76/.

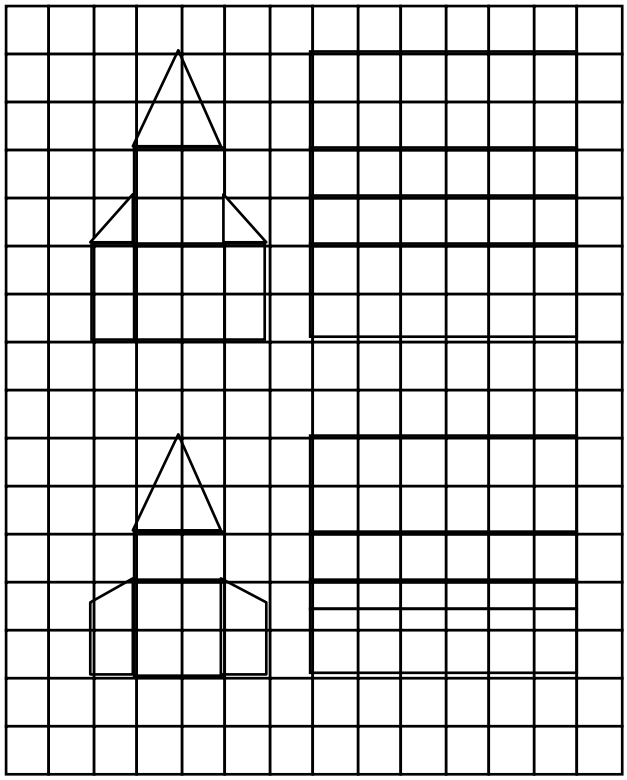


Figure III-20 : *Hypothèses de trames pour l'église de l'abbaye de Fontenelle.*

Les deux experts consultés ont tous deux retenu la seconde (celle du bas dans la figure ci-dessus) comme seule hypothèse valide. Elle conduit à un résultat assez proche de celui de l'album de Croÿ, dont on sait par ailleurs que la perspective est fausse. On peut, à toutes fins utiles, comparer les vues de la figure III-6 et celle de la figure III-19.

L'expert est le seul à même de valider les quantifications numériques incertaines dans le modèle.

5) Apport pour l'expert

Les données figurant dans la base documentaire résultent d'une recherche : celle de l'historien de l'art. **L'image que le processus fournit à l'expert en final ne peut pas être une base de travail dans ses recherches**, car celles-ci lui sont antérieures. En revanche, comme en C.A.O., le processus fournit un bon outil de représentation des concepts et de validation des hypothèses. De plus, cette représentation est en perpétuelle évolution, suivant pas à pas l'avancement des travaux jusqu'à maturité du projet (après nombre de modifications, ajouts...). Enfin, elle permet de visualiser l'évolution dans le temps d'un bâtiment dont l'apparence ou la forme ont pu être modifiées à différentes périodes de son existence (ce qui est aussi une source d'incohérences potentielles de la base documentaire).

Enfin et surtout, la puissance d'évocation de l'image et les différents niveaux de

perception qu'elle occasionne en font incontestablement le moyen de communication le plus naturel et le plus efficace. Elle fournit au chercheur le moyen de percevoir de manière sensible l'objet de ses travaux, au delà de la représentation abstraite. De plus, **l'image finale**, ou mieux encore la visite guidée vers laquelle nous cherchons à tendre, **est le vecteur privilégié de diffusion et valorisation des travaux de l'historien auprès du grand public**.

III-4 : STRUCTURATION DE LA BASE DE DONNEES EN VUE DE LA MODELISATION

1) Préambule : choix d'un modèle de structure

Lorsque tous les éléments de la base documentaire sont réunis, il faut envisager de les organiser de manière à faciliter l'étape suivante de modélisation.

Compte-tenu de la complexité des éléments à saisir, ainsi que le montre la figure ci-dessous qui représente une partie de la façade principale de l'abbatiale St Bertin à St-Omer, il est nécessaire de décomposer le problème d'ensemble en sous-problèmes plus simples.

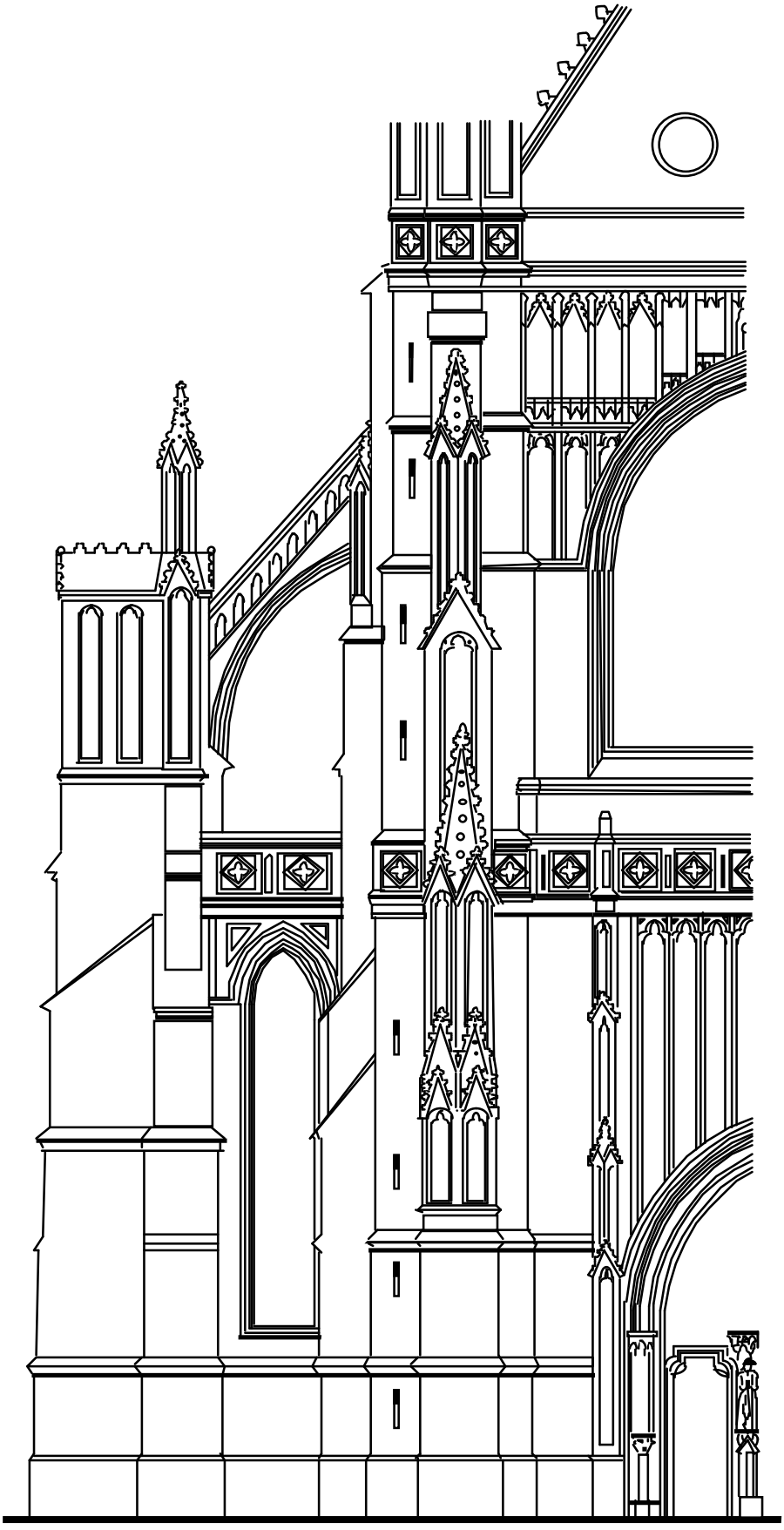


Figure III-21 : *Façade de l'abbatiale St Bertin à St-Omer : vue partielle.*

Il importe d'effectuer un choix optimal pour le modèle qui supporte la décomposition : son efficacité conditionne une préparation correcte de la phase de modélisation.

2) Décomposition arborescente

Le processus le plus adapté à la résolution de ce type de problème est la décomposition arborescente hiérarchique descendante, qui procède par raffinements successifs.

Le modèle de structure est donc un arbre. La racine de l'arbre est l'édifice complet. Il est décomposé en un ensemble de branches, sous-parties dont l'assemblage conduit à la restitution de l'édifice en entier. Par conséquent, les noeuds de l'arbre sont constitués de procédures, que nous appelons "assemble", comportant les fonctionnalités suivantes:

1) positionnement des deux parties correspondant aux deux branches l'une par rapport à l'autre,

2) assemblage en un tout unique.

Le résultat de l'opération d'assemblage dépend du modèle morphologique implanté dans le logiciel retenu. En effet, soit il ne s'agit que d'une simple juxtaposition, et l'"assemble" est une opération de structuration hiérarchique formelle, permettant de manipuler un ensemble d'éléments de manière globale, soit il y a réellement opération de fusion des deux éléments, au sens booléen des opérations topologiques, et il reste en final un objet unique dans lequel les deux composantes ont disparu (approche de type C.S.G. /CAR 85/).

La décomposition arborescente hiérarchique descendante de chaque niveau intermédiaire se poursuit jusqu'au niveau des feuilles, qui sont des éléments modélisables en un seul "geste" informatique dans le logiciel. Ce n'est que sur les feuilles qu'apparaissent les informations quantifiées. Les figures suivantes présentent la décomposition en profondeur de l'abbaye jusqu'aux piliers porteurs de l'abside de l'abbatiale St Bertin.

Les procédures "assemble" sont notées Ⓤ .

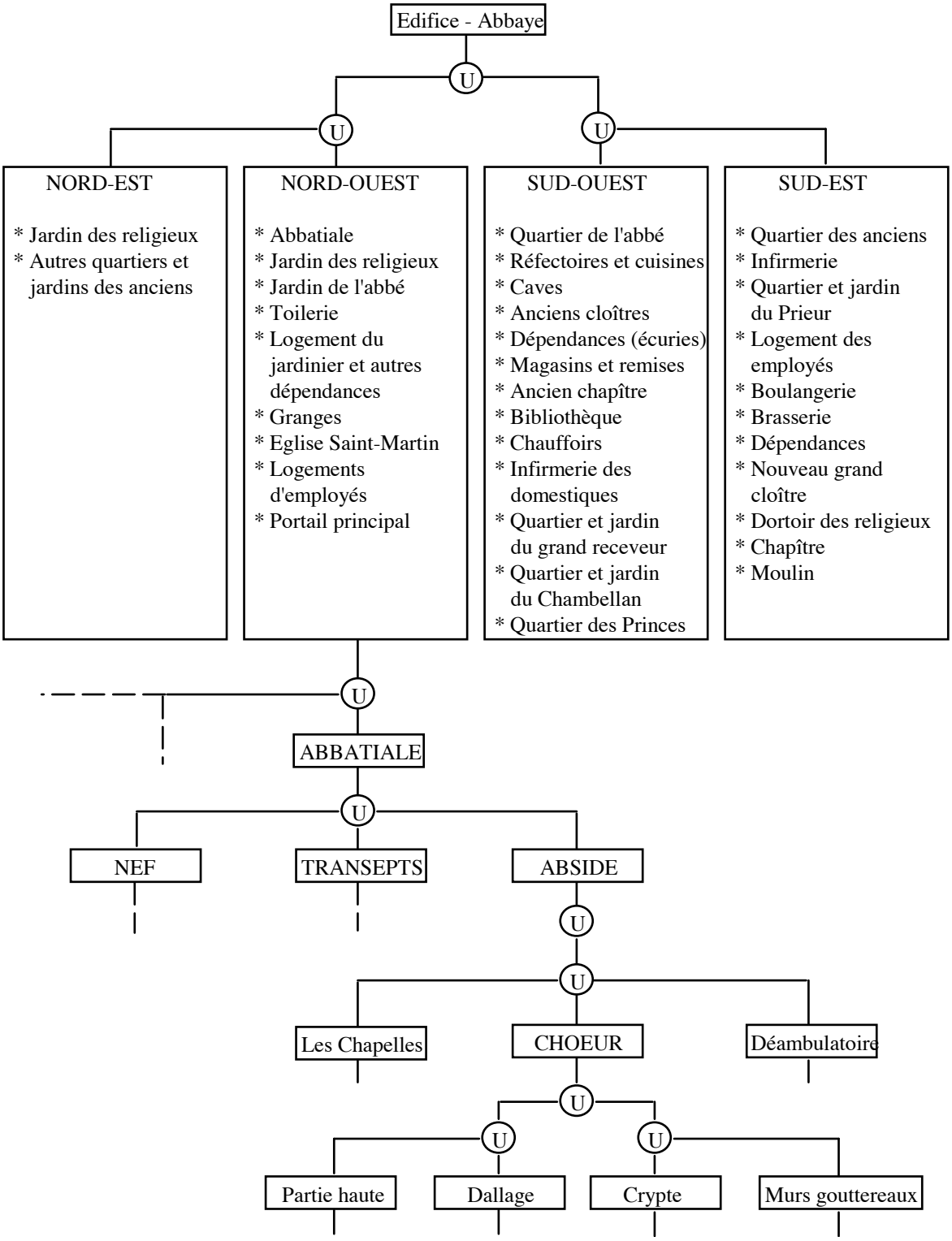
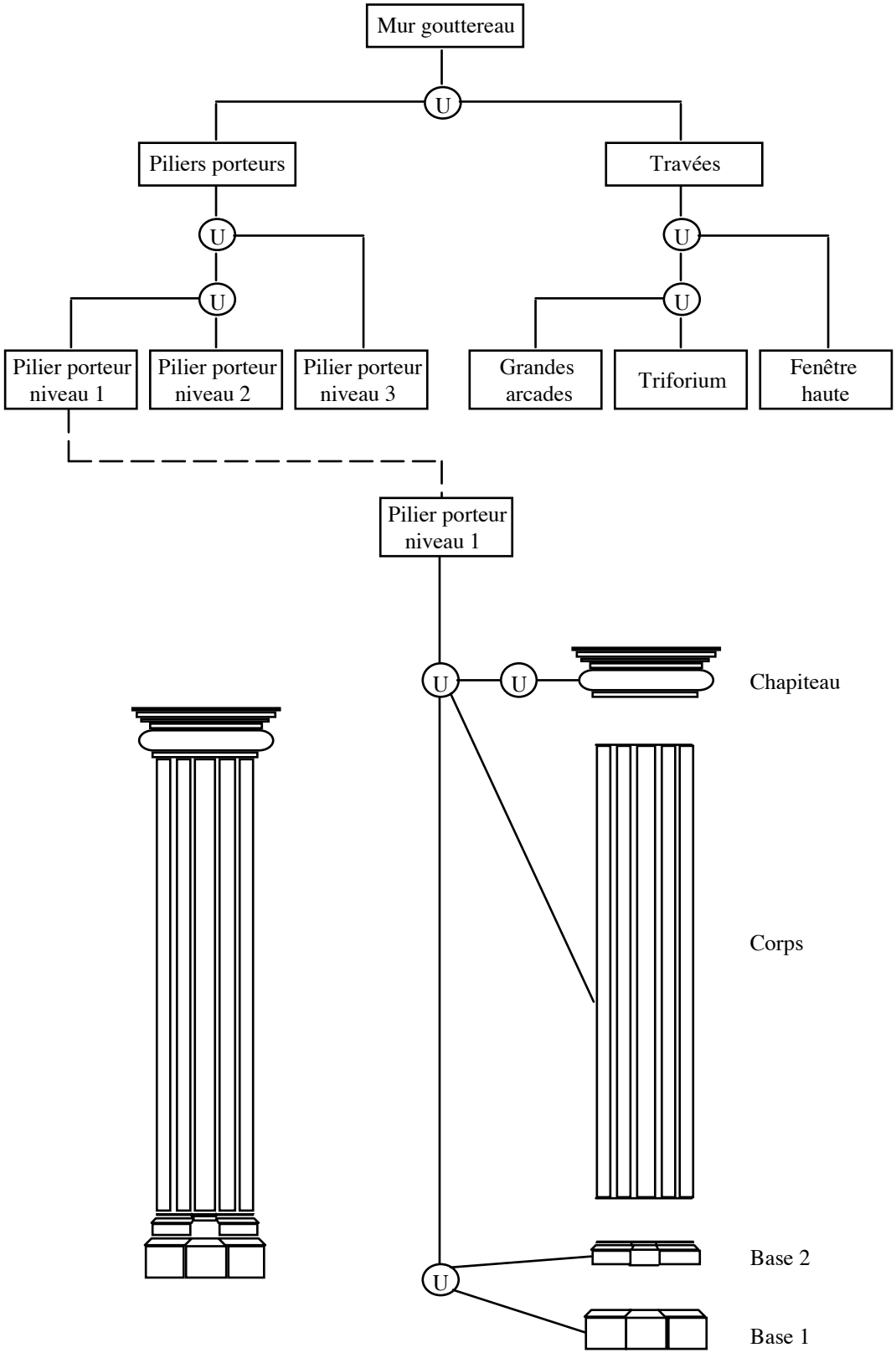


Figure III-22 : *1er niveau de décomposition de l'abbaye St Bertin.*



U Loi de composition signifiant ASSEMBLE

Figure III-23 : *Décomposition en profondeur jusqu'aux piliers porteurs.*

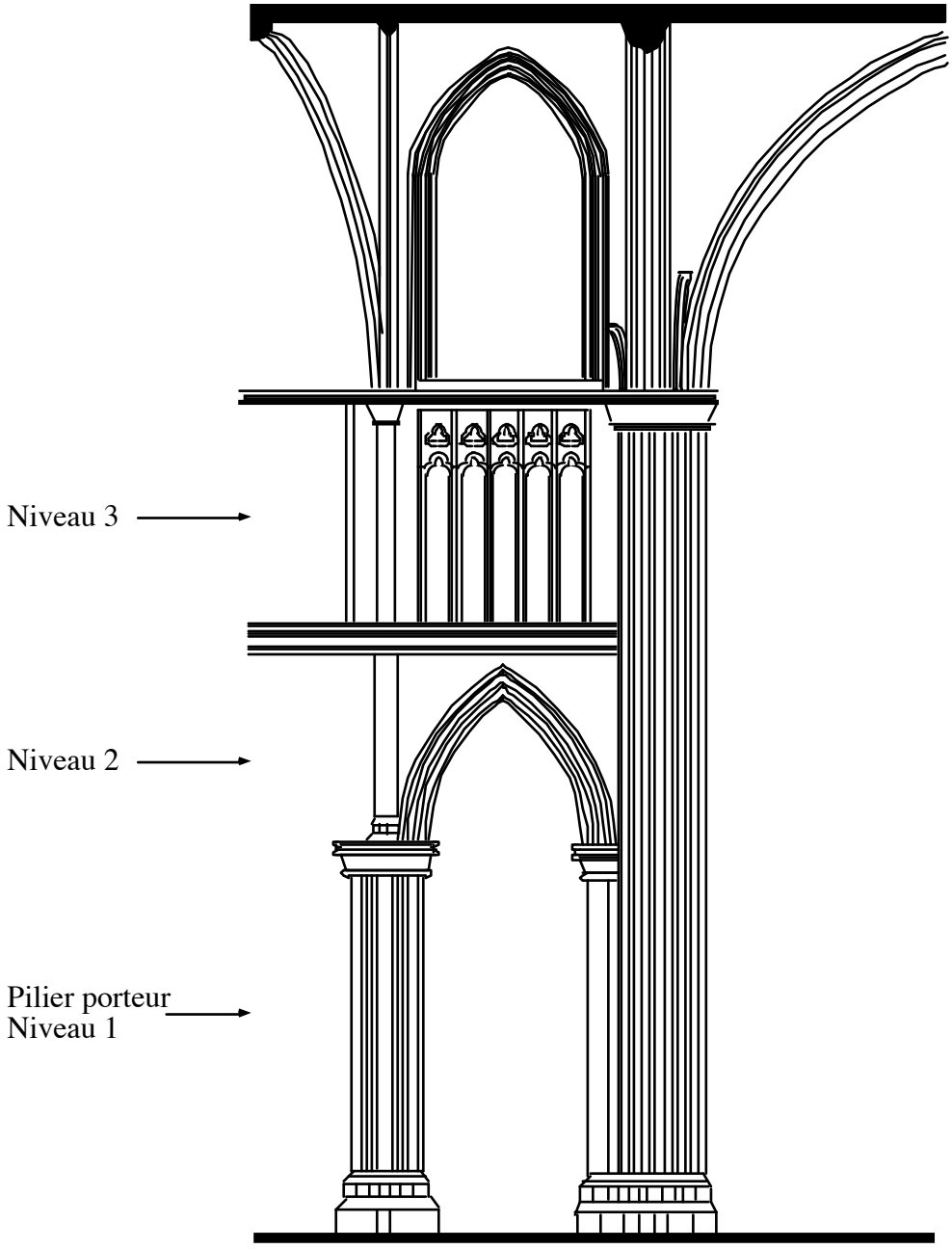


Figure III-24 : *Les piliers porteurs de l'abbatiale St Bertin.*

Cet exemple très partiel donne une idée approximative de la dimension de l'arbre complet.

3) Répétitivité et problème du niveau de détail

Cet exemple emprunté à l'art gothique permet d'observer que l'abbatiale est construite en grande partie au moyen de sous-ensembles simples répétés un nombre donné de fois. Ceci est plus particulièrement mis en évidence sur le plan de la figure ci-dessous.

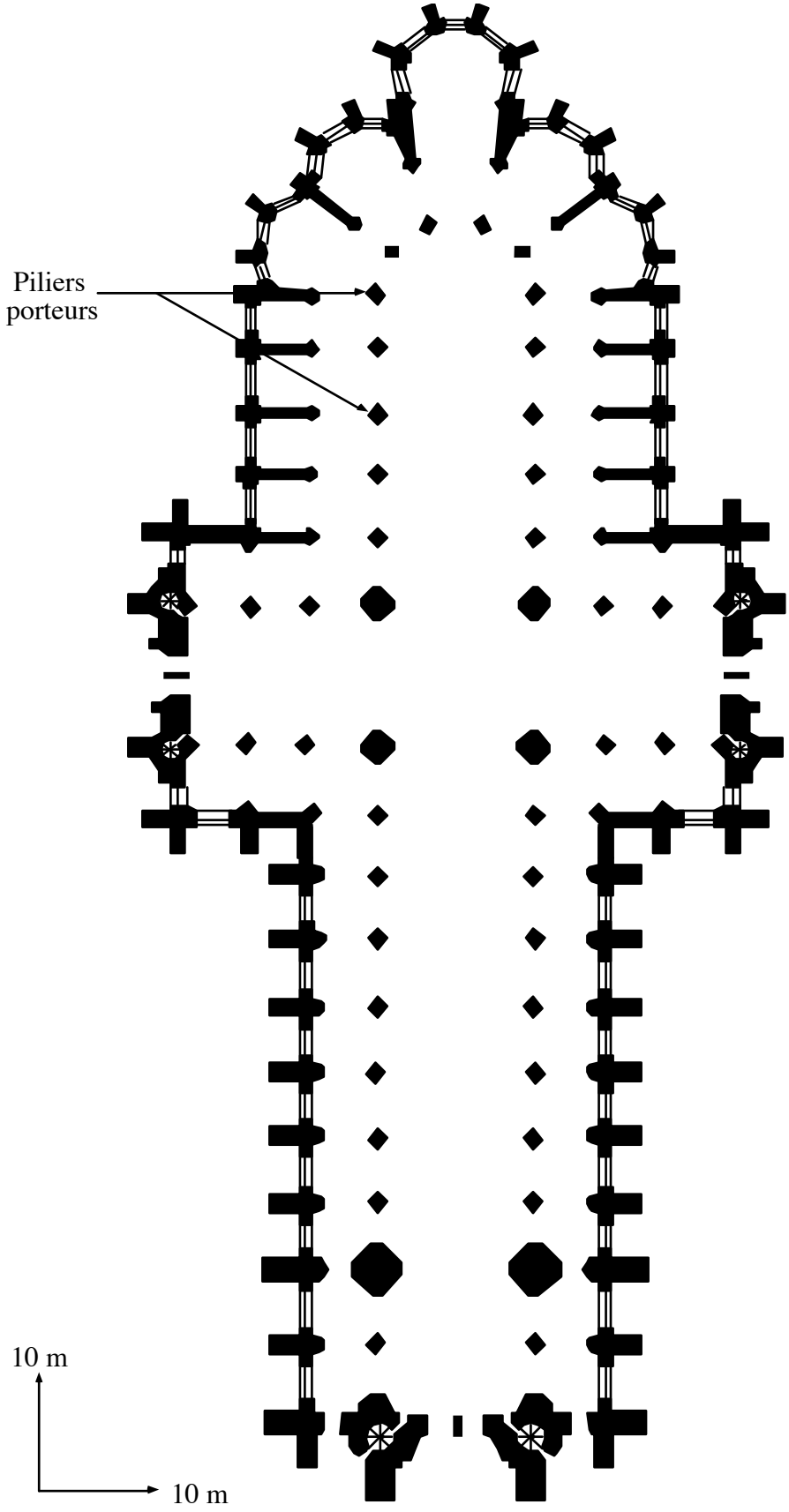


Figure III-25 : *Plan au sol de l'église abbatiale.*

En effet une opération d'assemble sur un pilier porteur et une travée fournit un mur gouttereau. Ce mur gouttereau est répété 13 fois tout autour de l'abside. Cette remarque conduit à introduire une seconde procédure dans l'arbre, appelée "duplique", comportant les fonctionnalités suivantes

1) copie d'un niveau intermédiaire de la structure n fois,

2) positionnement respectif de chacune de ces n copies,

3) assemblage en un tout unique.

Cette opération sera notée : $U \otimes n$

Cette seconde procédure est primordiale pour tenir compte du principe de répétitivité des modules, principe de construction très présent dans un très grand nombre d'édifices, et en particulier ceux d'inspiration gothique. Sa mise en oeuvre est présentée dans la figure suivante.

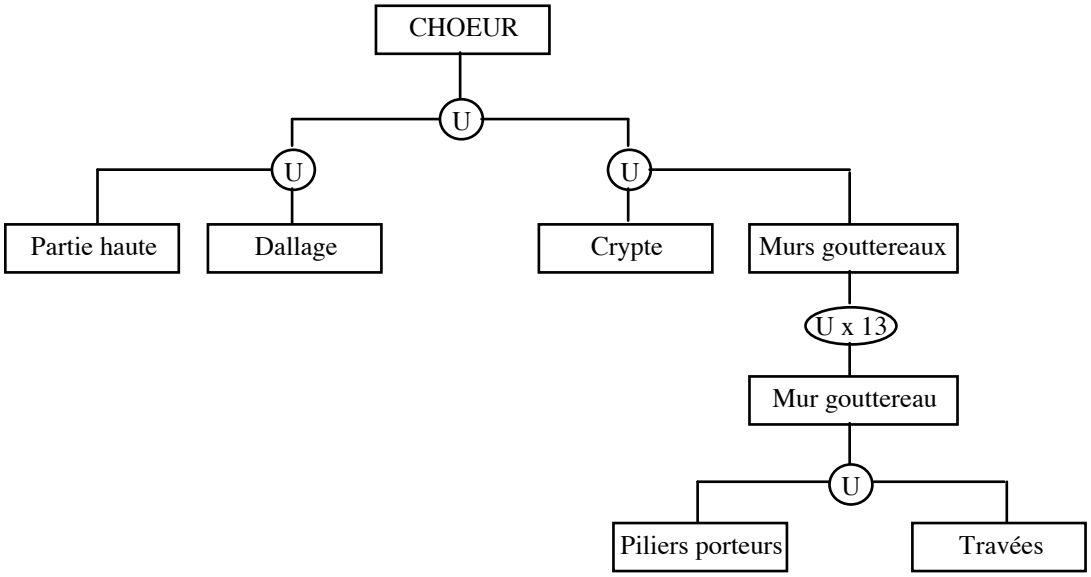


Figure III-26 : *Un extrait de l'arbre de décomposition comportant "duplique".*

Il convient de remarquer que, dans la réalité, la répétitivité n'est pas absolue. En effet les détails sont bien souvent différents d'un module à l'autre. Par exemple, les chapiteaux des piliers portent des sculptures dont on trouve rarement deux exemplaires identiques. De même, les grandes fenêtres des travées contiennent des vitraux tous différents les uns des autres. Il est nécessaire que le niveau de détail souhaité soit fixé dès le départ, lors de la détermination du cahier des charges initial. Car un changement

de niveau en cours de travail peut conduire à une refonte complète de la structure arborescente, par transformation de procédures "duplique" en n "assemble" (deux piliers sont en effet identiques si on ne tient pas compte des détails du chapiteau, ils sont différents si on tient à conserver la spécificité des sculptures).

Bien entendu, **plus le niveau de détail souhaité est grand, plus la structure, et donc la quantité de données implantées en machine, est volumineuse**.

4) Remarque

Parvenu au niveau des feuilles de l'arbre, le choix d'une méthode de création de ces feuilles nécessite la connaissance des fonctionnalités dont dispose le logiciel utilisé. En effet certains éléments demandent éventuellement un niveau de décomposition supérieur en fonction des méthodes disponibles ou non dans le système (construction prismatique, symétries, chanfreins, etc...).

III-5 : CHOIX D'UN SYSTEME ADAPTE

1) Préambule : problématique

Une fois détaillée la structure, il s'agit de la restituer sur un système de synthèse d'images, en commençant par le bas, i.e. les feuilles, et en remontant l'arborescence jusqu'à sa racine.

Le choix de la machine à utiliser, et surtout du logiciel retenu, qui lui est très lié, intervient ici de manière déterminante. Car c'est de ce choix que dépendent :

1) le temps nécessaire à la modélisation de l'édifice qui découle de l'efficacité du logiciel retenu,

2) le temps nécessaire au calcul de chaque image, lié au choix de l'algorithme de rendu et éventuellement à l'existence en machine de processeurs câblés ou micro-programmés,

3) la qualité de l'image finale.

Le choix de la solution technique adéquate procède des méthodes d'analyse de la valeur.

2) Logiciels d'architecture

La première éventualité à envisager concerne l'utilisation des logiciels d'architecture.

Les logiciels d'architecture actuellement présents sur le marché sont optimisés par rapport aux méthodes actuelles de construction /GUE 88/. Ils mettent par exemple l'accent sur le mode de raccordement d'une fenêtre sur un mur, détaillent les joints

d'isolation intermédiaires, etc... Mais les formes extérieures pouvant être simplement décrites sont très géométriques (murs droits, ouvertures rectangulaires, courbes décomposées en portions planes, etc...).

Finalement, ils ne sont pas du tout adaptés au cas des constructions anciennes. Peu d'entr'eux permettent par exemple la modélisation du corps de pilier porteur présenté ci-dessous, entièrement constitué de portions de cercles de rayons distincts raccordés les uns aux autres de manière tangentielle.

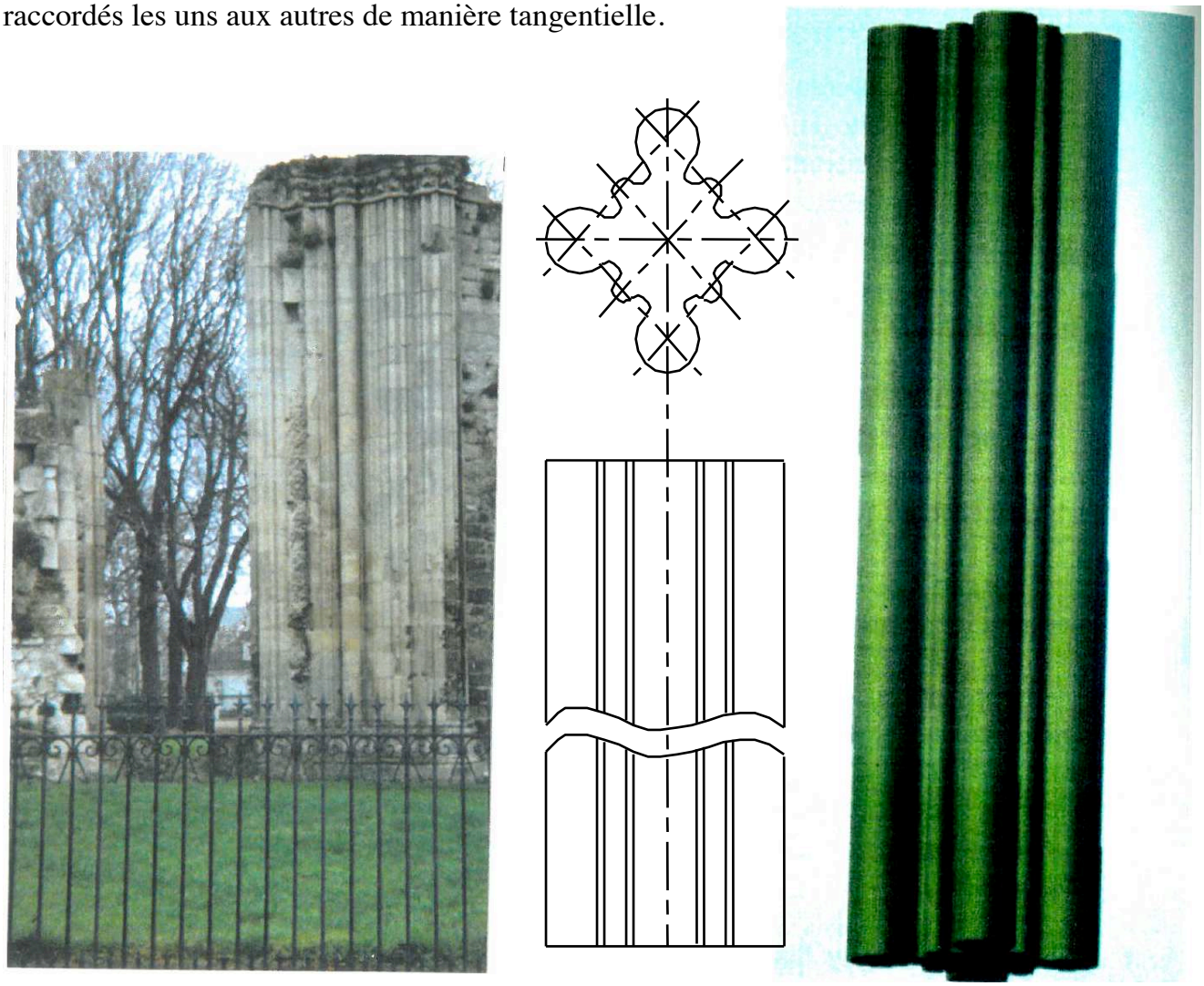


Figure III-27 : *Corps du pilier porteur : faisceau de colonnettes.*

Les logiciels d'architecture s'avèrent ainsi inefficaces pour l'application envisagée.

3) Logiciels généraux

La seconde éventualité correspond au choix de logiciels généraux.

Les logiciels généraux répondent mieux au cahier des charges de notre application. En effet, l'absence complète de spécialisation garantit l'existence de fonctionnalités permettant de mener à bien le travail à effectuer.

En revanche, ils disposent sans doute d'une quantité de routines qui ne seront pas exploitées. Il y a donc surdimensionnement des capacités de l'outil par rapport à l'application, ce qui entraîne inévitablement une certaine lourdeur à l'exploitation.

Les logiciels généraux répondent aux fonctions de service à remplir, mais n'optimisent pas la valeur finale car ils sont sur-dimensionnés par rapport aux besoins.

4) Eventualité d'un logiciel spécifique

La solution optimale du point de vue de l'utilisateur serait bien entendu un logiciel spécifique, optimisé pour l'application, dont on aurait retiré toutes les fonctionnalités inutiles.

Toutefois, le développement d'un logiciel spécifique est très coûteux en temps homme/machine. Par conséquent, il n'y a matière à s'orienter vers cette solution que si le volume d'applications à mettre en place garantit la rentabilité de ce choix.

Les applications développées au L.G.I.L. l'ont été sur machine IRIS de Silicon Graphics, logiciel Explore de T.D.I., logiciel Soft 3D de Softimage.

Un logiciel spécifique ne garantit un accroissement de la valeur que si le volume d'applications à traiter permet d'amortir les coûts de développement.

III-6 : CONCEPT DE VISITE GUIDEE VIRTUELLE ET SOLUTIONS TECHNIQUES AU PROBLEME DE L'INTERACTIVITE

1) Préambule : principe de la visite virtuelle

Le principe de la visite virtuelle consiste à produire une animation (au sens défini au paragraphe précédent) **restituant la vision qu'aurait eue un vrai promeneur dans ou autour de l'édifice**. Il s'agit donc d'animer la scène dont toutes les données ont été saisies dans les étapes précédentes.

On exclut volontairement, pour le moment, le cas d'une animation des paramètres de la scène elle-même, par exemple un rayon de soleil filtrant à travers un vitrail et modifiant temporairement les conditions d'éclairement de l'abbatiale. On suppose que les sources lumineuses ont été définies une fois pour toutes et n'évoluent pas. La visite s'effectue entièrement en lumière du jour ou entièrement aux chandelles.

Les éléments des bâtiments eux-mêmes n'étant ni déformables, ni déplaçables, on peut donc se limiter en première approche à un type d'animation unique : une évolution des paramètres d'observation en fonction du temps, que nous avons appelé

mouvement de caméra dans le paragraphe II.

Deux types de données peuvent varier :
- la position de l'observateur définie par ses trois coordonnées spatiales (x_P,y_P,z_P) : le promeneur se déplace,
- la direction de son regard, définie par les trois composantes du vecteur "visée" (V_x,V_y,V_z) : le promeneur tourne la tête ou les yeux.

Pour obtenir une séquence de visite virtuelle, il faut définir la valeur de ces six paramètres pour chaque échantillon de temps pris tous les 1/25ème de seconde dans un intervalle (t_I,t_F) fixé au préalable. **A chaque échantillon, il faut calculer la portion de scène vue, puis effectuer le rendu pour obtenir une visualisation réaliste**.

2) Parcours unique

Le premier type de visite guidée virtuelle est qualifié de "parcours unique". Dans ce cas, **la série des valeurs de paramètres a été prédéterminée**. Le parcours est fixé de manière rigide par le guide. C'est le programmeur qui en fait le choix. Il n'y a aucune interactivité pour l'utilisateur.

La solution la moins coûteuse techniquement consiste alors à transférer les images numériques aussitôt calculées dans une machine numérique type Abekas A60, qui les stocke temporairement dans une mémoire de grande dimension, jusqu'à concurrence de trente secondes d'images animées, puis les envoie sur une régie qui permet de les assembler en un montage vidéo numérique ou analogique.

La visite guidée virtuelle finale est disponible sous forme de film vidéo via un moniteur. Au moment du montage vidéo, on a pu y adjoindre des effets sonores pour augmenter le réalisme de la visite guidée.

La visite en parcours unique exclut l'interactivité au cours de la visite.

3) Choix de parcours

Une alternative consiste à proposer au promeneur, à plusieurs niveaux de sa visite, **un choix entre plusieurs possibilités de parcours pré-programmés**. Il y a donc interactivité puisque l'utilisateur est sollicité fréquemment pour opérer des sélections. Il y a aussi multiplicité des parcours possibles, avec réutilisation des mêmes images à des moments indéterminés, dépendant des choix interactifs du promeneur.

La contrainte d'interactivité impose la solution technique suivante. Il convient de :
- calculer toutes les images nécessaires à tous les choix de parcours possibles,
- les constituer en base de données images, par exemple sur disque optique numérique, appelables par l'intermédiaire d'un système gestionnaire de base de données,
- créer une interface homme/machine qui permette au promeneur d'effectuer ses choix. Les informations sont alors transmises au SGBD qui sélectionne les images et les

restitue à l'utilisateur.

Ici encore, la base de données peut contenir à la fois des images et des sons, tous gérés par le serveur en interactif.

Les performances d'une telle configuration, en particulier au niveau temps de réponse, sont encore tributaires des progrès de la technique. Bien entendu, il serait souhaitable de parvenir à du quasi temps réel, ce qui va sans doute nécessiter d'optimiser les algorithmes de compression/décompression et les codages.

La structure d'une visite à choix de parcours procède d'une interactivité gérée par une arborescence.

4) Visite libre

L'hypothèse la plus favorable serait la visite non plus guidée, mais libre, où le promeneur choisit à chaque instant en interactif sa position et la direction de son regard.

Il faut imaginer une interface spécifique de saisie de ces informations. Par ailleurs, les possibilités de choix étant infinies, il n'est plus envisageable de précalculer les images correspondantes et de les stocker. Il est donc indispensable ici de prévoir un dispositif de synthèse d'images qui calcule chaque vue et la restitue en temps réel, c'est-à-dire tous les 1/25ème de seconde.

De tels systèmes existent, par exemple sur les simulateurs de conduite de véhicules où l'image évolue en temps réel en fonction des commandes du pilote. Mais les contraintes techniques sévères de ces systèmes nécessitent le recours à des configurations spécifiques dans lesquelles presque toutes les opérations sont câblées, en particulier toutes celles qui concernent le rendu et la détermination des intensités colorées en chaque point, procédures les plus consommatrices de temps de calcul. Seul le calcul de la portion de scène vue à chaque instant est maintenu au sein de la structure logicielle. Bien entendu, cette solution la plus riche est aussi la plus coûteuse.

Il est possible également d'effectuer un rendu en temps réel sur les machines graphiques du marché. Dans ce cas, le degré de réalisme est pénalisé par les limitations de la puissance de calcul. Nul doute cependant que, les performances des matériels allant toujours croissant, nous pourrons disposer de telles capacités sur notre micro-ordinateur personnel dans quelques années.

La visite libre est certainement la solution de l'avenir, lorsque les performances accrues des matériels permettront d'atteindre le rendu réaliste en temps réel.

III-7 : BILAN

L'expérience acquise au travers trois réalisations (dont deux très importantes), a permis de proposer une méthodologie opérationnelle de reconstruction d'édifices disparus. Celle-ci passe par :

- la constitution d'une base documentaire,
- son organisation en une structure, pour laquelle un modèle de décomposition arborescente hiérarchique descendante a été retenu,
- son implémentation dans un système de synthèse d'images adapté.

En ce qui concerne la visite elle-même, c'est-à-dire la détermination de séquences animées dans l'édifice, toutes les solutions existent techniquement, quel que soit le degré d'interactivité souhaité.

Il convient d'effectuer une évaluation du rapport performances/coûts de chacune des solutions proposées, après les avoir optimisées, c'est-à-dire procéder à une analyse de la valeur par rapport au cahier des charges résultant de l'analyse fonctionnelle. L'applicatif étant destiné au secteur de la culture et des arts, il n'intervient pas de notion de rentabilité réelle de tels produits dans nos sociétés actuelles, mais plutôt des volontés politiques qui déterminent les investissements financiers consacrés à la diffusion de la culture et à la valorisation du patrimoine. Les critères de "succès" auprès du public sont également déterminants dans le choix définitif d'une technologie supportant le concept.

Les perspectives de prolongation des travaux concernent l'optimisation de l'effet de monde virtuel, par utilisation d'autres supports de transmission de l'information que l'image plane (image en relief, holographie, simulation des parfums, des sons, du toucher...). L'amélioration du résultat actuel passe également par un accroissement des performances de la synthèse d'images, par exemple avec la définition d'un système permettant de modéliser simultanément et de manière intégrée les bâtiments et leur contexte naturel (végétation, nuages, cours d'eaux, etc...).

CHAPITRE 3 : CONCLUSION

Ce chapitre a présenté de manière synthétique un ensemble de travaux relatifs à l'image de synthèse animée.

La perspective adoptée d'emblée intègre les processus de perception et de décodage des données de la part de l'individu récepteur. L'originalité de l'approche synthèse consiste dès lors à tenir compte de ces processus dès la conception de l'image. Cela modifie notoirement les fonctions à remplir, et donc le cahier des charges résultant de l'analyse fonctionnelle en phase initiale de conception.

Le concept de synthèse, appliqué à l'animation, a permis de proposer un modèle original destiné à la conception de séquences animées de synthèse. Ce modèle, fondé sur une décomposition spatiale et temporelle de l'espace d'état des paramètres, résulte de travaux antérieurs maintenant un peu anciens. Il permet, conformément à l'approche synthèse, de dépasser la simple simulation des lois naturelles régissant le monde physique de la réalité. Il offre ainsi au concepteur des possibilités expressives infinies, usant des processus cognitifs du spectateur pour convertir une vision métaphorique en un sens fort.

Une publication, /LEL 86b/, a pu ainsi décrire efficacement, grâce à ce modèle, les déformations d'une balle qui s'ovalise en hauteur dans sa chute pour traduire l'idée de vitesse, qui s'ovalise en largeur pour figurer l'écrasement au sol et la violence du choc, puis à nouveau s'ovalise dans l'autre sens en redécollant pour exprimer l'énergie du rebond.

Le modèle proposé rend plus efficace les interactions entre l'homme et le système de production d'images, à la fois pour le concepteur et pour le spectateur.

Enfin, l'application de la synthèse d'images à la reconstitution numérique de bâtiments historiques disparus a permis de fournir des outils nouveaux, de technologie avancée, à la diffusion de la culture et des arts.

CHAPITRE 4

STRATEGIE DE CONDUITE DE PROJET

POUR LA CONCEPTION DES DOCUMENTS

INTERACTIFS ET/OU DE REALITE VIRTUELLE

CHAPITRE 4 : INTRODUCTION

Nouvelles technologies, multimedia, interactivité, télévision numérique, autoroutes de l'information, hyperdocuments... Le vocabulaire abonde à propos de la mutation technologique que vit le monde de l'image. Toutefois de nombreuses imprécisions dans l'utilisation de ces termes conduisent à la confusion.

L'informatisation du monde de l'audiovisuel, commencée il y a peu de temps, est quasiment totale, et en tous cas irréversible. L'introduction massive de la numérisation et de la gestion des informations par un calculateur, pour tout un ensemble de niveaux de traitement différents, est désignée généralement par l'appellation "nouvelles technologies de l'information et de la communication". Il convient de répertorier les nouvelles fonctionnalités et les nouveaux usages qui se cachent derrière cette couverture.

Ce qu'il est convenu d'appeler "les nouvelles technologies" dans le domaine de l'information et de la communication ne désigne rien de plus que l'informatisation des processus correspondants. Cela introduit toutefois la notion capitale d'interactivité, qui bouleverse les comportements de l'utilisateur face à l'application médiatisée. Ce changement de technologie provoque des mutations tant dans les méthodes de travail que dans les usages. Un désordre généralisé, conceptuel et terminologique, s'installe à ce propos, fortement amplifié par les media. Il s'agit tout d'abord de tenter une classification dans cet embrouillamini.

Si un film classique, linéaire et séquentiel, proposait auparavant un seul montage d'images, une application interactive permet désormais d'accéder à un ensemble de montages (au sens d'associations diverses d'éléments) dont la séquence d'occurrences successives n'est pas déterminée à l'avance. Ce principe général peut adopter des réalisations concrètes très variées, depuis le choix parmi un ensemble prédéterminé de parcours linéaires assez "classiques", jusqu'à la simulation programmée des évolutions d'un monde virtuel, non nécessairement déterministe, prévisible, ni conforme au monde physique de la réalité.

Cette nouvelle contrainte comporte deux grandes difficultés. D'une part, l'élaboration d'un scénario non-linéaire complexe nécessite une nouvelle écriture. Or, il n'existe pas d'outil d'aide à ce nouveau type d'écriture : le scénariste écrit donc un scénario non-linéaire comme il écrivait un scénario linéaire, de type cinématographique (sauf peut-être dans le domaine du jeu interactif où l'apparition d'une nouvelle culture a été la plus rapide). Il apparaît clairement que, sans outil dédié à cette tâche, les spécificités de la non-linéarité peuvent rapidement empêcher une vision globale du scénario lors de sa conception.

La deuxième difficulté concerne la transformation du scénario écrit par le scénariste en un scénario informatique, écrit cette fois par le développeur informaticien. Comment respecter parfaitement les spécifications du scénario de départ, tout en gérant les contraintes technologiques liées au medium utilisé? Comment réaliser une structure informatique aussi complexe, qui soit en même temps modifiable à tout moment, et ceci de manière souple? Il s'avère qu'il n'existe actuellement aucun outil permettant de réaliser ces scénarii informatiques. Des logiciels de gestion de bases de données sont utilisés pour stocker images, textes, sons, etc... Les langages-auteurs ne sont pas plus que des outils d'assemblage permettant d'associer les données stockées dans des structures figées. Rien ne répond, aujourd'hui, aux besoins de la création d'applications interactives à un niveau conceptuel.

Les problèmes de conception évoqués ci-dessus se ressentent souvent à l'exploitation des applications. Rappelons que l'un des buts principaux de ces applications est que l'utilisateur se sente véritablement immergé dans le monde à l'intérieur duquel il navigue. Le facteur déterminant est moins l'efficacité ou la réussite de la tâche que l'utilisateur effectue, que la crédibilité que l'application, en tant que mise en scène, va avoir à ses yeux. Aussi, la qualité et la complexité du scénario informatique est un élément des plus importants dans cette approche. C'est en partie le reproche que l'on peut adresser à la plupart des applications existantes sur le marché : les scénarii sont souvent simples et figés. Ils se résument parfois à de simples choix entre plusieurs séquences linéaires classiques.

Pour toutes ces raisons, une réflexion concernant l'élaboration d'un scénario de document non-linéaire et la relation scénario/produit s'avère nécessaire. L'objectif est triple :

- d'une part, donner, dans un premier temps, des moyens au scénariste pour concevoir un scénario non-linéaire de la manière la plus claire possible, en se réservant la faculté d'envisager tous les possibles et, par là-même, de ne pas limiter son imagination créatrice,
- d'autre part, faciliter un développement informatique qui réalise exactement toutes les spécifications du scénario précédemment construit, tout en étant aisément modifiable,
- enfin, cet outil doit résoudre les problèmes de coûts de production engendrés par un allongement conséquent de la durée du cycle de conception/réalisation, allongement dû essentiellement à des pertes d'efficacité.

Dans le cadre de la problématique centrale présentée ici, le propos n'est pas de répertorier les différentes formes antérieures ou actuelles de scénario, ni de participer aux très nombreuses recherches en cours concernant la générativité, l'écriture automatique, le scénario généré par ordinateur, etc. Conformément aux objectifs qualité qui ont guidé l'ensemble du travail, il s'agit d'envisager la nature (forme, contenu, syntaxe, ...) des documents écrits accompagnant le cycle de vie du produit à

naître. On sait par ailleurs que ces documents garantissent la traçabilité des opérations, la communication entre acteurs participant à la réalisation du produit, et plus généralement la maîtrise qualité du processus global. En ce sens, l'existence d'un concepteur humain à l'origine de la création est un préalable qui ne sera jamais remis en cause. De même, il n'est pas question d'imposer des structures bridant la créativité, mais au contraire de rechercher des modes de représentation de la pensée créatrice qui lui laissent toute liberté de s'exprimer.

Pour ce faire, il faut tout d'abord redéfinir de manière précise toutes les étapes qui jalonnent la transformation de l'idée en un produit fini. L'extraction des connaissances acquises à travers l'expérience de la production cinématographique conduit à structurer les différentes phases et à les articuler au sein d'un programme conformément à l'approche qualité.

Une attention particulière est ensuite portée au processus évolutif correspondant à la conception pure. Le scénario constitue le modèle du produit, dont l'apparence se transforme et évolue au fur et à mesure que le processus progresse de l'analyse préliminaire vers l'ingénierie. Là encore, la réflexion s'appuie sur une étude approfondie des différentes formes du scénario cinématographique.

Enfin, à partir des "bases de connaissance" obtenues, exprimées dans le langage propre à la scénarisation audiovisuelle, on peut proposer un modèle conceptuel adapté à la représentation de scénario non-linéaire. Ce modèle est au surplus intégrateur, car le scénario classique n'en est qu'une instance particulière.

I - OPTIQUE PROGRAMME POUR LA CONCEPTION DES PRODUITS D'INFORMATION

I-1 : INTRODUCTION 310
I-2 : GESTION DU CYCLE DE VIE D'UN PRODUIT D'INFORMATION 311
I-3 : CYCLE DE VIE DU PRODUIT CINEMATOGRAPHIQUE 316
I-4 : MULTIPLICITE DU SCENARIO 322
I-5 : BILAN 327

II - SCENARIO ETENDU POUR LA MODELISATION CONCEPTUELLE DES HYPERDOCUMENTS 330

III - SCENISTIQUE : DEFINITION D'UNE METHODOLOGIE D'AIDE A LA CONCEPTION DE DOCUMENTS 349

I-1 : INTRODUCTION

Le chapitre préliminaire a établi les éléments nécessaires à la maîtrise qualité d'un programme. Il a fondé les grandes lignes d'une stratégie de conduite de projet pour la conception et la réalisation d'un produit quelconque.

Le présent travail concerne l'établissement d'une méthode conforme à ces directives, normalisées pour la plupart d'entre elles, dans le cas précis d'un produit d'information.

Le chapitre 2 a été entièrement consacré à l'étude de la phase initiale du programme, à savoir l'analyse fonctionnelle. Il a proposé une méthodologie permettant une détermination exacte des fonctions de service susceptibles de figurer dans le CdCF (Cahier des Charges Fonctionnel). Celle-ci repose sur la modélisation systémique du récepteur. Outre les fonctions de service principales, les fonctions de service secondaires et les contraintes complètent l'expression du juste besoin, qui finalise l'analyse fonctionnelle.

Le chapitre 3 a utilisé l'analyse fonctionnelle dans le contexte applicatif des images calculées, montrant que son exploitation rigoureuse conduit à opposer les approches simulation et synthèse. Les divergences et les spécificités apparues en termes de fonctions de service et critères d'évaluation, ont permis de proposer un modèle particulièrement adapté à la synthèse des mouvements. La recherche d'une interprétation physique pour les variables manipulées montre leur inexactitude en

regard des modèles classiques en dynamique newtonienne, les rendant inexploitables dans un contexte de simulation.

Ainsi les chapitres précédents se sont attachés exclusivement à l'analyse fonctionnelle, l'un pour définir une méthode permettant de construire le CdCF dans le cas général, l'autre pour mettre en exergue les conséquences de l'utilisation rigoureuse de cette méthode dans le cadre applicatif des images calculées. Le soin apporté à l'étude de l'analyse fonctionnelle se justifie par l'importance de celle-ci pour la maîtrise qualité du programme. En effet, la qualité étant l'aptitude à satisfaire les besoins exprimés ou implicites, la justesse de l'expression du besoin conditionne définitivement les performances qualité du produit réalisé, ainsi que l'augmentation de sa valeur.

Cette partie vise à étendre l'étude aux autres phases du programme. Elle se propose donc d'examiner l'adaptation de la stratégie de conduite de projet générale au cas du produit d'information. Elle envisage la maîtrise qualité du cycle de vie du produit d'information. La comparaison avec les usages de l'industrie cinématographique, où 100 ans d'expérience ont instauré des méthodes de travail formalisées, permet de justifier le point de vue adopté.

I-2 : GESTION DU CYCLE DE VIE D'UN PRODUIT D'INFORMATION

1) Préambule : structure générale du cycle de vie

La structure générale de gestion du cycle de vie d'un produit quelconque a été établie à la fin du chapitre préliminaire. La figure ci-dessous reprend le schéma qui régule les phases successives de déroulement du programme suivant l'approche qualité.

Les chapitres 2 et 3 ont détaillé, pour le produit d'information, les méthodes et principes propres à l'analyse fonctionnelle, qui débute la conception.

Cette partie envisage l'adaptation des autres phases du cycle de vie pour le cas précis du produit d'information.

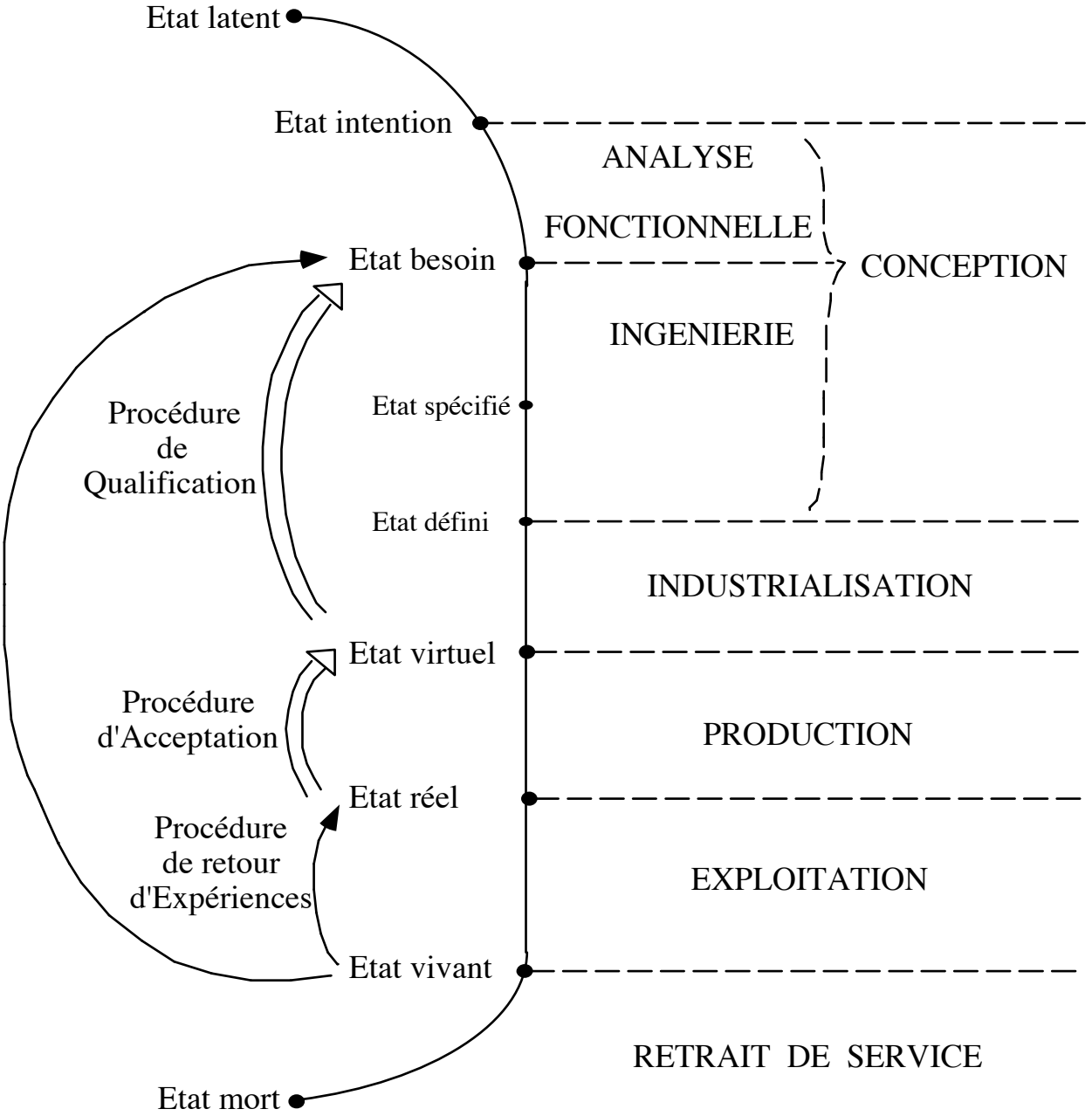


Figure IV-1 : *Architecture générale d'un programme*.

2) Démarrage d'un projet

Le point de départ d'un programme est l'état latent, où émerge vaguement la nécessité ou le désir de "quelque chose".

A partir de l'état latent, le processus d'identification du besoin conduit à décrire grossièrement les grandes lignes du projet. Il permet de disposer d'un rudiment de matière première nécessaire au démarrage effectif du processus, rudiment qui constitue l'état d'intention. Cet état intention s'accompagne d'un CdCP, Cahier des Charges

Préliminaire, qui ébauche grossièrement des besoins potentiels avant qu'ils n'aient fait l'objet d'une étude rigoureuse.

Le passage de l'état latent à l'état intention s'effectue généralement d'une manière très empirique et peu structurée. Il prend souvent la forme d'une réunion dont l'intérêt essentiel est de déboucher sur la décision de mise en chantier du projet. Dans le cas de la communication d'entreprise, cette phase est strictement interne, et se conclut par la première prise de contact avec le prestataire (ou par un appel d'offres).

Dès ce moment, il est bon de déterminer l'équipe interne à l'entreprise, -commanditaire et prestataire-, missionnée pour prendre en charge le projet, et qui assurera l'interface entre l'entreprise commanditaire et l'entreprise prestataire. Trop souvent, dans la pratique, cette équipe n'existe pas, ou elle existe de manière informelle, mais aucun pouvoir réel ne lui est délégué. Il peut se produire alors que, bien plus tard dans le cycle de vie (parfois au stade de produit réel), le décideur véritable apparaisse subitement, et change fondamentalement :

- le cahier des charges pour l'entreprise commanditaire,
- les moyens retenus pour satisfaire le besoin ou les coûts effectifs de la réalisation proposée pour l'entreprise prestataire.

La détermination nominative des responsabilités de part et d'autre permet, le moment venu, d'éviter ce genre de litige s'il venait à se présenter.

Ainsi, **l'élément essentiel de démarrage d'un projet est la nomination des personnes concernées**, tant du côté du commanditaire que du prestataire.

3) Expression du besoin

La première phase structurée du programme est la conception, qui débute avec l'analyse fonctionnelle.

La méthode d'analyse fonctionnelle proposée au chapitre 2 permet de cerner plus rigoureusement la définition du besoin, à travers un processus précis d'expression du besoin. Elle orchestre l'évolution du CdCP au CdCF. La difficulté essentielle réside en la distance entre le besoin exprimé par l'équipe commanditaire et le besoin réel.

Pour l'équipe prestataire, c'est une étape de prise de connaissance de l'entreprise et des hommes qui la composent. Bien souvent, l'équipe commanditaire ne comporte aucun représentant des futurs usagers. Les exemples du chapitre 2 ont montré comment le besoin exprimé peut parfois ne tenir aucun compte des besoins (ou de l'absence de besoins) de l'utilisateur.

Le rôle délicat du prestataire, lorsqu'il a décelé la gravité de la situation, consiste à proposer une solution qui parvienne à ménager les souhaits de la direction, qui impose, et l'attente de l'usager qui, en final, dispose! Il faut signaler que le dilemme est

parfois inextricable, par exemple lorsque le commanditaire n'accepte pas de faire évoluer son projet initial, et reste sourd aux propositions concrètes du prestataire, dont c'est pourtant la spécialité. Il lui faut alors choisir entre concevoir en toute conscience un mauvais produit fidèle aux désirs du commanditaire, ou refuser une commande dont le résultat ne peut être qu'un échec.

Le processus requiert une validation de l'expression du besoin, permettant la formalisation de l'état besoin dans le CdCF. La contractualisation de cette étape permet aussi d'inutiles remises en question à des phases ultérieures du cycle de vie.

4) Ingénierie

Après l'analyse fonctionnelle, la conception du produit entre dans sa phase d'ingénierie. Cette étape est interne à l'entreprise prestataire, et ne requiert l'entreprise commanditaire que pour validation des solutions proposées.

Le processus de conception préliminaire, ou phase d'avant-projet, effectue un choix de moyens et de caractéristiques techniques pour le produit envisagé. Il permet d'ébaucher le principe de la solution retenue en réponse au besoin tel qu'il a été exprimé dans l'état précédent. On aboutit à l'état spécifié, consigné dans la spécification technique du besoin. L'ensemble du produit est totalement défini, à partir de la solution retenue, au moyen du processus de développement ou conception détaillée. L'état défini du produit s'accompagne d'un dossier de définition, qui le décrit exhaustivement.

L'exemple industriel proposé au chapitre 2 juxtapose des solutions spécifiées aux cahiers des charges correspondants. En effet, pour le produit d'information, la phase d'ingénierie est celle qui accepte le moins la systématisation, les normes ou les standards. Les bonnes solutions sont bien souvent les plus créatives, c'est-à-dire celles qui s'écartent le plus des sentiers battus, celles qui ne sont pas "automatiques", celles qui ne vont pas de soi.

La connaissance experte est souvent appelée à la rescousse. "On sait bien qu'en faisant comme ci, ça marche, mais en faisant comme ça, ça marche moins bien". La raison n'en est pas toujours clairement connue, ni scientifiquement prouvée. Ce n'est pas une raison suffisante pour se priver de l'expertise acquise à travers l'expérience. Elle contribue à favoriser l'émergence de solutions adaptées au besoin. On pourra sans doute progresser, à l'avenir, par une recherche systématique de justifications scientifiques, de preuves et/ou de démonstrations. En leur absence, on se contente des connaissances empiriques qu'apporte le vécu. Ainsi, "on sait bien" que l'audiovisuel est un medium d'émotion, alors que l'écrit est un support d'abstraction.

A ce stade de l'étude, **on constate que la phase d'ingénierie est a priori la moins rigoureuse de toutes, mais la plus créative**.

5) Réalisation et exploitation

A l'issue de la conception, le produit est totalement défini : il entre en phase de réalisation. Celle-ci se décompose en deux périodes.

L'industrialisation correspond à la préparation de la réalisation effective et à la détermination des ressources nécessaires à cette réalisation. Elle comprend la mise en place des moyens de production, et l'organisation propre à l'exécution du projet. Le produit atteint l'état virtuel lorsque tout est préparé. Il n'y a plus qu'à mettre en oeuvre pour que l'ensemble des tâches planifiées de création conduise effectivement à un produit fini, dans l'état réel. Les dossiers industriels, résultant de l'industrialisation, servent alors de support à la réalisation effective. Ils préparent et structurent la production.

A partir du produit réel, le processus de mise en service planifie et coordonne l'ensemble des opérations liées à l'utilisation, permettant au produit d'accéder à l'état vivant. A l'étape ultime du cycle de vie, le processus de retrait de service effectue la transition de l'état vivant à l'état mort.

Alors que la réalisation concerne exclusivement le prestataire, l'exploitation est du ressort du commanditaire. Ici encore, des difficultés surviennent lorsque le produit n'a pas été géré jusqu'à la fin du cycle de vie. Beaucoup de produits d'information sont ainsi "morts-nés", c'est-à-dire morts avant que d'être vivants, dans la mesure où l'absence de planification de l'exploitation ne leur a jamais permis d'être utilisés. Combien de documents vidéo, au demeurant fort coûteux, n'ont jamais quitté leur tiroir ou leur étagère? Combien de livres, particulièrement les ouvrages publiés à compte d'auteur, n'ont même jamais atteint les rayons d'un distributeur? Combien de reportages ou documentaires, financés par une télévision, n'ont finalement jamais été diffusés?

A l'inverse, certains produits sont des vieillards en survie. Combien d'entreprises utilisent des documents dépassés ou périmés, qui sont toujours exploités simplement parce que personne n'a jamais pensé à remettre en question leur validité ou leur adéquation au besoin?

Il convient de ne considérer aucune étape comme mineure dans le cycle de vie d'un produit : toutes doivent être gérées avec le même soin, la même attention et la même rigueur.

6) Stratégie de conduite de projet

Les phases décrites ci-dessus structurent la stratégie de conduite de projet proposée pour la conception et la réalisation d'un produit d'information.

Toute personne disposant d'un peu de pratique dans le domaine peut mesurer combien ces quelques règles de base sont éloignées de la réalité des usages. Les raisons en sont multiples.

Tout d'abord l'Europe, et plus particulièrement la France, vit sous l'emprise du mythe de l'"auteur/artiste-créateur", c'est-à-dire l'être humain assumant à lui seul toutes les tâches de toutes les phases. Ce mythe exclut le principe de la segmentation, et de la préparation. Selon lui, l'artiste inspiré se lève un beau matin avec son "oeuvre" dans la tête. Pas d'étude de marché, pas de détermination d'objectifs, pas de profil de cible. L'inspiration se substitue à ces analyses fastidieuses. S'il est absolument vrai qu'une part de créativité demeure prépondérante (elle a été signalée entre autres dans la phase d'avant-projet), celle-ci n'exclut pas la nécessité d'une méthode de travail pour conduire le projet à terme. Même l'oeuvre d'art nécessite le recours à une méthode. Les grands peintres, les grands auteurs, les grands sculpteurs, les grands compositeurs ont tous une méthode de travail, dans laquelle la planification des étapes figure en bonne place. En outre, ils travaillent de plus en plus "à la commande", ce qui les contraint à dialoguer avec un commanditaire-client.

Par ailleurs, la répartition et la planification des tâches nécessite d'autant plus de rigueur que les intervenants contribuant au projet sont multiples et divers. Les principes présentés ont été illustrés au travers de la communication d'entreprise, où les impératifs d'une collaboration harmonieuse imposent un cadre formel à respecter strictement. Naturellement, le besoin d'une stratégie de conduite de projet ne se fait pas forcément sentir avec la même acuité à l'auteur peinant seul sur son prochain roman (quoiqu'elle ne pourrait, dans tous les cas, lui être que bénéfique).

De ce point de vue, l'étude des pratiques cinématographiques est éclairante. En effet, cette activité requiert des équipes importantes et variées (voire très importantes pour les grosses productions). De plus, le cinéma est aujourd'hui une industrie. Cela ne signifie nullement que la créativité en est bannie. Mais des méthodes reconnues planifient la production, les coûts sont rationnalisés, les renseignements échangés entre acteurs du projet sont formalisés dans des documents standardisés, la gestion du produit est organisée.

Pour toutes ces raisons, **l'étude du suivi de projet cinématographique prouve la validité de la démarche proposée.**

I-3 : CYCLE DE VIE DU PRODUIT CINEMATOGRAPHIQUE

1) Préambule : du produit d'information en général au produit cinématographique en particulier

Le paragraphe précédent a proposé une structure générale adaptée au cycle de vie d'un produit d'information. Cette structure est identique à la structure normalisée commune à tous les produits, qui avait été présentée dans le chapitre préliminaire. La nature de quelques étapes charnière a simplement été précisée pour le cas du produit d'information. La méthode d'analyse fonctionnelle est en particulier la plus détaillée, puisqu'elle a fait l'objet de tout le second chapitre.

Toutefois, certaines étapes, comme l'ingénierie ou la réalisation, sont restées assez vagues. Il n'est pas possible, en effet, de donner davantage de précisions en restant au niveau du cas abstrait d'un produit dont on ignore la nature, le support, les techniques, etc... De plus, les langages, les vocabulaires propres à certains corps de métier entachent la généralité du propos.

La restriction au cas particulier du produit cinématographique permet de rentrer davantage dans le détail. Ce choix est justifié par le fait que le produit cinématographique est l'un de ceux dont la conception et la réalisation nécessitent la contribution de vastes équipes aux compétences diverses, d'où la nécessité de multiplier les documents de préparation intermédiaires, adaptés à l'étape en cours. L'auteur en audiovisuel est comme l'architecte, qui doit proposer un concept à son client, mais également produire un plan d'ensemble, et des plans spécifiques électricité, plomberie, couverture, etc... qu'il remet au maître d'oeuvre. Le maître d'oeuvre de l'audiovisuel est le réalisateur, et ses corps de métier l'image, le son, le décor, les accessoires, les costumes, le maquillage, le montage, les effets spéciaux, la musique, etc...

De plus, 100 ans d'existence ont imposé au "cinématographe" des méthodes de travail formalisées. On admettra que ces méthodes sont adéquates, et répondent aux besoins des actions correspondantes. Quoique cette hypothèse puisse être controversée dans certains cas, on convient de se baser sur les outils à disposition, sans discuter leur efficacité.

L'étude qui suit montre que **le processus de production cinématographique instancie la structure proposée précédemment**.

2) Démarrage d'un projet

Le démarrage d'un projet cinématographique est souvent mystérieux et inexplicable. Toutefois, on peut admettre comme point de départ la nécessité ou le désir de "quelque chose", ce qui est parfaitement conforme à l'expression d'un état latent. Hormis la production artisanale qui ne nous intéresse pas ici, dans un contexte professionnel, deux personnes participent à la transformation de l'état latent en état intention : l'auteur (i.e. le concepteur), et le producteur (i.e. le financeur).

L'état intention décrit grossièrement les grandes lignes du projet. Il adopte une forme écrite apellée "idée". On la nomme aussi parfois "histoire" ou "sujet". Sa rédaction est indispensable :

- pour valider l'accord de l'auteur et du producteur autour d'un projet commun,

- comme socle aux étapes ultérieures.

En effet, si l'idée ne donne pas lieu à un accord entre les partenaires, le projet ne dépasse pas le stade de l'intention. On peut considérer, pour la suite, que le producteur joue le rôle d'un commanditaire, car le parallèle s'impose.

L'annexe 7 présente une suite de formalisations en idées, afin que la validité des propos avancés puisse être éprouvée sur le terrain des applications concrètes. On pourra contrôler, sur ces exemples, la véracité du mythe de l'"auteur/artiste-créateur", dont le seul nom se substitue parfois à la description du projet (cf. "Ulysse au pays des merveilles" de Michel Jaffrenou).

Rappelons que les deux concepts d'idée ou d'histoire ont une existence légale. On peut "déposer" (à la SACD ou la SCAM), revendiquer et signer, dans un film, l'idée qui est à sa base, ou l'histoire qu'il raconte dans ses grandes lignes. De même, une idée peut s'acheter, sous forme d'achat de droits, avant même que la moindre réflexion cinématographique n'ait commencé. L'histoire est indépendante du scénario proprement dit. On appelle adaptation le travail consistant à développer une histoire sous la forme d'un scénario de cinéma construit et dramatisé. Un nombre considérable de films sont des adaptations d'oeuvres littéraires ou d'événements réels (il existe du reste de nombreux cas de justice concernant les problèmes de droit quant à l'idée).

L'"idée" constitue le CdCP pour le projet cinématographique.

3) Analyse fonctionnelle, expression du besoin

L'analyse fonctionnelle d'un projet cinématographique n'est pas réalisée systématiquement. Sa mise en oeuvre permet de déterminer les fonctions de service, fonctions d'usage et fonctions d'estime, et les contraintes propres au projet considéré, indépendamment de toute considération de moyens ou de solutions.

Son usage est plus répandu dans le cadre de la production audiovisuelle de commande, institutionnelle ou publicitaire, que pour la production cinématographique grand public, ou la production télévision. Le tableau typologique proposé au chapitre 2 montre toutefois que c'est implicitement ce dont il s'agit lorsque l'on décide de concevoir une "comédie", un "film d'aventures" ou une "fiction historique", sans que le processus ne soit ni très formel, ni très rigoureux.

C'est pourtant l'analyse fonctionnelle qui devrait fonder la décision de production pour tel projet, en réponse à un besoin caractérisé de la cible suite à une étude de marché précise. Les choses se passent ainsi aux Etats-Unis : leur aptitude à exporter leur production prouve l'efficacité de la démarche. C'est un des apports de ce travail d'avoir proposé une méthode et un formalisme pour la conduite de l'analyse fonctionnelle. Son efficacité est indiscutable dans toute production finalisée comme la communication d'entreprise, la vulgarisation scientifique, les ouvrages scolaires ou culturels, etc. Cela n'exclut nullement l'éventualité d'une production dite "de création", dont l'apport essentiel du créateur réside dans la distance prise par rapport aux schémas convenus. Toutefois, reconnaissons que les productions réellement "de création" sont extrêmement rares. De plus, beaucoup de critiques d'art prétendent que la majorité des créateurs ont fait preuve d'innovation à un moment donné de leur production, puis ont passé le reste de leur vie à se répéter. Ainsi, tout en accordant une valeur toute

particulière au phénomène de création, on peut admettre qu'il se révèle finalement très marginal en pourcentage de productions, et accepter l'apport de la méthode proposée pour tout le reste des produits créés.

L'emploi systématique de l'analyse fonctionnelle permet de consigner dans le CdCF la liste des besoins et contraintes, sans référence aux moyens et solutions retenues pour satisfaire ces besoins.

4) Ingénierie : avant-projet

La phase d'ingénierie s'attache à définir la solution permettant d'optimiser la valeur du produit conçu.

On voit immédiatement que l'absence d'analyse fonctionnelle, provoquant l'omission de l'expression du besoin, fait disparaître en même temps la notion de valeur du produit, ainsi que son optimisation. Toutes les dérives financières sont alors possibles. Certains cas de dérapages célèbres montrent que non seulement la dérive est de l'ordre du possible, mais que parfois elle se produit (cf. le film de Léos Carax, "Les Amants du Pont-Neuf").

De plus, l'un des travers courants de l'industrie cinématographique consiste à raisonner dès les prémices du projet en termes de moyens et de solutions techniques, plutôt qu'en termes de besoins. On fait ainsi un film "à effets spéciaux" ou "à gros budget", sans considérer que la minceur du scénario a de quoi faire fuir le spectateur (cf. "La Cité des Enfants Perdus" de Caro et Jeunet).

L'objectif d'optimisation de la valeur induit une conséquence fondamentale au cours de la phase d'ingénierie. Un bon auteur, c'est-à-dire un vrai "scénariste" doit être à même d'évaluer les ressources techniques nécessaires à l'exécution de son projet, et d'en estimer approximativement le coût, puisque c'est à lui qu'il appartient d'optimiser la valeur du produit. Cette aptitude notoire est d'ailleurs signalée par Pascal Bonitzer dans /CAR 90/.

> *"Un passage descriptif dans un scénario renvoie non seulement à des plans, à des images, à des sons, à du jeu, à un style de mise en scène, mais encore à du matériel de production, à des conditions de tournage, à de l'argent. "Passants" implique figurants, et donc cachets de figuration, "lumière violente" induit un matériel lourd d'éclairage, des réflecteurs, et l'ensemble suppose que le film devra être tourné en été. Il arrive que quelques notations rapides dans un script se révèlent soudain peser très lourd quand la mise en scène les prend en charge. Ainsi, "Michelle fait du ski nautique sur la Seine, Alex conduit le hors-bord" dans les "Amants du Pont-Neuf" de Léos Carax. "On évalue le coût de cette scène sublime, indiquée en une ligne dans le script, à 5 millions de Francs" (Le Monde, 17 Mars 1990)."*

Peut-être y-a-t-il là matière à former "une nouvelle race de scénaristes", plus aptes à intégrer la dimension financière du projet.

L'ingénierie regroupe deux phases : la conception préliminaire ou avant-projet, et la conception détaillée ou développement. A l'issue de l'avant-projet, le principe d'une solution répondant au besoin est formulé théoriquement.

L'avant-projet conduit à l'état spécifié du produit, correspondant au scénario en cinématographie.

5) Ingénierie : développement

Le scénario spécifie le projet théorique du film à réaliser, mais ne donne aucune indication sur ce qu'il sera réellement.

C'est le rôle de la phase de développement que de définir précisément ce que contiendra le produit cinématographique, c'est-à-dire les données qui figureront effectivement à l'image et au son. Dans le cycle de vie du produit cinématographique, ces deux stades sont fortement différenciés, car ils font intervenir deux acteurs distincts : alors que le scénario (ou état spécifié) est la production de l'auteur, ou scénariste, l'état défini est le fruit du travail du réalisateur. Il se traduit par l'élaboration du découpage technique et du story-board.

Le découpage technique est la continuité dialoguée enrichie de toutes sortes d'indications pour le tournage et la mise en scène /ARI 89/ :

- liste et valeurs de plans (gros plan, plan moyen, rapproché, lointain, d'ensemble, etc...),
- angles de prise de vue (face, côté, plongée, contre-plongée,etc...),
- mouvements de caméra éventuels (panoramiques, travellings, élévations, etc...),
- mouvements optiques (zooms avant ou arrière),
- liaisons visuelles (cut ou fondu, fondus au noir, ouvertures, fondu enchaîné, etc...),
- objectifs utilisés (focales, filtres spéciaux, etc...).

Dans les années 20 et 30, la rédaction du découpage technique était encore le travail du scénariste, celui du réalisateur étant de diriger les acteurs sur le tournage (le réalisateur était alors plutôt "metteur en scène"). Le scénariste se trouvait ainsi en partie l'auteur de la réalisation. Aujourd'hui, ce travail est devenu celui du réalisateur, qui se trouve ainsi plutôt admis comme co-scénariste. Pendant une vaste période de l'histoire du cinéma (la nouvelle vague), de très nombreux films, y compris des films à gros budgets, se sont tournés sans découpage pré-établi. On en revient beaucoup aujourd'hui.

Le story-board est le découpage technique du film représenté visuellement par des vignettes dessinées de façon plus ou moins schématique, qui précisent le contenu de chaque plan, à la manière de la bande dessinée. Le story-board suppose l'emploi de

conventions pour indiquer les mouvements (mouvements des personnages mais aussi mouvements d'optique et de caméra), les changements d'angle de prise de vue, etc... Ces conventions sont verbales (termes abrégés, sigles) ou visuelles (flèches, pointillés, etc...). On peut noter que le son ne bénéficie presque jamais d'une définition aussi précise que l'image.

Le découpage technique et le story-board ou scénarimage représentent l'état défini que le réalisateur détermine.

6) Réalisation

Le réalisateur assume également l'industrialisation, c'est-à-dire la préparation de la réalisation effective.

Celle-ci s'accompagne de documents spécifiques, qui sont l'équivalent des dossiers industriels de définition. Ceux-ci sont des variantes du story-board adaptées aux besoins de chaque corps de métier impliqué. En tant que maître d'oeuvre, le réalisateur transmet les directives à l'ensemble des intervenants du projet : chef-opérateur, décorateur, accessoiriste, costumier, maquilleur, preneur de son, directeur des effets spéciaux, ... La contrainte de traçabilité nécessite en principe le recours à des dossiers industriels de fabrication, adaptés à chaque corps de métier concerné.

L'étude simultanée de faisabilité influence les choix effectués à ce niveau. En effet, si le scénario comporte un personnage constamment suivi par un oiseau, il appartient au réalisateur de déterminer si cet oiseau doit être modélisé en images de synthèse et incrusté en post-production, ou si le tournage nécessite un oiseau dressé, ou les deux... Le story-board est indispensable pour les films à effets spéciaux (fantastique, science-fiction) dans lesquels l'image finale résulte d'un certain nombre de prises de vue et de trucages effectués séparément, combinant des techniques diverses. Il faut, dans ce cas, visualiser à l'avance le plan final comprenant à la fois des maquettes, des poupées articulées, des acteurs réels, des objets de synthèse, des manipulations numériques, etc... Le travail du directeur des effets spéciaux consiste à proposer la meilleure solution de réalisation des images truquées à partir des souhaits du réalisateur exprimés à travers les graphismes du story-board.

Mais la préparation concerne également l'assistant-réalisateur et le directeur de production, dont le rôle est de répertorier les ressources nécessaires à la réalisation (déchargeant ainsi le réalisateur des soucis logistiques afin qu'il puisse se concentrer sur les aspects artistiques), et de gérer leur organisation. Ces tâches conduisent à l'élaboration du dépouillement, des plans de travail, des plannings de tournage, des fiches journalières, des feuilles de service, etc...

De nombreux documents écrits sont attachés à l'industrialisation. **Plus la préparation est rigoureuse, plus la réalisation effective consiste à respecter l'ensemble des tâches planifiées de création pour obtenir le produit fini, dans l'état réel**. Il suffit alors de se conformer à la préparation au plus près, tout en gérant

les inévitables imprévus inhérents à un programme d'une telle ampleur et d'une telle complexité, en particulier sur le plan humain. La dimension artistique prend ici toute son envergure. Mais elle s'exprime d'autant mieux lorsque la rigueur de la préparation lui laisse toute latéralité pour se déployer sans crainte de l'anarchie.

La phase ultime d'exploitation concerne simultanément le producteur, le diffuseur et/ou le distributeur. Elle garantit le suivi du produit dans son état vivant, jusqu'à la procédure de retrait de service.

I-4 : MULTIPLICITE DU SCENARIO

1) Préambule : du scénario comme modèle de principe du film

Le paragraphe précédent a montré que le scénario est le document de référence de la phase d'ingénierie dans le programme cinématographique.

Correspondant, dans sa phase terminale, à l'état spécifié du produit, il en décrit le principe, la théorie, le "potentiel", sans donner le moindre détail sur sa forme réelle, ni sur les données physiques associées à l'image et au son.

De grands scénaristes ont tenté de définir le scénario. Tous s'accordent sur ce point. Ainsi Jean-Claude Carrière propose /CAR 86/ :

"*Le scénario est un texte porteur d'un autre état*."

et, un peu plus loin dans le même ouvrage :

"*Un scénario renferme la maquette d'un film sous une autre forme*."

ou encore :

"*La disparition du scénario est radicale puisque le texte même est remplacé par un autre état, celui d'images et de sons*."

Jean-Claude Carrière toujours, dans un ouvrage pédagogique de la FEMIS cosigné avec Pascal Bonitzer /CAR 90/, confirme :

"*Un scénario est déjà le film. Le scénario est la première forme d'un film. Il doit être imaginé, vu, entendu, composé et par conséquent écrit comme un film*."

repris, dans le même ouvrage, par son co-auteur Pascal Bonitzer :

"*Un scénario est le rêve d'un film*."

Toutes les opinions convergent. Toutefois, la formulation définitivement adoptée ici est celle de Francis Vanoye /VAN 91/:

"*Le scénario est le modèle du film à faire*."

Compte-tenu de ce qui a été dit précédemment sur le modèle, la représentation, abstraite et concrète, le modèle mental, la simulation et l'analogie, etc..., cette dernière

formulation donne une dimension nouvelle au concept de scénario. On notera qu'elle se conforme strictement à la "définition qualité" proposée au cours du paragraphe précédent.

Toutefois, toutes ces citations semblent admettre qu'il n'y a qu'un scénario, ou plutôt qu'une seule forme de scénario. Ceci est absolument démenti par la réalité du terrain. Le scénario adopte au cours de son existence des formes variées, parmi lesquelles on peut citer : l'idée, la note d'intention, le synopsis, l'outline ou canevas, le traitement, la continuité dialoguée, le découpage technique, le scénarimage ou "story-board". Si la note d'intention constitue la forme aboutie du scénario de documentaire, la continuité dialoguée est la forme référence du "scénario" pour la fiction, mais uniquement en France. Aux Etats-Unis, c'est le traitement qui joue ce rôle.

On dénombre donc 6 formes différentes de scénario, outre l'idée et le story-board qui ont déjà été traités à part. Certaines de ces formes sont strictement américaines, telles l'outline et le traitement. Toutefois, leur prise en compte est bénéfique dans la mesure où l'industrialisation de la production cinématographique est beaucoup plus avancée là-bas qu'en Europe. L'expérience américaine s'avère donc d'un apport important dans un travail consacré à la détermination d'une approche qualité. Toutes les formes envisagées sont illustrées par des exemples proposés dans l'annexe 7.

Le présent paragraphe répertorie les diverses formes connues du scénario, qui correspondent à des stades de plus en plus avancés de l'ingénierie.

2) Note d'intention

La note d'intention est une forme de scénario propre au documentaire. Pour un documentaire, c'est la première page du dossier financier après la fiche technique. Elle a une grande importance pour personnaliser le sujet traité par le réalisateur.

L'envie de la réalisation d'un film, documentaire en particulier, se développe sur un coup de foudre, suite à une rencontre avec un personnage, avec des événements forts, avec un fait de société qui scandalise ou séduit. Dans tous les cas, c'est un sujet qui provoque un fort intérêt pour le réalisateur et qui peut déclencher chez lui une passion. La note d'intention doit faire apparaître l'attrait que suscite le sujet pour le réalisateur. Elle est forcément concise, sans grands détails informatifs, et permet de cadrer précisément les intentions du réalisateur dans le développement du sujet.

Le cinéaste raconte des rencontres, suggère des faits. Il pose les questions qui l'ont ouvert au sujet et celles qu'il veut ouvrir. Cette forme personnelle d'énoncé reflète ainsi sa pensée dans l'interprétation du sujet. Dans ce document est montrée la face propre au documentaire qui est celle du regard subjectif porté sur une réalité, une existence. Ceci est donc un acte très personnel qui rend compte d'une démarche, mais qui doit par la suite témoigner d'une réelle connaissance du sujet.

La fonction principale de la note d'intention, on le voit, **est de convaincre, en particulier les partenaires financiers, de l'intérêt du produit**.

3) Synopsis

Le synopsis est un peu l'équivalent de la note d'intention dans le domaine de la fiction.

Le mot synopsis vient du grec et peut se traduire, étymologiquement, par : "que l'on peut parcourir d'un coup d'oeil". En France, il est utilisé pour désigner un résumé bref du scénario, de l'action et des personnages, du propos, sur une à trois pages dactylographiées, résumé rédigé, naturellement, au style indirect et sans dialogues. Ce texte est en quelque sorte une synthèse du scénario. Il présente rapidement le sujet dans son contexte historique, géographique, etc... Il laisse entrevoir l'atmosphère qui sera propre au film.

Chez les anglo-saxons, le terme de synopsis s'applique à un résumé beaucoup plus court, de quelques lignes, qui correspond à la note d'intention française. Dans le domaine de la fiction, il y a une confusion de fait entre la note d'intention et le synopsis.

Le synopsis peut constituer une première ébauche du scénario, pour intéresser un producteur, **ou être rédigé après l'écriture complète du script**, -voire après le tournage du film-, **pour être diffusé à la profession, à la presse, au public**.

4) Cas particulier du "scénario" de documentaire

Le "scénario", dans le cas du documentaire, est assez différent de ce qu'il peut représenter en fiction.

Pour le documentaire, le scénario inclut les éléments de recherche, de documentation, d'enquête et de témoignage. Cet écrit fait connaître de façon précise la forme que le cinéaste donne à son sujet. L'importance de la scénarisation est dans le fil rouge, les liens que l'auteur tisse à travers sa connaissance du sujet, les fondements historiques, politiques, les personnages, etc... au moyen du sentiment, de l'ambiance, de l'opinion que l'auteur veut transmettre.

De ce fait, ce stade du "scénario" dans la conception du documentaire laisse la part belle à l'imaginaire. Malgré les repérages, les rencontres, les entretiens avec les futurs protagonistes, rien n'est encore établi, tout est mouvant et indécis. Au moment de l'écriture du scénario, il n'existe pour l'auteur qu'une image mentale. Tout est absolument fictif et sera constamment revisité lors du tournage effectif.

Ainsi, ce scénario-là ne représente pas la construction finale du film comme celui d'un film de fiction où la correspondance entre le projet et le produit fini est -en principe- totale. Cette écriture du film documentaire doit être prise comme une idée directrice préalable au tournage. Elle préside à la construction du film, mais reste une

simple hypothèse de travail destinée à être mise à l'épreuve des rencontres successives avec des personnages en chair et en os, au gré des événements. C'est un travail personnel pour une élaboration de schémas de voyages, de rencontres et surtout de questions.

Dans le cas du documentaire, le scénario n'est pas un document indispensable au réalisateur chevronné. En effet, le scénario n'a plus aucune raison d'être au tournage, car il correspond à un stade alors dépassé depuis longtemps. Ainsi, cette écriture sert de support à un démarrage, pour fixer à un moment donné l'image du film désiré. Elle reste une pré-écriture que certains auteurs ne font d'ailleurs jamais et que bien d'autres élaborent pour les seules nécessités d'une demande d'aide au financement (C.N.C., Club d'Investissement Media, etc...).

En revanche, l'intention filmique (ou fiche technique) est un document très important dans la prise de décision de production d'un documentaire. C'est en quelque sorte une concrétisation de la note d'intention. Elle définit :

- les moyens filmiques : choix du format vidéo ou film, utilisation d'archives, de banc-titre,
- les manières filmiques : temps de présence sur les lieux et avec les antagonistes du film, suivi des actions et des événements, politique d'interview ou de témoignage.

Ces moyens sont justifiés par l'intention du réalisateur. Cette note n'a pas un objectif strictement technique, elle sensibilise simplement sur le choix technique mis en oeuvre pour traiter le sujet. Ce qui doit apparaître dans ce document, c'est que les moyens techniques doivent être complètement assimilés dans la démarche du réalisateur. Une caméra n'est pas invisible et sa présence modifie l'instant qu'elle capte. Il est important de tenir compte de cette réalité et de préciser comment on va la gérer, la cadrer avec la forme désirée du film.

Ici aussi, les documents propres au documentaire (scénario et intention filmique), **sont davantage des éléments de prise de décision que des supports de préparation.**

5) Outline, canevas

L'outline est une forme intermédiaire liée à une progression dans la construction du produit.

L'outline est une forme propre à la production américaine, présentée par Michel Chion /CHI 85/. Terme sans équivalent français, de même que ce qu'il désigne, l'outline (que l'on peut convenir de traduire par canevas) est un résumé du scénario sur quelques pages décrivant l'histoire complète, sans trous, scène par scène. L'outline a une longueur moyenne de 6 à 12 pages.

Le "step outline" (que l'on convient de traduire par argument raconté pas à pas)

est plus précisément un listing, une succession numérotée de toutes les scènes, dans l'ordre, avec pour chaque scène une phrase résumant l'action qui a lieu. Certains auteurs, Jean-Loup Dabadie par exemple, conseillent de rédiger le step outline sur des petites cartes indépendantes, une carte par scène, pour en résumer brièvement l'action et les données (personnages, lieu, moment, type, etc...). Cette méthode des cartes permet d'intervertir facilement, si besoin est, l'ordre des scènes, d'intercaler des scènes intermédiaires nouvelles ou d'en ôter au fur et à mesure de l'élaboration du scénario, de contrôler le bon enchaînement logique et dramatique de l'action, de surveiller la fréquence des apparitions des personnages et leurs différentes combinaisons, etc... La méthode des cartes constitue un moyen de vérifier le fonctionnement du scénario, grâce à une check-list de questions types : quelles sont mes scènes principales? Sont-elles convenablement placées et espacées? Mes personnages interviennent-ils quand et où il faut? Existe-t-il bien une unité dramatique à chaque scène? On peut placer les cartes sur des panneaux, pour en avoir une vision globale. En leur donnant une couleur différente pour chaque type de scène (scène d'action, scène sentimentale, scène de respiration, scène de jour ou de nuit...), on peut vérifier le rythme du film.

Souvent, la mentalité française répugne, dans le domaine de l'art dramatique, à une telle systématisation. Peut-être est-ce là, pourtant, que réside la qualité des scénarios américains (en ce sens que quoi qu'il arrive, ils vous tiennent en haleine du début à la fin, même sur un sujet très mince).

L'outline rédigé bout à bout, sur plusieurs pages, donne naturellement une image extrêmement sèche et laconique du scénario. Il **a un rôle essentiellement fonctionnel, c'est un document de travail, à ne diffuser en aucun cas**.

6) Traitement

Sans équivalent exact en France, comme l'outline, **le "treatment" correspond à un stade plus développé d'élaboration et de rédaction du scénario**.

On peut le définir comme une description détaillée de l'action du film, en continuité, avec peut-être une ligne occasionnelle de dialogue, mais le plus souvent au style indirect. Les traitements seraient apparus dans la période de transition du muet au parlant, pour aider les metteurs en scène qui n'étaient pas habitués au dialogue parlé à se faire une image claire de l'action de chaque scène. Ils gardent tout leur sens aujourd'hui dans les scènes sans dialogues. Ils s'imposent dans les films tels que "l'Ours" ou "la Guerre du Feu" de Jean-Jacques Annaud.

Le traitement fait une longueur de 30 à 45 pages. C'est une description narrative du scénario filmé. Il doit inclure une description de chaque personnage important à la première apparition de celui-ci. Le traitement est le premier stade dans lequel figure une description du contenu visuel et sonore de chaque scène.

Le traitement comporte les articulations de l'intrigue, sa progression, la structure dramatique, une esquisse des dialogues.

7) Continuité dialoguée

La continuité dialoguée constitue la forme référence, en France, du scénario achevé en tant que tel. A part les indications de découpage technique, tout y est : action, description des personnages et des lieux, dialogues au style direct.

La continuité dialoguée est divisée en scènes, chaque scène étant précédée des indications : Extérieur ou Intérieur, Jour ou Nuit, lieu de l'action, plus parfois d'autres indications complémentaires. Dans la convention française, on dispose le scénario de continuité dialoguée en deux colonnes :

- la colonne de gauche comporte toutes les indications relatives à la description de l'action (jeux de scène, action, ambiance, décors, effets, figuration, accessoires, etc...),
- la colonne de droite comporte les dialogues avec les indications de rôles (ainsi que certaines indications de jeu indiquées entre parenthèses) et les indications musicales et sonores.

C'est avec la production de la continuité dialoguée, souvent confondue avec le scénario ou "script" en France, **que s'achève le rôle du scénariste**. Il a pu être secondé par un dialoguiste pour l'élaboration des dialogues sur la base du traitement. Le réalisateur enrichit ensuite la préparation avec le découpage technique et le story-board.

I-5 : BILAN

Cette partie a justifié l'emploi d'une stratégie de conduite de projet, sous forme de programme, pour la conception et la réalisation d'un produit d'information. Ce préliminaire donne désormais un sens à l'appellation "programme d'information", au même titre que l'on parle de programme spatial ou de programme militaire.

L'ensemble du travail présenté ici adopte un parti pris de segmentation, de structuration et de hiérarchisation des tâches, pour satisfaire les impératifs de maîtrise qualité du cycle de vie. Ce parti pris pourra choquer bon nombre de lecteurs, ardents défenseurs de la "liberté de créer". Il est vrai que le cinéma demeure avant tout une pratique artistique et que le milieu, d'ailleurs très hétérogène, répugne à se laisser circonscrire par des règles trop rigides.

Mais à l'inverse, ne parle-t-on pas couramment, pour la télévision, d'une

industrie de programmes? L'objectif poursuivi n'est en aucune manière de brider la part artistique de la production cinématographique, mais plutôt d'améliorer la qualité de cette fameuse industrie de programmes. En effet, il est clair que l'on peut estimer à environ 1% (maximum) la production cinématographique par rapport au reste des produits d'information strictement audiovisuels (autres programmes télévisuels et

audiovisuels institutionnels, publicitaires et/ou de communication d'entreprise).

Les observateurs économiques annoncent une estimation des répartitions bouleversée dans des délais très courts : 1% à toutes les formes de production "classique" contre 99% à l'information disponible sur les circuits interactifs off-line (CD-Rom, édition multimedia, ...) ou on-line (réseaux, services de télédistribution à la demande ...). Le souci n'est pas de remettre en cause les pratiques et usages de l'industrie cinématographique, mais au contraire d'essayer de les adopter comme schémas directeurs d'une force de proposition concernant le marché de ces nouveaux produits encore en émergence.

Il ressort de l'étude menée jusqu'à présent que la segmentation existe de fait dans la pratique de la production cinématographique. Sa structuration explicite ne peut que favoriser un accroissement sensible de l'efficacité globale du processus. De plus, outre les phases de réalisation et exploitation, la conception elle-même adopte des méthodes sensiblement similaires à celles de la conception de produits manufacturés. Ainsi le scénario, qui accompagne l'ingénierie, s'intègre dans un processus en plusieurs phases, une chaîne évolutive d'élaborations et transformations d'un récit tendant vers le film comme produit ultime. Cette fonction est d'ailleurs admise par la majorité des auteurs, tel que Jean-Paul Torok /TOR 86/ qui propose de considérer le scénario comme un processus d'élaboration de récit passant par différents stades, de l'idée de départ au script final.

Ce qui chagrine fortement les auteurs dans la constitution d'un modèle, c'est le danger d'enfermement au sein d'une structure figée de règles et de contraintes extrêmement strictes, c'est l'asservissement de la liberté de création à des schémas formels dont il soit impossible de s'évader. La question n'est pas neuve non plus. Citons encore Francis Vanoye /VAN 91/.

> *"On voit que les fonctions (et donc corrélativement les formes) du scénario varient considérablement selon que le metteur en scène se situe comme "reproducteur" (le scénario est alors une maquette du film) ou auteur (le scénario est un moment du processus de création). Mais même dans ce dernier cas, les pratiques d'écriture et d'utilisation du scénario ne sont pas fixées, et l'on peut opposer - ce sont des exemples- Jean Eustache écrivant intégralement le texte de "la Maman et la Putain" pour le faire dire, à la virgule près, à ses comédiens, à Jacques Rivette ou Maurice Pialat recourant à des formes et à des degrés divers d'improvisation, du travail sur canevas à l'écriture au jour le jour, tirant éventuellement parti des événements et des relations de tournage. Et le mythe du réalisateur-improvisateur, souvent entretenu par la critique ou par les cinéastes eux-mêmes, a la vie dure : les Pialat, Godard et autres, comme Bertrand Blier, écrivent beaucoup, même s'il ne s'agit pas de scénario "en forme", et l'improvisation repose presque toujours*

> *sur une longue préparation. Si bien que lorsque Alain Bergala, dans son beau texte sur "Voyage en Italie", situe Rossellini comme le premier cinéaste moderne en ce qu'il substitue au scénario-programme, organisant des péripéties en une structure dramatique prête à tourner, le scénario-dispositif, ouvert aux aléas du tournage, aux rencontres, aux idées de l'auteur surgissant dans l'ici et maintenant, il oppose de manière peut-être un peu trop radicale deux modèles ou deux pratiques du scénario qui ne cessent de s'opposer au cours de l'histoire du cinéma, avec une nette domination du scénario-programme il est vrai*."

La question fondamentale est de savoir si l'adoption d'un modèle de conception fige inévitablement l'objet construit. L'étude antérieure du concept de modélisation, et du cas particulier des modèles de synthèse d'images montre que non, à la condition que le modèle soit, précisément, suffisamment ouvert.

Cette question, qui se posait déjà pour la simple production audiovisuelle "classique", i.e. linéaire et séquentielle, prend une importance majeure avec l'arrivée du "scénario interactif" et du "scénario de réalité virtuelle", dont la dernière partie du chapitre 3 a esquissé l'apparition. Le dispositif séquentiel, non interactif, devient alors une des éventualités du "scénario" au sens général, dont la diversité effraie. La simple définition du concept de "scénario" dans ce cadre général pose de multiples interrogations. Les parties qui suivent tentent au moins de poser les bonnes questions, à défaut de proposer les solutions adaptées.

I - OPTIQUE PROGRAMME POUR LA CONCEPTION DES PRODUITS D'INFORMATION 310

II - SCENARIO ETENDU POUR LA MODELISATION CONCEPTUELLE DES HYPERDOCUMENTS

II-1 : INTRODUCTION 330
II-2 : MODELISATION CONCEPTUELLE D'UN DOCUMENT 330
II-3 : INTRODUCTION DE NOUVEAUX CONCEPTS POUR LE SCENARIO 334
II-4 : MACRO-STRUCTURES NARRATIVES DECRIVANT L'ARCHITECTURE DU SCENARIO 342
II-5 : BILAN 346

III - SCENISTIQUE : DEFINITION D'UNE METHODOLOGIE D'AIDE A LA CONCEPTION DE DOCUMENTS 349

II-1 : INTRODUCTION

Le problème posé concerne la préparation d'un contenu informationnel, prenant la forme de données structurées, dans le but de concevoir un applicatif déterminé, accessible à l'usager à travers une consultation interactive. La nature physique du support (voire des supports) de ce contenu n'est pas précisée, celle-ci ayant peu de conséquences sur la conception au niveau où se situe l'analyse.

Conformément à l'approche développée dans ce travail, il s'agit de poser les fondements d'une méthodologie de conception de l'application, et de préparation des contenus informationnels. La finalité du processus, comme dans tout problème de communication, consiste à exposer une cible à un message (i.e. un ensemble organisé de données sensorielles), dans un objectif donné, c'est-à-dire dans le but de produire un effet déterminé sur le récepteur. Toutefois, ce problème classique des sciences de l'information est ici compliqué par l'intégration des modalités propres à l'établissement d'échanges interactifs.

II-2 : MODELISATION CONCEPTUELLE D'UN DOCUMENT

1) Préambule : définition de la notion de document

La préparation d'un contenu informationnel, dans le but de le mettre à disposition par consultation interactive, **consiste à sélectionner les données retenues, et à les organiser**, c'est-à-dire à définir une structure élaborée comportant un ensemble de sous-parties, elles-mêmes décomposables jusqu'au niveau de la donnée élémentaire.

L'appellation "document" désigne précisément cette structure organisationnelle.

Définition : un **document** est une structure organisée de parties informationnelles de niveau moindre.

Il est utile d'y ajouter la précision suivante : un document est un contenu informationnel pouvant être supporté par un medium. En ce sens, une cassette vidéo, un livre, une toile, ... ne sont pas des documents mais des supports. En revanche, un film, un texte, une peinture, ... sont des documents. Ils sont indépendants du support de consultation et/ou de diffusion. Ils peuvent être consultables, en tout ou partie, sur un livre, sur une toile, sur un ordinateur, sur un réseau, etc...

Le terme de document désigne ainsi la structure qui régit l'organisation de sous-parties constituantes, et ceci en totale indépendance vis-à-vis de l'objet physique réalisé en final.

2) Généralité de la notion de document

Les travaux les plus récents s'attachent pour la plupart à distinguer l'hyperdocument du document plus traditionnel. Le concept d'hyperdocument, quoique faisant l'objet d'études théoriques depuis plusieurs années, n'est pas encore très établi et donne souvent lieu à des confusions multiples. Nous en trouvons une définition dans /BAL 90/.

Définition. : "Un **hyperdocument** est un contenu informatif constitué d'une nébuleuse de fragments dont le sens se construit à travers chacun des parcours que la lecture détermine."

Cette définition ne fait, elle non plus, aucune référence au medium correspondant, c'est-à-dire au support qui véhicule les données. Elle est parfaitement cohérente avec le concept de document introduit précédemment, mais elle y ajoute la dimension de multiplicité des parcours. Celle-ci présuppose la possibilité pour l'utilisateur d'intervenir directement sur la diffusion des contenus, en particulier au moyen de sélections ou choix multiples.

Les produits de la famille des hyperdocuments apparus les premiers sur le marché, et pour cette raison les mieux connus, sont les hypertextes. Ils constituent un sous-ensemble des hyperdocuments dans lequel les informations sont exclusivement de nature textuelle. Les caractéristiques principales des hypertextes /CON 87/ sont celles qui définissent les hyperdocuments :

- ils sont constitués d'un ensemble de données - exclusivement de nature textuelle - au sein desquelles les parcours de lecture peuvent être multiples,

- ils utilisent le multifenêtrage,

- ils permettent une certaine interactivité, en particulier la possibilité offerte au lecteur de faire ses choix de parcours localement, c'est-à-dire en fonction de la lecture qu'il

vient de faire.

Les termes fréquemment rencontrés de "multimedia" et d'"hypermedia" sont impropres dans le contexte où ils sont utilisés. Ils devraient désigner des applications pour lesquelles la consultation est distribuée sur des supports physiques différents (papier, écrans, compact-disc audio,...). En réalité ils se rapportent à des hyperdocuments pour lesquels on rencontre la présence de textes, de graphiques, d'images animées et de sons sur un même support informatique. En ce sens, un "hypermedia" n'est rien d'autre qu'un hypertexte gérant des "textes" qui peuvent être lus, écoutés, vus. Ce faisant, cette nouvelle famille de produits se différencie de l'hypertexte par l'apport d'informations accessibles à travers des sens différents (la vue, l'ouïe) et des modes de lecture spécifiques. Par conséquent ce sont les percepts, les objets de la perception, qui se diversifient et s'adressent à des sens multiples. Il serait plus juste de parler alors d'hyperdocument plurisensoriel. Adoptons ce néologisme en remplacement du terme hypermedia qui est impropre, imprécis et installe des confusions terminologiques /COL 89/.

On convient que **le terme "document" intègre les objets consultables sur tous les supports physiques**, ainsi que leurs variantes technologiques (hyperdocuments, hypertextes, hypermedia, mais aussi supports plus traditionnels : livres, cassettes audio, films...), sans qu'il soit nécessaire, au niveau conceptuel, de préciser la nature physique de ces supports.

3) Finalité des documents

Au-delà de leur définition et de leur description fonctionnelle, la caractéristique majeure des documents concerne les objectifs que remplissent ces objets, leurs spécificités, c'est-à-dire en définitive leur finalité.

L'analyse des hyperdocuments existants fournit au moins une réponse partielle à ces questions. On trouve ainsi dans /BAL 90/ :

> *"Conserver, retrouver l'information n'est pas suffisant. Pour qu'elle puisse être utile, il faut qu'elle puisse être exploitée, c'est-à-dire traitée et rapprochée d'autres de façon à produire de l'information nouvelle. Produire du sens n'est, pour l'essentiel, que rapprocher des informations disparates jamais rassemblées auparavant."*

Ainsi, on peut caractériser un document comme une machine à produire du sens par juxtapositions, toutes porteuses de significations, de fragments disparates d'informations.

Ces définitions, on le voit, font appel aux notions de significations, de sens, d'informations. Celles-ci ont été définies avec précision au cours du chapitre **I**. Leur intégration dans le modèle systémique du récepteur a été par ailleurs réalisée au cours du chapitre **II**. A ce stade, "générer une signification", "produire un sens" sont des expressions qui possèdent une interprétation scientifique précise. Grâce à l'approche

systémique développée et au modèle du récepteur proposé, elles renvoient en effet à des variables précisément localisées dans le processus communicationnel, et dont l'"information" modifie l'état et/ou l'instance.

En termes de processus, il apparaît que le document est un système correcteur dont le rôle est d'influencer, de faire évoluer une ou plusieurs variables d'état caractéristiques du récepteur-cible. Il faut, dès lors, intégrer de façon déterminante le modèle du récepteur-cible lors de la conception du document. En effet celui-ci n'a pas d'autre raison d'être que d'agir (au sens d'action correctrice) sur son usager. Cette action attendue se doit de figurer de manière explicite dans le modèle conceptuel du document, et ceci à tous les niveaux possibles. **Cette réflexion pose le problème de la nature d'un modèle conceptuel pour le document**.

4) Modèle conceptuel usuel des documents

Il n'existe pas de modèle conceptuel intégrateur pour "le document". En effet, il est possible de répertorier un certain nombre d'outils employés couramment, mais qui se révèlent tous spécifiques à un mode d'expression particulier.

Ainsi l'expression textuelle fait usage du "plan" pour structurer les différentes parties articulées constituant le document. Ce plan est mis à la disposition de l'utilisateur au moyen d'un "sommaire". Il est notable que, grâce à l'existence du sommaire, l'usager peut consulter directement une section du document située n'importe où sur son support. Ainsi est apparue la séparation entre l'implantation physique des données sur le support et les modes de consultation. Si la lecture séquentielle demeure la plus probable par culture ou par tradition, tous les parcours deviennent par ce biais virtuellement possibles, même dans le cas d'un discours linéaire. Le dispositif encyclopédique constitue la forme la plus élaborée conforme à ce principe.

L'expression imagée, picturale, photographique, etc... recourt quant à elle à l'esquisse, qui a pour objet de structurer les lignes de force de la composition et d'harmoniser les différentes parties constituantes du dispositif final. De même que le plan contrôle l'évolution du discours dans un texte qui, normalement, doit être lu séquentiellement, de même les lignes de force d'un tableau constituent le guide des saccades oculaires à travers lesquelles le spectateur conduit son exploration visuelle. Toutefois, la liberté lui est laissée de réaliser une exploration anarchique, suivant une séquence qui lui est totalement personnelle et que le peintre n'aurait certainement pas prévue.

Enfin, l'audiovisuel utilise le "scénario" comme modèle de conception. Celui-ci adopte au cours de son existence des formes variées. Une remarque s'impose. Le mode de consultation de l'audiovisuel est, lui, exclusivement linéaire et séquentiel. Beaucoup comparent son flot d'images et de sons à un robinet largement ouvert, sur lequel l'utilisateur n'a pas d'autre possibilité d'intervention que de le fermer. Cette tradition de

la lecture linéaire, héritée de la culture écrite, confortée avec l'audiovisuel, demeure un modèle de pensée unique dans nombre d'esprits.

A l'opposé, la culture écrite de large diffusion, c'est-à-dire la presse, a diversifié les modes exploratoires, en introduisant des procédures parallèles de consultation. Ainsi les pages de nos journaux et magazines présentent simultanément un corps d'article principal, mais aussi des notes en bas de page, des renvois, des intertitres clairement visibles, des condensés en marge, des illustrations, des encadrés, etc... Par parallélisme, il faut entendre coexistence de modes de parcours différents, constitués au gré du lecteur, ce qui est une forme d'interactivité. Toutefois, des modèles conceptuels de ce genre de structure ne semblent pas exister, puisque les outils de P.A.O. (pré-presse assistée par ordinateur) sont fondés sur une construction de la page finie. Ils sont donc asservis au support de diffusion et ne disposent pas de modélisation du contenu indépendante de l'implantation physique des données.

Signalons que le principe de situation dans la structure générale, analogue à une référence permanente au "sommaire", semble une idée qui se diffuse au-delà du monde de l'écrit, puisqu'on en trouve depuis quelques temps une illustration audiovisuelle dans le journal télévisé de France 3 (journal du soir).

Quoi qu'il en soit, il apparaît que **la notion de modèle conceptuel ne prévaut pas dans la plupart des documents, et encore moins celle de modèle conceptuel intégrateur, commun à tous les documents** indépendamment du medium utilisé par la suite.

II-3 : INTRODUCTION DE NOUVEAUX CONCEPTS POUR LE SCENARIO

1) Préambule : concept étendu de scénario pour le document

La partie précédente a montré que **le scénario constitue l'outil qui supporte le processus d'élaboration d'un récit passant par différents stades, de l'idée de départ au script final**. Les différentes formes adoptées par le scénario cinématographique ont été répertoriées. Elles montrent que chaque expression du scénario correspond à une phase déterminée de la conception, s'adaptant ainsi aux besoins successifs d'un processus évolutif.

La question posée désormais consiste à définir un concept de scénario "étendu" incluant les documents de technologie nouvelle, tels que les interactifs ou les documents de réalité virtuelle. Des écueils importants surgissent rapidement. L'ouvrage de Jean-Baptiste Touchard /TOU 93/ peut servir de référence pour les mettre en lumière.

> *"Si le travail a pour but ultime de devenir un CD-Rom, il devra tout d'abord être admis par le producteur, discuté avec l'éditeur et le*

réalisateur, et réalisé par les informaticiens et techniciens chargés de produire les données. Le concepteur utilise des moyens d'expression devant lui permettre d'être clairement compris par tous."

La fonction du scénario "interactif" reconnue par Touchard est conforme aux définitions précédentes : il s'agit d'un modèle apte à servir de document de travail au cours des différentes phases du programme. Mais la suite surprend.

"En tout état de cause, le concepteur qui commence une ébauche de story-board et un scénario, doit produire plusieurs sortes de documents :

- l'organigramme général du titre,

- le story-board,

- le scénario, précisant chaque page du story-board, chaque case de l'organigramme, chaque bouton, chaque animation, chaque son, chaque image, chaque fonction du programme.

On commence par une vision générale (dans le scénario, on ferait un rough de l'écran avec tous les boutons) -un rough est un dessin grossier, c'est-à-dire non finalisé, destiné à la communication d'une idée. Puis on reprend un à un chacun des boutons, graphiquement bien découpé pour indiquer exactement où il est sensible. Ensuite, en quelques lignes, on indique ce qu'il est supposé faire.

Si l'on en croit cette citation, des descriptions très précises, relevant de l'état défini du produit (story-board, rough, etc...) doivent apparaître dès le début de la conception, à l'ébauche. C'est dire que les phases d'identification du besoin, analyse fonctionnelle et conception préliminaire sont escamotées, et que l'élaboration débute avec la conception détaillée. De plus, il est probable que le terme "organigramme" désigne la configuration des enchaînements possibles, correspondant au schéma navigationnel au sein d'une structure de type arborescent. Ce terme renvoie donc implicitement à un choix spécifié de solution, qui est loin d'être le seul choix possible. Une fois encore, la solution technique est déterminée a priori, sans recherche préliminaire des réels besoins de l'usager. L'usage du terme "bouton" révèle davantage encore une réflexion en termes de solutions concrètes plutôt qu'en termes de besoins.

Enfin, la liste et la description exhaustive des pages-écrans, des animations, des sons, des images, renvoie cette fois à des données, c'est-à-dire les composantes physiques consignées sur le support, ce qui est la phase ultime de conception, très éloignée du niveau conceptuel de départ.

L'un des problèmes majeurs, révélé ici, est l'absence d'analyse préliminaire et de modélisation conceptuelle pour les produits récents relevant des nouvelles technologies. Avant de proposer des solutions, rappelons que, dans la phase de

conception préliminaire,

- le scénario n'est pas un modèle des données physiques implantées sur le support,
- le scénario n'est pas un modèle de navigation pour l'utilisateur futur du produit,
- le scénario est la traduction concrète de la représentation mentale que se fait le scénariste de son produit tout au long de la conception /CHA 92b/. Cette traduction nécessite un mode de représentation précis, sous forme de modèle, et un formalisme, pour être transmissible et compréhensible par de multiples intervenants.

Ainsi que l'indiquait Michel Colin à la fin de son dernier ouvrage /COL 92/ :

> "*Le fait de ne pas pouvoir représenter des images en mouvement dans une analyse de film ne pose bien entendu pas plus de problème que le fait de ne pas pouvoir représenter, autrement que par ce simulacre qu'est une formule comme H2O, la structure moléculaire de l'eau n'en pose à la chimie. Le problème de l'analyse des films n'est pas celui des simulacres mais celui de la représentation des données*."

Dans un langage légèrement différent de celui proposé ici, on voit que c'est toute la question du modèle qui se pose.

Le "scénario" étendu est le modèle du document à réaliser, intégrant les fonctions d'interactivité et de virtualité.

2) Nouvelles contraintes à prendre en compte pour le scénario étendu

Il convient d'examiner plus précisément ce qu'impliquent les deux notions d'interactivité et de virtualité.

Tout d'abord, l'interactivité désigne la faculté donnée à l'utilisateur de modifier le déroulement de l'application. C'est un concept assez ancien, apparu dès la seconde génération de programmes informatiques. En effet, à la première génération, l'utilisateur lançait l'exécution d'un programme à travers la commande RUN. Dès lors, il ne pouvait plus rien faire, sinon attendre son achèvement, ou l'interrompre brutalement, sans possibilité de reprise ultérieure. Les programmes sont devenus interactifs dès que leur programmation a permis l'introduction de valeurs, en temps réel, par l'utilisateur. La poursuite du programme était suspendue en attente de la réponse, puis reprenait son exécution normale.

Embryonnaire au début, le concept d'interactivité a été largement étendu. L'arrivée massive des interfaces graphiques, l'accroissement des performances matérielles a vu l'hégémonie des menus déroulants, des choix multiples parmi des sélections de fonctionnalités diverses proposées par le programme. Ces particularités constituent les caractéristiques auxquelles nos logiciels contemporains ont accoutumé tous leurs usagers.

Dans le domaine du produit d'information, le terme d'interactivité fait écho dans

beaucoup d'esprits à cette faculté de sélection parmi un ensemble de possibles à un noeud donné du programme, traduite par l'idée de "choix-menu". C'est une limitation de fait, puisque l'interactivité recouvre en principe toutes les façons d'interagir avec l'environnement proposé.

C'est pourquoi la notion de virtualité est ajoutée à celle d'interactivité. Elle est quelque peu redondante. Mais les applications dites de réalité virtuelle comportent la possibilité pour l'utilisateur d'être présent virtuellement dans l'espace de la représentation et d'agir de multiples façons dans et sur un environnement fictif généré par l'ordinateur. Le monde fictif, et donc fictionnel, dispose d'un ensemble de possibles et de circonstances dans lesquels l'utilisateur est plongé, et qu'il peut orienter et gérer selon ses désirs propres.

On semble se trouver très loin de la construction d'un récit, sous forme de succession déterministe de péripéties, où l'utilisateur n'apparaît que de façon sous-jacente, mais jamais explicitement. Ici, l'application finale n'est pas la construction d'un document figé à partir de différentes données, mais un environnement de navigation et d'interaction avec un milieu mis en scène pour produire de l'information. D'une part, la prise en compte de l'usager en tant que personnage actif est cette fois explicite. D'autre part, aucune occurrence d'état n'est figée, puisque tout dépend des actions de l'utilisateur à chaque instant. Par conséquent, le scénario virtuel introduit un ensemble de "possibles", qui ne se produisent véritablement que sous certaines conditions parmi lesquelles les actions de l'utilisateur sont prépondérantes.

Une artiste a ainsi réalisé en 92 un dispositif interactif dans lequel un Minotaure modélisé et représenté en images de synthèse 3D réagissait aux comportements des spectateurs dans la salle (disposition dans l'espace, nombre de personnes, niveau de bruit, et ainsi de suite, toutes données saisies sur les lieux de l'exposition par des capteurs appropriés et traitées en temps réel par le calculateur supportant le programme du Minotaure). On voit sur cet exemple comment l'interactivité peut désigner tout autre chose que des choix-menu ou des clics souris sur des boutons.

Rappelons que le processus de conception-réalisation doit permettre de passer d'un scénario écrit à un scénario informatique non-linéaire, concrétisant les différentes articulations souhaitées. **La difficulté consiste à concevoir et formaliser un scénario comportant des fonctions d'interactivité et de virtualité**. En supposant le problème résolu, le scénario conçu est ensuite le document de référence pour toutes les phases postérieures du cycle de vie du produit.

3) Apport de la sémiologie générative pour le concept de scénario étendu

Une fois de plus, **il est inutile d'engager des supputations fantaisistes sans fonder la réflexion sur les travaux réalisés dans le domaine de la construction cinématographique.**

"*Un des traits spécifiques les plus évidents du cinéma est d'être un*

> *art de la combinaison et de l'agencement (un film mobilise toujours une certaine quantité d'images, de sons et d'inscriptions graphiques, dans des arrangements et des proportions variables). C'est ce trait que recouvre pour l'essentiel la notion de montage, et l'on peut donc noter d'emblée qu'il s'agit là d'une notion tout-à-fait centrale dans toute théorisation du cinéma*."

Aumont /AUM 83/ introduit ainsi l'étude théorique du cinéma par le biais de l'étude du montage. Cependant, les théories du montage n'ont pas une rigueur scientifique qui laisse espérer une quelconque modélisation de leur formulation. En effet, les grammaires du cinéma construites sous l'angle du montage s'avèrent être des grammaires normatives. Elles se contentent de réunir un certain nombre de recettes, de "supposés bons usages".

C'est vers la sémiologie qu'il faut se tourner, car elle reprend la problématique du montage sous un angle plus théorique. La sémiologie structuraliste fut la première à se pencher sur l'étude des modèles. L'intérêt de la Grande Syntagmatique de Christian Metz /MET 68/, /MET 71/ est indiscutable du point de vue de l'analyse. Quoiqu'amplement controversée par la suite, elle reste d'un apport essentiel, car elle a inauguré une voie de recherche en jetant les bases des travaux sur la modélisation filmique. Toutefois, elle présente une carence importante vis-à-vis des directives propres à la démarche qualité. En effet, la Grande Syntagmatique traite de manière transparente la construction narrative, se concentrant sur la construction filmique. Metz n'atteint le concept narratif qu'à travers un va-et-vient permanent entre la forme filmique et l'histoire qui y est véhiculée. Car l'analyse contraint par principe à se situer au niveau du produit défini (et même du produit vivant), ne permettant que très difficilement une remontée jusqu'au niveau conceptuel.

C'est précisément l'intérêt de la sémiologie générative de dépasser cette difficulté, en rejetant entre autres la notion de corpus sur laquelle se fonde l'approche structuraliste. Le but n'est pas d'étudier un certain type de films achevés, mais bien l'ensemble des films possibles, conçus ou concevables.

Ceci conduit Dominique Chateau /CHA 86/ à séparer explicitement les composantes narratives et filmiques du message.

> "*On peut représenter une narration filmique de deux manières : comme un certain arrangement de plans ou comme une certaine succession d'actions, et on peut se demander quels rapports entretiennent ces deux niveaux*."

La logique des actions impose des contraintes de causalité narrative sur l'agencement des séquences. Il existe des super-structures narratives dont il faut tenir compte pour la construction et la compréhension du message filmique. La description narrative utilise, pour Chateau, la logique des prédicats. Dans un deuxième temps, la proposition narrative est traduite en structure filmique à travers un processus de transformation

propre.

Les besoins de la modélisation conceptuelle imposent d'adopter la proposition de la sémiologie générative : il convient d'effectuer la conception de la structure théorique ("narration" correspondant à l'état spécifié du produit) avant de la transformer en projet de données physiques organisées (correspondant à l'état défini).

A la suite de Dominique Chateau, John Marie Caroll pose que le point de départ de la construction d'une séquence cinématographique est une structure événementielle, qui est ensuite transformée en segments cinématographiques. Il décrit la composante événementielle du produit par :

(E) === N + Sq

E est la structure événementielle,

N représente les éléments nominaux, c'est-à-dire les personnages et les décors,

Sq représente les éléments séquentiels, c'est-à-dire les actions.

De plus, chaque séquence événementielle Sq peut être décrite comme une séquence d'actions. Les actions peuvent à nouveau être décomposées en sous-actions.

Les propositions de Caroll constituent la base essentielle sur laquelle un modèle plus complexe va être construit. Elles reposent sur le principe de la transformation d'une structure profonde ou événementielle à une structure de surface ou filmique.

4) Modélisation orientée-objet de la diégèse : potentiel scénaristique

Le concept de diégèse couvre assez bien la notion de potentiel scénaristique pour le scénario étendu. En effet, des travaux antérieurs /MAR 94/ ont permis, à partir de la bibliographie, de proposer une nouvelle définition de la diégèse.

Définition : la **diégèse** est tout ce qui appartient, dans l'intelligibilité du film, au monde supposé ou proposé par le récit. C'est un monde virtuel, peuplé d'entités, et régi par des lois internes.

Définition : les **entités** sont des objets, choses ou personnages réels ou imaginaires, qui participent à l'évolution et/ou à la description de l'environnement.

Si la diégèse est le monde virtuel dans lequel évoluent les entités, et possédant des règles propres qui contrôlent les actions de ses entités, on voit que la description de la diégèse se confond avec la description du potentiel scénaristique dans un scénario interactif ou de virtualité.

L'idée nouvelle proposée ici consiste à adopter une représentation orientée-objet de la diégèse. D'après la définition ci-dessus, les entités de la diégèse sont déjà des objets au sens du modèle objet. Cela signifie qu'ils sont décrits par un ensemble de

faits qui leur sont propres. Les faits sont de deux natures :

- les faits déclaratifs sont des caractéristiques permanentes et inertes de l'objet,
- les faits procéduraux sont des fonctions qui peuvent s'appliquer à l'objet. Les fonctions confèrent des aptitudes dynamiques à un modèle à base de faits. Elles peuvent représenter une action s'exerçant sur une autre entité de la diégèse.

En comparaison avec la notation de John Marie Caroll, on a cette fois :

$$(P) \Leftrightarrow \langle BF(Bfd(e), Bfp(e), \forall e \in E); BR \rangle$$

P est l'ensemble des potentialités événementielles de la structure,

E est l'ensemble des entités de la structure événementielle,

e est une entité quelconque appartenant à l'ensemble E,

BF désigne l'ensemble de la base de faits,

BR désigne l'ensemble de la base de règles,

Bfd(e) est l'ensemble des faits déclaratifs se rapportant à l'entité e,

Bfp(e) est l'ensemble des faits procéduraux se rapportant à l'entité e.

L'intégration de la modélisation orientée-objet permet de prendre en compte la notion de classes génériques et d'instances de classe. Elle ouvre à la possibilité de construire des bases de connaissances informatiques adressables. Ainsi, si le système connait la classe "chien" par :

classe chien	Bfd(chien)	- race
		- taille
		- couleur poil
		- longueur poil
		...
	Bfp(chien)	- marcher
		- courir
		- sauter
		- japper
		- aboyer
		- mordre(e)
		- poursuivre(e)
		...

alors Bill, le célèbre cocker de la bande dessinée, est une instance de la classe chien qui hérite de tous les faits procéduraux de la classe, et dont il suffit d'instancier les faits

déclaratifs pour en compléter la description :

Bfd(Bill = chien)
- race = cocker
- taille = moyen
- couleur poil = roux
- longueur poil = long

etc...

En outre, le principe des héritages multiples permet à Bill d'hériter également de caractéristiques propres à une classe particulière que l'on appellera "humanoïdes", dont les membres pensent, réfléchissent, parlent, réagissent, agissent comme les êtres humains. Depuis Jean de La Fontaine, les animaux relèvent de la classe humanoïdes, mais la science fiction du XXème Siècle leur a adjoint les robots, extra-terrestres, êtres galactiques, et autres personnages fictionnels qui, dans le fond, nous ressemblent beaucoup. La richesse de l'approche objet permet ainsi la création d'entités originales obéissant à des spécificités propres, mais pouvant dans une large mesure dériver d'entités génériques qui enrichissent leurs capacités.

De plus, la modélisation à partir de base de connaissance permet d'utiliser les instances par défaut, évitant à l'utilisateur de les introduire individuellement lorsqu'elles n'ont pas de valeur spécifique.

Cette dernière caractéristique correspond exactement à la façon dont un auteur construit l'image mentale qu'il se fait de sa structure événementielle. Ainsi, il pourra faire intervenir un chien à un moment donné. L'absence de détails complémentaires, correspondant à une instanciaion par défaut, prouve qu'aucune caractéristique particulière n'a d'importance dans la structure narrative. C'est un chien conforme à ce que chacun sait usuellement des chiens. Il répond au concept de chien. L'auteur s'appuie de fait sur l'implicité grâce à laquelle le lecteur importe son idéologie personnelle du chien dès la lecture, que celle-ci soit verbale ou iconique. En revanche, des traits précis sont spécifiés s'ils ont une action ou une fonction événementielle. Ainsi sait-on peu de choses de Julius le Chien dans la saga des Malaussène de Daniel Pennac, à part qu'il est épileptique et que ses crises annoncent de grands malheurs pour la famille. Il est intéressant de se reporter au récit littéraire, car les détails non spécifiés sont effectivement inconnus, alors que le récit cinématographique, par la dictature des images, impose de voir sans que le spectateur ne sache a priori ce qui est signifiant et ce qui ne l'est pas (ou l'est moins).

La base de règles complète la description de la diégèse. Les règles expriment les contraintes limitant les actions repertoriées dans les fonctions de la base de faits procéduraux. Elles régulent le comportement des objets dans la diégèse, et ont pour but d'éviter les situations impossibles ou les impasses. Elles assurent la validité et la fluidité de la diégèse.

L'expression des bases de faits déclaratifs et procéduraux couvre les deux composantes de la structure narrative : respectivement état et action. En outre, la base de règles régit le déroulement des actions exercées par les entités au sein de la diégèse.

Cette présentation des concepts génériques est à l'évidence rapide et extrêmement superficielle. Leur étude détaillée pourrait faire l'objet d'une thèse à part entière. Ce n'est pas l'objet dans ce cadre. Rappelons que le but poursuivi consiste simplement à circonscrire les éléments structurants pour les documents assurant le suivi et la traçabilité du cycle de vie d'un produit conformément à une approche qualité.

L'une des forces du modèle proposé est que l'utilisateur figure parmi les entités de la diégèse. Ses possibilités d'interaction avec les autres entités sont donc prises en compte dès la description du potentiel scénaristique du produit, à travers la liste des fonctionnalités procédurales qui lui sont octroyées. De même, les fonctions que les entités de la diégèse exercent sur l'utilisateur (conformément à l'analyse fonctionnelle) peuvent également figurer explicitement dans le modèle conceptuel.

II-4 : MACRO-STRUCTURES NARRATIVES DECRIVANT L'ARCHITECTURE DU SCENARIO

1) Préambule : concept de séquence

Le principe d'une représentation orientée-objet de la diégèse a été admis. Celui-ci comporte de grands avantages. Il inscrit en particulier une dimension dynamique dans la description des entités participant à la diégèse, puisque les faits procéduraux consignent des interactions possibles entre entités.

Toutefois, la description à base de faits et base de règles se limite à un répertoire des "possibles" de la structure événementielle. Elle a été utilisée comme modèle de "potentiel scénaristique". Elle consigne l'ensemble des "virtualités théoriques" du scénario, mais pas le scénario lui-même. En effet, à cet état de la description, aucun enchaînement, aucune architecture n'existe encore. Il faut ajouter cette dimension supplémentaire pour parachever le modèle général du scénario étendu.

Pour cela, le concept de séquence structure le scénario réel. Constatons une fois de plus que le terme est conforme aux usages de la production cinématographique. Toutefois, le concept n'est pas très précis, et les définitions des théoriciens du cinéma divergent suivant les auteurs. Pour éviter toute ambiguïté, la construction d'un modèle totalement défini nécessite une redéfinition du concept de séquence.

Définition : une **séquence** est un segment narratif correspondant à une période de temps pendant laquelle l'environnement reste stable, c'est-à-dire que la description de son contenu ne nécessite pas de nouveaux facteurs.

Ainsi, à partir des bases de faits et de règles décrivant le potentiel scénaristique de la structure événementielle, il suffit de déterminer un ensemble de conditions initiales, propres à l'état de départ, pour introduire la séquence initiale. Cette séquence est par définition dynamique. Les entités peuvent interagir grâce aux fonctions disponibles dans la base de faits procéduraux, en respectant les contraintes de la base de règles. Il peut donc se passer quantité de choses au cours de la séquence par l'intermédiaire des fonctions. Toutefois, la séquence reste identique tant que la description est identique, c'est-à-dire que l'état n'a pas évolué.

Il s'avère nécessaire d'introduire de nouveaux outils conceptuels pour circonscrire mieux la notion de séquence.

2) Concepts de circonstance, de conjoncture et d'événement

Les concepts de circonstance, de conjoncture et d'événement sont introduits pour expliciter les transitions entre séquences.

Définition : une **circonstance** est une particularité d'un fait, qui caractérise une configuration déterminée, constituant l'une des modalités conditionnelles d'occurrence d'un événement.

Définition : une **conjoncture** est un état particulier qui résulte d'une conjonction de circonstances données, telle que cette conjonction soit considérée comme le point de départ d'une évolution ou d'une action.

Définition : un **événement** est par définition ce qui arrive, c'est-à-dire l'évolution ou l'action qui fait progresser le scénario d'un état donné (c'est-à-dire d'une séquence donnée) à l'état suivant (i.e. la séquence suivante), suite à l'occurrence d'une conjoncture qui déclenche la transition.

Ainsi, le scénario progresse à travers une suite d'événements déclenchés par l'occurrence des conjonctures qui les conditionnent.

3) Macro-structures narratives

Les concepts proposés permettent de bâtir un modèle de scénario faisant apparaître des macro-structures narratives.

L'entrée en action de la narration nécessite une conjoncture de départ. Celle-ci précise en particulier les valeurs initiales nécessaires au démarrage de la structure événementielle. Le premier événement de la structure est précisément le démarrage. La première séquence de tout scénario s'appuie donc sur l'état de départ résultant de la conjoncture initiale.

Dès lors, au cours de la séquence de base, les entités présentes dans sa description interagissent, évoluent, se transforment. Un ensemble vaste et varié de circonstances ne cesse d'apparaître, de se modifier, de disparaître. Cela ne perturbe

aucunement le déroulement de la séquence, jusqu'à ce que survienne une conjonction particulière de circonstances précises, caractérisant une conjoncture qui a pour effet de déclencher un événement. Celui-ci effectue l'évolution du scénario par transition vers un nouvel état narratif.

Ce nouvel état est à son tour maintenu, jusqu'à l'occurrence d'une nouvelle conjoncture qui, grâce à un nouvel événement, fait progresser le scénario vers un nouvel état, et ainsi de suite jusqu'à la conjoncture finale. Ainsi apparaît le découpage du scénario en macro-structures narratives. La figure ci-dessous schématise ce découpage.

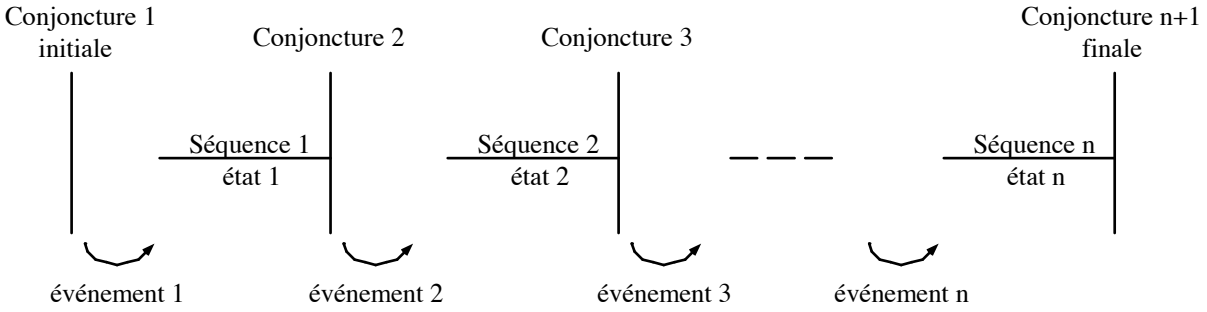


Figure IV-2 : *Schéma de construction en macro-structures narratives.*

Le dispositif incrémental régissant l'architecture générale du scénario est manifeste. De plus, le procédé est récursif. En effet, une séquence, manipulée dans un premier temps comme un segment narratif insécable, peut ensuite être décomposée en sous-séquences, lorsque des sous-conjonctures produisent des sous-événements ou sous-actions correspondant à un niveau de description plus profond.

Par ce moyen, **le modèle permet une conception progressive, par un processus structuré descendant du plus général au plus particulier**.

4) Application à la modélisation de Tetris

Afin de rendre la méthodologie plus claire, **il est bon d'envisager la mise en oeuvre des concepts proposés**, de façon à attester leur aptitude à modéliser les scénarii interactifs et de virtualité.

Pour ce faire, le jeu interactif Tetris est retenu en raison de son universalité qui permet d'en éviter la description. En effet, il n'est pas incongru de supposer que tous les lecteurs du présent document connaissent Tetris.

Potentiel scénaristique : base de faits

e1 : entité 1 = utilisateur

Bfp : - faire pivoter (e2) de 90°

- déplacer (e2) d'une unité vers la gauche
- déplacer (e2) d'une unité vers la droite
- accélérer la descente (e2)

e2 : entité 2 = forme

Bfd : - forme constituée de 4 unités noires (tirée au hasard parmi 4 formes possibles suivant une procédure pseudo-aléatoire)

Bfp : - descendre à la vitesse V

e3 : entité 3 = décor, espace de jeu

Bfd : forme rectangulaire découpée en unités blanches

C unités horizontales = C colonnes

L unités verticales = L lignes

Potentiel scénaristique : base de règles

Règle 1 : lorsqu'une unité noire constituant la forme e2 touche le bord gauche de e3, l'action déplacer(e2) d'une unité vers la gauche est inhibée.

Règle 2 : lorsqu'une unité noire constituant la forme e2 touche le bord droit de e3, l'action déplacer(e2) d'une unité vers la droite est inhibée.

Règle 3 : lorsqu'une unité noire constituant la forme e2 touche le bas de e3, l'action descendre à la vitesse V est interrompue.

Règle 4 : lorsqu'une unité noire constituant la forme e2 entre en contact verticalement avec une autre unité noire, l'action descendre à la vitesse V est interrompue.

Règle 5 : lorsque toutes les cellules d'une ligne sont noires, la ligne est supprimée et toute la figure translate d'une unité vers le bas. Des points sont attribués au joueur.

Conjoncture initiale

- choix d'une vitesse V déterminant le niveau du jeu,
- C et L sont fixes,
- initialisation des procédures pseudo-aléatoires.

Evénement initial

- tirage pseudo-aléatoire = une forme arrive et commence à descendre.

Conjoncture médiane

- la forme en cours ne peut plus descendre, elle est arrêtée.

Evénement médian

- nouveau tirage pseudo-aléatoire = une nouvelle forme arrive et commence à descendre.

ou Evénement final

- nouveau tirage pseudo-aléatoire = une nouvelle forme arrive mais ne peut pas descendre, elle est tout de suite arrêtée.

Conjoncture finale

- les scores sont mémorisés, la partie est arrêtée.

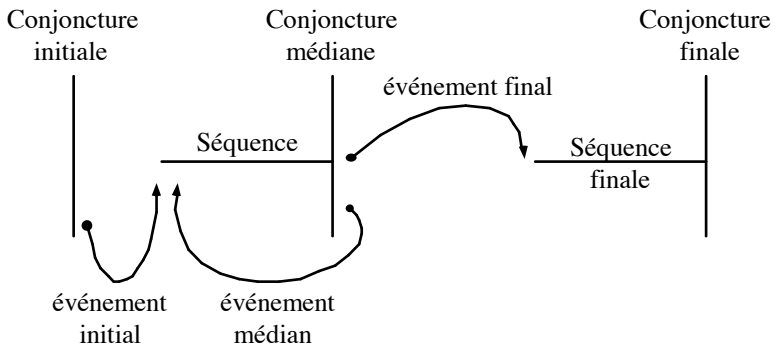


Figure IV-3 : *Macro-structure narrative du jeu Tetris.*

Ce premier exemple prouve l'aptitude du modèle proposé à décrire le scénario conceptuel d'un jeu interactif. De plus, il met en évidence le fait que la structure linéaire d'enchaînement des séquences, présentée dans la figure précédente, n'est qu'un cas particulier. En effet, la figure associée à l'exemple ci-dessus représente une structure en boucle. On voit donc que **le modèle permet**, à travers les retours, les bouclages, et les multiples configurations d'enchaînements possibles, **une infinité de macro-structures narratives différentes**.

II-5 : BILAN

La préparation d'un contenu informationnel, prenant la forme de données structurées dans le but de concevoir un applicatif accessible à l'usager au moyen d'une consultation interactive, consiste à constituer et/ou organiser la construction proposée à l'utilisateur. Le terme "document" désigne la structure complexe architecturant l'ensemble de sous-parties constituantes de niveau moindre, elles-mêmes

décomposables jusqu'au niveau de la donnée élémentaire.

La conception d'un document vise à élaborer la structure en question, en totale indépendance vis-à-vis de l'objet physique final, pour lequel la réalisation associe des données physiques perceptibles aux objets conceptuels. La phase de conception préliminaire nécessite un support de représentation de la structure conçue. Celui-ci prend la forme d'un modèle conceptuel.

Dans le cadre du document cinématographique, le scénario constitue l'outil de modélisation qui supporte le processus d'élaboration du récit, depuis l'idée initiale jusqu'à la forme finale de continuité dialoguée. Cette partie a proposé un modèle pour le scénario étendu, intégrant les fonctions d'interactivité et de virtualité. Celui-ci repose sur le principe de transformation d'une structure profonde, ou événementielle, en une structure de surface.

Le potentiel scénaristique adopte une représentation orientée-objet, dans laquelle les entités de la diégèse sont les objets décrits par un ensemble de faits déclaratifs et procéduraux. Les faits procéduraux confèrent des aptitudes dynamiques au modèle. Ils représentent des actions potentielles, sur lesquelles portent des contraintes répertoriées dans la base de règles. De plus, l'utilisateur figure explicitement parmi les entités de la diégèse : ses interactions potentielles avec les autres entités sont ainsi décrites dans la base de faits, à travers la liste des fonctionnalités procédurales qui lui sont octroyées.

La description de la diégèse comporte ainsi les deux composantes principales du potentiel scénaristique, à savoir respectivement états et actions. La logique des actions introduit des enchaînements narratifs influençant l'organisation des séquences entre elles. Le scénario lui-même est une architecture de macro-structures narratives, dans lesquelles des conjonctures, identifiées comme association logique de circonstances déterminées, déclenchent des événements qui font progresser la narration d'une séquence donnée à la suivante. Le terme séquence désigne alors un segment narratif correspondant à une période de temps pendant laquelle l'environnement reste stable.

Une multitude d'enchaînements possibles entre les constituants élémentaires montre que le modèle permet une infinité de macro-structures narratives différentes, grâce aux retours, aux boucles et aux configurations variées de connexions possibles. La structure séquentielle n'est qu'une éventualité particulière parmi un nombre infini de constructions potentielles. L'adoption d'un formalisme graphique et d'une symbolique associée permet en outre une représentation contrôlable visuellement, et aisément transmissible.

Les éléments introduits, bien qu'en nombre restreint, permettent malgré tout une très grande richesse créative. Le modèle proposé est ainsi conforme aux exigences de généricité, traduites par Noam Chomsky /CHO 69/ par :

"la capacité qu'a l'homme de former de nouveaux énoncés en nombre illimité à partir d'un nombre limité de règles".

La partie suivante vise à montrer à la fois le caractère intégrateur du modèle proposé, ainsi que sa généricité, à travers son exploitation dans des contextes applicatifs variés.

I - OPTIQUE PROGRAMME POUR LA CONCEPTION DES PRODUITS D'INFORMATION 310

II - SCENARIO ETENDU POUR LA MODELISATION CONCEPTUELLE DES HYPERDOCUMENTS 330

III - SCENISTIQUE : DEFINITION D'UNE METHODOLOGIE D'AIDE A LA CONCEPTION DE DOCUMENTS

III-1 : INTRODUCTION.....349

III-2 : PRINCIPES GENERAUX DE LA SCENISTIQUE.....350

III-3 : INTEGRATION DES OUTILS CLASSIQUES DE CONSTRUCTION D'UNE DIEGESE 355

III-4 : INTEGRATION DES OUTILS CLASSIQUES DE CONSTRUCTION D'UN RECIT 368

III-5 : BILAN.....377

III-1 : INTRODUCTION

Les éléments introduits permettent de modéliser conceptuellement un document interactif. Le travail s'effectue en deux temps :

- d'une part, la détermination d'un potentiel scénaristique correspondant à la description des différentes entités contribuant à la diégèse,
- d'autre part, la construction du scénario régissant la structure événementielle profonde du document à l'aide de macro-structures narratives.

Toutefois, si ces éléments suffisent à élaborer le scénario, c'est-à-dire un modèle conforme à la représentation mentale que se fait le concepteur du produit à naître au cours de sa conception, ils ne permettent pas d'assurer la conduite du projet dans ses phases ultérieures d'industrialisation et de production, qui finalisent l'état réel du produit.

Il est nécessaire tout d'abord de convertir la structure événementielle ou profonde du scénario en une structure de surface soumise à l'interaction sensorielle avec le spectateur. Cette contrainte génère le besoin d'outils supplémentaires. Les concepts de scénation, scénique et mise en situation sont élaborés pour répondre à cette attente.

L'ensemble ainsi complété constitue la méthodologie d'aide à la conception de documents, désignée globalement par le terme scénistique. Enfin, un examen des outils méthodologiques bien connus, dédiés à la construction de récits, montre que non

seulement ceux-ci sont en cohérence avec la méthode originale proposée, mais que de plus l'approche scénistique est intégratrice par rapport à eux. Cette étude démontre sa puissance, et clôt ce dernier chapitre.

III-2 : PRINCIPES GENERAUX DE LA SCENISTIQUE

1) Préambule : de l'ébauche au document achevé

Les concepts de circonstances, de conjonctures, d'événements et de séquences ont permis la construction d'un modèle de scénario étendu. Celui-ci prend la forme d'une architecture de macro-structures narratives faisant appel à la description orientée-objet de la diégèse, dont les entités sont soumises à des contraintes constituant la base de règles, et répondent à une description consignée dans la base de faits rassemblant faits déclaratifs et faits procéduraux.

Toutefois, la première partie de ce chapitre a montré qu'on ne peut en aucun cas considérer le scénario comme une forme figée, unique et/ou unitaire. Son rôle est d'accompagner la conception d'un document depuis l'ébauche préliminaire ou idée jusqu'à la forme achevée. Par conséquent, le scénario est appelé à se modifier, évoluer, se transformer tout au long du processus, pour répondre à sa fonction principale, à savoir un modèle apte à servir de document de travail au cours des différentes phases du programme.

La phrase ci-dessus révèle du reste la source des multiples confusions que l'on peut constater dans l'élaboration d'un produit de communication. En effet celui-ci, sous sa forme de produit réel et/ou vivant, est un document médiatisé. Il s'agit donc de concevoir un document. Rien n'est plus tentant que de le confondre avec les "documents de travail" antérieurs, suivant l'équation document=document en omettant les qualificatifs. La tentation se fait encore plus grande lorsque toute la démarche est informatisée, et que le concepteur travaille avec un ordinateur du début à la fin, i.e. de l'idée au produit fini. Voilà sans doute la raison pour laquelle, dans la conception multimedia, on voit souvent une maquette de produit avant l'analyse fonctionnelle, et une identification permanente entre le scénario et le contenu du produit en termes de données numérisées.

Rappelons une fois encore que, dans la phase de conception préliminaire,

- le scénario n'est pas un modèle des données physiques implantées sur le support,
- le scénario n'est pas un modèle de navigation pour l'utilisateur futur du produit,
- le scénario est la traduction concrète de la représentation mentale que se fait le scénariste de son produit tout au long de la conception.

Un mode de représentation précis, sous forme de modèle, et un formalisme, pour rendre le modèle transmissible et compréhensible par de multiples intervenants, ont été proposés en réponse à ce besoin. Toutefois, la dimension évolutive du scénario

au fur et à mesure de l'avancement dans le programme n'a pas été réellement traduite dans le modèle proposé. **Ce paragraphe vise à prendre en compte la caractéristique évolutive propre à un processus de construction dynamique**.

2) Concept de scénation

Tout d'abord, **le scénario** tel que nous l'avons défini **ne représente pas la structure proposée à la perception de l'utilisateur**. Le scénario modélise la structure profonde ou événementielle. Il convient d'évoluer vers la structure de surface, ainsi que la sémiologie générative a permis de le proposer.

Le scénario a été défini sous la forme d'une architecture de macro-structures narratives. Il a pour rôle de construire la narration : il représente en ce sens "l'histoire" que l'on raconte.

Mais le travail d'élaboration du document final ne s'arrête pas là. En effet, pour des raisons de commodité liées à la logique des actions, la trame narrative du récit est souvent construite dans un ordre strictement chronologique au départ. Mais dans l'élaboration du récit lui-même, c'est-à-dire la façon dont cette histoire est racontée, on peut recomposer une séquentialité déconstruite par rapport à celle de la chronologie (en faisant appel aux flashes-back ou retours en arrière, en usant du montage parallèle pour représenter en séquence des actions qui sont simultanées dans la diégèse, etc...). De plus, la narration peut s'appuyer sur des événements qui figurent dans la construction diégétique, mais que l'utilisateur ignore, car on ne les lui a pas révélés.

Il est notable que, dans la construction cinématographique, la forme finale du récit peut évoluer très tard dans le programme, bien après le scénario, à l'extrême fin du processus de réalisation. En effet, il est reconnu par tous que /CAR 90/ :

"*Un film se construit au montage*".

Souvent, des scènes tournées sont coupées au montage, l'ordre des scènes est parfois interverti par rapport aux prévisions du scénario. Dans certains cas, la construction-même du récit est bouleversée au montage (par exemple, le film "Mémoires d'un jeune con", initialement construit suivant un ordre chronologique, commence par la fin dans la version diffusée en salle, tout le film étant un flash-back aboutissant à cette action présentée en préambule).

Ceci montre qu'il y a une grande différence entre construire la logique des péripéties, et organiser les constituants du récit lui-même.

Définition : la **scénation** désigne la structure organisée d'événements et/ou d'états avec lesquels l'utilisateur est effectivement mis en interaction. Elle est constituée d'un ensemble de fragments extraits du scénario.

Notons que ce terme "scénation" est extrait de l'ouvrage de Michel Colin /COL 92/, page 132, où l'on comprend au fil du texte un sens proche de celui proposé ici,

sans que Michel Colin n'en ait donné de définition précise. Par ailleurs, la notion de fragment rapproche cette définition de la pensée d'Eisenstein /EIS 29/, lorsqu'il parle de prélèvement sur un réel agencé visant un montage productif.

Une différence majeure apparaît entre le scénario traditionnel et le scénario interactif. Dans le premier cas, l'utilisateur ne dispose d'aucune possibilité d'intervention sur l'enchaînement structurel des séquences qui lui sont proposées. La scénation résulte donc d'un choix délibéré de l'auteur, qui détermine une structure figée de récit. En revanche, dans le second cas, ce sont les actions de l'utilisateur, ses choix successifs et son comportement, qui élaborent la scénation en temps réel, au fur et à mesure de l'interaction. Par conséquent :

- l'auteur n'a pas de contrôle direct sur la scénation,
- chaque session d'utilisation peut donner lieu à une scénation différente pour un même utilisateur,
- deux utilisateurs différents sont confrontés à deux scénations différentes.

Ainsi, **en l'absence de fonctionnalités interactives, la scénation est déterministe et résulte de la conception de l'auteur** (éventuellement du montage qui achève la réalisation). **Dans le cas d'un produit interactif, la scénation n'est pas déterminée à l'avance et s'élabore au cours de la session interactive**. Elle peut être confondue avec le "parcours exploratoire de l'utilisateur" au sein de la structure définie par le scénario. La scénation correspond à la structure de surface, différente de la structure profonde du scénario. L'influence des modalités d'interactivité se traduit par des processus opposés de construction de la scénation.

3) Concept de scénique

Le scénario élabore la logique des péripéties de la narration, tandis que la scénation organise les constituants du récit lui-même. Lorsque la conception de l'un et de l'autre est achevée, on dispose du produit virtuel dans son intégralité : le document existe de façon parfaitement abstraite. C'est le texte de la pièce de théâtre, la partition musicale ; ce n'est ni une pièce, i.e. une "représentation théâtrale", ni un concert, i.e. une "représentation musicale".

Le terme représentation dans les appellations ci-dessus désigne le fait de transposer un document abstrait en une réalité concrète, perceptible par les sens physiques, et non pas seulement par le sens intellectuel que constitue la lecture (qu'elle soit verbale ou musicale). En toute rigueur scientifique, c'est plutôt la forme abstraite du document qui constitue une représentation (au sens du modèle) de la forme concrète. L'usage courant exploite donc la terminologie à l'envers.

Définition : la représentation abstraite du document est appelée le **texte** : elle utilise un formalisme de représentation adapté.

Définition : la **scénique** désigne le processus permettant de transposer le texte en une

réalité concrète : elle résulte de choix esthétiques, de contraintes pratiques ou financières, etc...

La scénique relève totalement de la réalisation, au sens audiovisuel du terme. C'est à ce niveau seulement que les personnages prennent corps, que les décors se concrétisent. En se référant à l'interprétation musicale ou théâtrale, on conçoit bien qu'un même texte peut supporter une infinité de scéniques différentes, selon le choix du "maître d'oeuvre" auquel on en confie la réalisation.

Dans le cas particulier des hyperdocuments, la scénique dispose d'un degré de liberté supplémentaire. En effet, elle prend en charge le choix du medium pour un fragment donné de la structure scénationnelle. Prenons un cas concret. Dans un CD-Rom consacré par exemple à Giraudoux, là où le scénario comporte un fragment "extrait d'Ondine", la scénique détermine :

- s'il s'agit d'un extrait du texte écrit de la pièce dans une présentation donnée,
- s'il s'agit d'un banc-titre présentant un extrait numérisé du manuscrit,
- s'il s'agit d'un extrait mis en voix par la lecture off de comédiens,
- s'il s'agit d'un extrait de pièce filmée, et dans quelle version,
- s'il s'agit d'une adaptation cinématographique d'Ondine,
- s'il s'agit d'une mise en scène "fraîche", c'est-à-dire réalisée spécialement pour le CD-Rom,
- etc.

L'influence de facteurs économiques, engendrant des coûts de réalisation liés à l'achat de droits ou à la rétribution de prestations, apparait clairement sur cet exemple. C'est pourquoi il est important de construire la scénique de façon autonome, car les choix de réalisation peuvent faire varier considérablement les coûts de production sans transformation notoire du scénario.

Toutefois, le scénario se doit d'être suffisamment souple, pour pouvoir admettre simplement les amputations ou les transformations (lorsque l'acteur principal décède avant la fin du tournage -cf IP5 de Beineix-, lorsque les héritiers détenteurs des droits moraux s'opposent à l'exploitation des oeuvres et/ou des documents malgré l'acquisition des droits artistiques, etc...).

Une nécessaire séparation entre la conception du scénario et la mise en oeuvre scénique a été mise en évidence. Elle ne signifie pas indépendance totale de l'un par rapport à l'autre. Ainsi les deux processus interfèrent, et peuvent s'influencer l'un l'autre. Par conséquent, ils ne sont pas effectués strictement en séquence, et des boucles de rétro-action doivent apparaître dans la structure globale régissant le cycle de vie du produit. Cette remarque conduit à compléter le cycle de vie générique proposé au début du présent mémoire, en ajoutant de multiples retours et des procédures parallèles. On pourra se reporter à /DUR 96/, /HUA 96a/, /HUA 96b/ pour connaître le détail de ces travaux.

On constate que la scénique peut transformer radicalement la nature du produit réel à partir d'un même scénario. Elle peut parfois en rendre la réalisation impossible, en particulier pour des problèmes de droits ou de coûts.

Concrètement, **la scénique détermine, sur la base du texte, les données physiques implantées sur le support dans le cas des hyperdocuments**.

4) Concept de mise en situation

Rappelons que le document est construit pour proposer de l'information à son utilisateur. L'étape précédente, la scénique, traite exclusivement les données physiques liées à la réalisation effective du scénario. **Cette partie s'attache à prendre en compte**, en vis-à-vis, **les paramètres liés à l'utilisateur dans la transformation du texte en réalité concrète**.

L'utilisateur figure explicitement dans le modèle de scénario étendu proposé précédemment. Dans le cas d'un scénario interactif ou de virtualité, il est doté d'une base de faits déclaratifs et procéduraux qui déterminent ses interactions possibles avec les autres entités de la diégèse. Les fonctions qui lui sont accessibles sont ainsi connues virtuellement, virtuellement seulement dans la mesure où leur description reste abstraite.

De la même manière que, pour les données du document, la scénique affecte une traduction concrète aux fragments abstraits du scénario, il faut envisager précisément comment l'interaction de l'utilisateur avec l'environnement du document va se traduire concrètement.

Définition : la **mise en situation** définit les modalités de la relation concrète entre l'utilisateur et les données du document /CHA 92b/.

C'est au niveau de la mise en situation, et seulement là, que la mise en oeuvre de telle fonction utilisateur sera liée à un bouton, à une icône, à un joystick, à un click, à un capteur direct, à un gant de données, à un casque d'immersion virtuelle, etc.

Une fois de plus, la séparation entre la conception du scénario, la mise en oeuvre scénique et la mise en situation apparaît nettement. Cette séparation concourt à la maîtrise qualité de la réalisation du document.

Le paragraphe précédent a évoqué les représentations théâtrales ou musicales pour fonder les concepts introduits. La mise en situation y correspond aux éléments définissant la relation du spectateur avec le spectacle (choix d'une église ou d'une "salle sèche" pour un concert, disposition des spectateurs à l'italienne ou autour des comédiens comme dans le théâtre élisabéthain, sonorisation ou non de la représentation, déplacement partiel de l'espace de jeu parmi les spectateurs suivant un principe de mise en situation qui était cher à Jean-Louis Barrault, ou au contraire concept contemporain de déplacement des spectateurs dans l'espace de jeu des artistes

au théâtre ou à l'opéra, etc...).

La situation a été définie au cours du chapitre 2 comme l'ensemble des relations concrètes qui, à un moment donné, unissent un sujet ou un groupe au milieu et aux circonstances dans lesquels ils doivent vivre et agir -cf II-3-2). Dans le cas d'un hyperdocument, **la mise en situation désigne la détermination des moyens concrets permettant à l'utilisateur de naviguer dans un milieu mis en scène** (par la scénique), ce qui engendre l'acquisition d'informations de la part du milieu. Elle relève de ce qu'on désigne par interface homme-machine dans le monde de l'informatique et de l'automatique.

5) Approche scénistique

Une méthodologie d'aide à la conception de documents a été introduite dans ce chapitre. La mise en oeuvre de cette méthodologie passe par :

- la construction de la diégèse décrite par une base de faits déclaratifs et procéduraux, et régulée par la base de règles,
- la construction du scénario, architecture de macro-structures narratives dans lesquelles la narration progresse de séquence en séquence à travers une suite d'événements déclenchés par l'occurrence des conjonctures qui les conditionnent. Les conjonctures sont des propositions logiques de circonstances,
- la construction et/ou la vérification de la scénation, structure organisée des fragments du scénario avec lesquels l'utilisateur est effectivement placé en interaction,
- le choix de la scénique, qui traduit le texte en un ensemble de données physiques, que le spectateur peut percevoir sensoriellement,
- la détermination de la mise en situation, qui définit les modalités de la relation concrète entre l'utilisateur et les données du document.

Notons que les idées proposées ici sont neuves : l'évaluation de leur apport dans une production industrielle réelle est impossible pour le moment. Elle nécessite la participation d'un industriel partenaire acceptant d'en assumer la mise en oeuvre.

Nous proposons de désigner par "approche scénistique" la mise en oeuvre de cette démarche globale.

III-3 : INTEGRATION DES OUTILS CLASSIQUES DE CONSTRUCTION D'UNE DIEGESE

1) Préambule : confrontation du modèle scénistique avec les outils classiques

La scénistique est une méthodologie globale d'aide à la conception de documents. Elle s'appuie sur la décomposition du processus créatif en cinq étapes distinctes : construction de la diégèse, construction du scénario, construction ou

vérification de la scénation, choix de la scénique, détermination de la mise en situation.

Les phases propres à la scénistique ont été illustrées, dès leur introduction, à travers les formes d'expression créatives que sont le cinéma, le théâtre, la musique. Aux niveaux les plus abstraits, le modèle de scénario a été confronté à la validation. La modélisation du jeu interactif Tétris a montré l'aptitude des concepts proposés à représenter un tel scénario. Toutefois, le scénario interactif ne constitue qu'une part infime de la conception narrative, dont l'histoire bénéficie de plusieurs millénaires.

Il s'impose de situer le modèle scénistique par rapport aux outils bien connus, en particulier ceux proposés par l'analyse structurale du récit, outils que cette longue histoire a permis de forger.

2) Fiches lieux-décors

Les péripéties de la diégèse nécessitent un ou plusieurs décors. **Une préparation extrêmement précise des décors est nécessaire**.

Pour cela, l'auteur, qu'il soit écrivain ou scénariste, utilise la méthode des fiches "lieux-décors". Une fiche memento peut être élaborée à tout moment, suite à une visite chez des gens d'un milieu différent, suite à une invitation chez des amis, suite à un voyage, suite à une recherche documentaire faisant appel à la consultation de guides touristiques, d'atlas, d'ouvrages spécialisés, ..., suite à une enquête journalistique, etc.

La fiche memento est constituée de plusieurs éléments :

- en premier lieu figurent des indications exactes quant à la situation : nom de l'endroit, adresse, environnement, ...,
- elle contient une description, qui se doit d'être la plus précise possible, ce qui nécessite un gros effort mental lorqu'elle est effectuée de mémoire, d'où l'intérêt de la réaliser sur le vif, "à chaud",
- elle peut comporter photos, gravures, planches, ou tout document iconographique concernant le lieu en question,
- elle fait état de perceptions sensorielles associées contribuant à établir un climat, une ambiance (bruits, parfums, couleurs, sensations tactiles),
- l'auteur peut y faire figurer les sensations, les émotions que l'endroit a suscitées en lui.

Un exemple succinct de fiche memento lieu-décor est proposé ci-dessous en guise d'illustration.

Situation : Café de Flore, situé à Paris dans le 6ème arrondissement à l'angle du Boulevard Saint-Germain et de la place Saint-Germain-des-Prés. En face, le métro et le parking du même nom, et le "Drugstore Saint-Germain".

Description : Café restauré dans son état ancien un peu vieillot, avec les glaces, les

banquettes, les cuivres, les petites tables carrées et les chaises en bois. Les serveurs portent un petit tablier et un gilet plein de poches où ils rangent leur décapsuleur et leur monnaie.

Atmosphère : En Mai, les marronniers sont déjà garnis de verdure et les bourgeons commencent à éclater en fleurs roses. L'air est un peu frais, mais il fait bon au soleil. Les gens circulent sans manteau, en veste ou en imper. Les filles ont sorti leur robe de printemps. Passent les étudiants, les gens du quartier et les touristes.

Un auteur soucieux de méthode élabore des fiches memento de façon systématique, en dehors des nécessités d'un projet précis. En revanche, à la conception d'un projet déterminé, il feuillette ses archives de fiches memento pour s'inspirer d'un décor qui répond à ses besoins du moment. Bien entendu, cela ne signifie nullement qu'il se contente de le dupliquer : il va au minimum l'interpréter, voire le maquiller. Mais il est reconnu que toute fiction s'appuie sur au moins un fondement de réalité, traduite par le regard propre à l'auteur.

En effet, le décor doit participer à l'action comme l'action au décor. Le personnage, l'intrigue doivent se révéler non seulement par les péripéties du scénario, mais aussi par le décor. Un lieu donné implique un certain niveau de vie, un certain type de comportements, un certain mode d'existence. La même action ne comporte pas les mêmes implications selon qu'elle se déroule dans un chalet à Mégève, sur un paquebot de croisière, dans une H.L.M. de banlieue. De plus, l'habitat, qui signe la condition sociale, caractérise fortement un personnage. La riche veuve habite un appartement à Neuilly et une villa sur la Côte d'Azur, l'étudiant une mansarde au Quartier Latin, le gangster un pavillon isolé de banlieue, l'immigré une H.L.M. de banlieue zonarde. La riche veuve aura un appartement décoré de tableaux de maîtres, l'étudiant décorera sa chambre d'une affiche d'Einstein ou de Claudia Schiffer, le gangster pourra orner son décor de tableaux de chasse, l'immigré punaisera sur son mur le portrait d'un leader islamiste, ou au contraire celui d'un journaliste maghrébin assassiné /TIM 93a/. Si toutes les associations citées ci-dessus sont convenues, attendues, un décalage voulu et assumé par l'auteur n'en est que d'autant plus signifiant, et fait partie intégrante de la narration.

On voit donc que les éléments de la fiche lieu-décor comportent, d'un point de vue conceptuel, une dimension :

- en termes de bases de faits,
  faits déclaratifs, caractéristiques permanentes et inertes de l'environnement diégétique,
  et faits procéduraux, fonctions qui peuvent représenter une action s'exerçant sur d'autres entités de la diégèse, en particulier les personnages (influence sur l'humeur, sur l'état psychologique, etc...),
- en termes de bases de règles, les règles exprimant les contraintes limitant les potentialités événementielles du scénario.

Par exemple, situer l'action dans un petit village aux rues étroites impose de fait une règle narrative : interdiction d'y faire circuler de volumineux camions, sauf à user sciemment de trucages d'images pour la réalisation. Si la caractérisation du petit village en question se porte explicitement sur les Baux-de-Provence, la circulation d'un véhicule quelconque y est même interdite, de nos jours, de 7 heures à 22 heures tous les jours, règle qui peut être respectée dans un souci de cohérence vis-à-vis de la réalité, ou volontairement outrepassée par décision volontaire de l'auteur, ce qui aura nécessairement des répercussions sur le scénario. En effet, outrepasser une règle n'a d'intérêt que si cela constitue un élément pertinent de la narration. Si cela s'avère sans suite, c'est que ce choix était gratuit, ou que spécifier "les Baux-de-Provence" pour la localisation était abusif au niveau de la conception, c'est-à-dire sans conséquence réelle pour le texte (la narration ayant pu aussi bien se dérouler dans n'importe quel autre petit village).

On constate, ici aussi, une possible séparation entre les constituants diégétiques irréductibles, en termes de faits ou règles indispensables à la scénation, et les données actualisées d'un environnement réel. Ceci correspond au travail qu'effectuent, dans une réalisation cinématographique, les assistants lorsqu'ils repèrent des lieux de tournage en fonction des besoins précis qu'ont fait apparaître l'analyse du scénario, et des souhaits artistiques du réalisateur, qui relèvent davantage de choix scéniques (ou encore choix de mise en scène) que des nécessités de la diégèse. Les choix scéniques se traduiront en problématiques de réalisme, cohérence, réalité, vraisemblance, crédibilité, questions immenses que nous ne traitons pas du tout ici. Il s'agit seulement de répertorier les outils ou documents aidant ou supportant la réflexion de l'auteur lors de la phase de conception.

De façon similaire, des fiches "costumes" consignent les descriptions vestimentaires nécessaires

- en premier lieu à la construction diégétique,
- en second lieu à la scénique.

Notons que dans les mises en scène où la mobilité des acteurs est très restreinte (par exemple à l'opéra en raison des impératifs liés à la technique vocale), les composantes scéniques liées aux décors et aux costumes sont tout-à-fait déterminantes dans la perception du message de la part du spectateur, à la fois du point de vue des composantes rationnelles liées à l'intelligibilité de l'action, et du point de vue des composantes affectives contribuant à l'émergence d'une émotion.

De plus, parmi les fonctions accessibles au décor à travers ses faits procéduraux dans la construction diégétique, n'oublions pas les cas, rares mais intéressants, où le décor n'exerce pas seulement une influence psychologique sur les personnages -et les spectateurs-, mais où des actions réelles lui sont octroyées. C'est le cas par exemple dans le théâtre japonais, où des figures silencieuses et effacées, entièrement vêtues de noir sur décor noir, que l'on appelle les kuroko, font évoluer l'action, modifiant

insensiblement la place des objets et l'environnement scénique, pouvant même guider un personnage à son insu, etc. C'est un peu le principe qu'adopte également Bob Wilson dans son esthétique de mise en scène, pour laquelle il a remplacé les kuroko par les techniques modernes de trucage plateau. Autre exemple illustre, la pièce "Songe d'une nuit dété" de Shakespeare, où le mur qui sépare les amants Pyrame et Thysbé, et qui recueille leurs serments, est doté de la parole, et exprime des émotions.

Tout ce paragraphe a permis de constater que **les méthodes usuelles de description et/ou sélection d'un décor obéissent en tous points à l'approche scénistique**, c'est-à-dire à la description orientée objet que nous en avons proposée d'un point de vue conceptuel, ainsi qu'à la séparation construction diégétique, scénique.

3) Bibles des personnages

D'une manière assez similaire à ce qui vient d'être présenté concernant le décor, **l'auteur dispose** également **d'un outil d'aide à la conception de personnages** : on l'appelle généralement la bible du personnage.

On peut distinguer quatre niveaux de personnalisation pour un personnage quelconque. Ces niveaux, que l'on appellera conventionnellement le type, le caractère, l'individu et la personne, correspondent à des emplois au cinéma et au théâtre : le figurant, l'utilité ou petit rôle, le rôle secondaire ou second rôle, le rôle principal.

1) Le type est le plus bas niveau de personnalisation. Ce n'est qu'une silhouette dont la caractérisation est pratiquement nulle. Il y a identité parfaite entre ce qu'est le personnage (sa nature) et ce qu'il fait (ses actions). Nulle épaisseur psychologique : le personnage se réduit à sa fonction. Les figurants sont des éléments de décor vivant, non identifiables et non distincts.
2) A un second niveau, nous trouvons le caractère. Le personnage reste figé, ici également, dans le rôle qui lui est dévolu et il n'en sort pas. Toutefois, il dispose d'une certaine latitude dans l'exercice de ce rôle, ce qui lui confère un début d'épaisseur psychologique. C'est un personnage qui intervient à un moment ou à un autre pour faire avancer le récit, mais qui n'est pas identifié clairement : pas de nom, peu de caractérisation. Dans un scénario cinématographique, ce genre de personnages portera par exemple la mention policier 1, policier 2, car la pratique impose de les numéroter tous, quand ils n'ont pas de noms, pour les rendre reconnaissables. Dans un travail soigné, on s'attachera à donner une caractéristique unique, mais très identifiable, à chaque petit rôle. Par exemple, il y aura le bègue, ou le petit gros à lunettes, ou celui qui a toujours peur sans raison. De plus, le petit rôle permet de réserver des aérations par rapport au récit et de faire contrepoint par rapport à la trame principale. Ainsi, dans un récit dramatique, voire tragique, on peut toujours insérer un petit rôle comique. Le maître en la matière reste Molière (Dom Juan, Tartuffe, ...).
3) Au troisième niveau, le personnage devient individu. L'individu peut, au cours du récit, évoluer. Par exemple, au début, il rate tout ce qu'il fait. Puis, peu-à-peu, il

s'améliore et réussit. Sa complexité peut s'accroître fortement en fonction de la liberté que lui accorde l'auteur par rapport à sa fonction. Le rôle secondaire est une force agissante du récit, ce que Propp appellera un actant (voir paragraphe suivant). On peut en savoir très peu de choses, surtout s'il est membre d'un groupe constituant dans son ensemble le même actant. Ou alors c'est déjà un personnage qui atteint le statut d'individu. Il y a individualisation quand le personnage ne devient plus interchangeable avec un autre. Par exemple, les deux Dupond/t ne sont pas des individus. En revanche, l'ensemble des deux Dupond/t est un actant assez caractérisé (faux-héros). On peut opposer à cet exemple celui des 7 nains, qui sont tous des individus, avec une caractérisation propre forte (grincheux, dormeur, rieur, etc).

4) Au dernier niveau de complexité se trouve la personne. Le rôle principal est un personnage qui atteint le statut de personne, c'est-à-dire qui est doté de caractéristiques physiques, morales, sociales et psychologiques. Il ressemble beaucoup à un être vivant, et chacun peut lui identifier quelqu'un qui lui ressemble. C'est dans ce dernier cas que le personnage est le plus amené à évoluer tout au long des péripéties du scénario. Par exemple, au début, Emma Bovary n'est qu'une jeune fille sortie du couvent. A la fin, elle empoisonne son mari et se suicide : elle est deux fois criminelle. Tout le roman essaie de faire comprendre, entre les deux, ce retournement à 180 degrés. C'est le sujet même des grandes oeuvres : comment un personnage peut-il évoluer au point de se transformer en son contraire.

- Comment un petit provincial peut-il devenir un grand empereur? (cf la vie de Napoléon).
- Comment un père dur et avare va-t-il changer de comportement? (cf "L'avare" de Molière).
- Comment un jeune homme timide et rêveur finira-t-il sur l'échafaud? (cf "Le rouge et le noir" de Stendhal).

Entre la situation initiale et la situation finale, dans tous les cas, une bonne structure scénaristique décrit un passage, une transformation.

Trois dangers guettent l'auteur quant à la conception des personnages.

1) Le personnage flottant n'est pas ancré par rapport à une réalité sociale, sa vie n'existe pas, il n'a pas de résonance réelle ou réaliste. C'est un personnage sans identité, sans culture, sans âge, sans famille.
2) Le personnage abstrait n'est pas caractérisé par des détails concrets. Plus il y a de détails concrets, même de moindre importance apparente, plus le personnage est fort. Exemple : Maigret, avec sa pipe, son vieil imperméable, son calme indestructible, sa bonhommie. Les motivations personnelles et les ressorts psychologiques ne suffisent pas. Si un personnage accepte de prendre des risques juste pour se procurer une plaque de chocolat, parce qu'il ne sait pas résister à une envie de chocolat, il n'en sera que plus attachant pour le spectateur.
3) Le personnage incohérent. Le danger qui guette à tout moment l'auteur est le décalage entre les caractéristiques de principe du personnage, et son comportement

dans les faits. Pour cette raison, si on veut (ou si l'on doit, pour des impératifs de commande) situer le récit dans un milieu ou un contexte que l'on ne connaît pas bien, un gros travail de documentation (détaillée) est à faire avant d'accepter et/ou de pouvoir mener à bien le travail dans de bonnes conditions.

Afin de prévenir ces risques éventuels, l'auteur constitue la bible du personnage, ce qui lui permet d'éviter le personnage flottant et le personnage abstrait. L'usage de la bible réduit également les risques d'incohérence comportementale du personnage au cours de son évolution dans la structure scénaristique.

La bible se présente comme une check-list de paramètres à envisager pour caractériser un personnage. Le modèle de bible ci-dessous est recommandé par de nombreux auteurs /TIM 93b/. Il a pour fonction de répertorier un ensemble de caractéristiques. La détermination explicite de certaines d'entre elles a pour but de jouer un rôle dans la narration, sinon elle s'avère gratuite et inutile.

Fiche personnage ou bible

1-Identité

1.1 Nom

1.2 Prénom

1.3 Surnom

1.4 Eventuellement, fausse identité ou pseudonyme

1.5 Adresse, téléphone, fax, email

2-Dimension physique et physiologique

2.1 Sexe

2.2 Age

2.3 Taille

2.4 Poids, corpulence

2.5 Couleur et aspect des cheveux

2.6 Couleur des yeux

2.7 Détail du visage : nez, peau, lèvres, morphologie générale ...

2.8 Posture

2.9 Apparence (soigné/sale, beau/laid, ...)

2.10 Défauts éventuels : cicatrices, anomalies ...

2.11 Caractéristiques héréditaires

2.12 Maladies

2.13 Tenue vestimentaire habituelle

2.14 Accessoires habituels : pipe, bijoux, lunettes ...

3-Dimension sociale et familiale

3.1 Situation : scolaire, étudiant, professionnel, chômeur, autre, ...

3.2 Classe sociale (modeste, moyenne, haute...)

3.3 Métier/fonction (travail, horaire, salaire ...)

3.4 Education (durée, écoles, matières favorites ou pas, culture, ...)

3.5 Vie des parents (encore vivants, séparés, divorcés, orphelin, frères et soeurs, mentalité dans le milieu familial, cadre de vie, habitudes, vices, vertus)

3.6 Rapports avec les parents

3.7 Rapports avec la famille : frères et soeurs, oncles et tantes, grands-parents

3.8 Amis ou groupes d'amis, relations

3.9 Rapports et/ou liens avec les amis ou les relations

3.10 Jugements que les autres portent sur lui : parents, famille, relations ...

3.11 Religion, spiritualité

3.12 Statut marital : célibataire, marié, divorcé, concubinage ...

3.13 Nationalité, ethnie

3.14 Place sociale : effacée ou forte (clubs, associations ...)

3.15 Options ou affiliations politiques ou syndicales

3.16 Activité de loisir : lecture, journaux, sports, bricolage, pratique artistique

3.17 Goûts personnels

3.18 Destin dans le récit

4-Dimension psychologique

4.1 Expérience et vie sexuelle

4.2 Croyances majeures et ambitions

4.3 Frustrations majeures

4.4 Tempérament/caractère (nerveux, sanguin, sentimental, rêveur, coléreux)

4.5 Attitude face à la vie (actif, militant, suiveur, résigné, désillusionné ...)

4.6 Complexes personnels (phobie, inhibitions, superstitions, obsessions ...)

4.7 Niveau d'intelligence

4.8 Capacités particulières (maths, littérature...)

4.9 Relations avec les autres (extraverti, introverti ...)

4.10 Qualités (imagination, logique, intuition...)

5-Synthèse

Vérifier que tous ces éléments sont cohérents et font bloc entre eux. En faire évoluer certains au besoin.

Si ce modèle de bible figure ici, et non pas en annexe, c'est que sa consultation dans le corps principal du document met en évidence les différentes dimensions de la bible :

- base de faits déclaratifs, c'est-à-dire caractéristiques permanentes et inertes du personnage : blond, petit, gros ...,

- base de faits procéduraux, fonctions qui peuvent représenter une action s'exerçant sur d'autres entités de la diégèse. Par exemple, si le personnage est coléreux, il aura nécessairement des réactions de colères violentes impliquant d'autres personnages dans certaines situations,

- base de règles, les règles exprimant les contraintes limitant les potentialités événementielles du scénario. Si le personnage est cardiaque, il ne pourra pas grimper sept étages en courant (ou du moins, une telle action déclenchera nécessairement un événement, pouvant aller de l'essoufflement à l'infarctus, sinon il y a incohérence dans la structure scénationnelle). Il le fera encore moins s'il est uni-jambiste ou plâtré, et ainsi de suite.

De plus, face à l'évolution nécessaire des personnages au cours du récit, la cohérence sera d'autant mieux assurée que certains éléments initiaux auront pu justifier les transformations des personnages. Par exemple, une jeune fille élevée dans un couvent peut d'autant plus devenir criminelle qu'elle a montré, bien avant les faits, des tendances schizophréniques notoires.

La liste constituant le modèle de bible proposé ci-dessus peut sembler bien lourde. Toutefois, il faut remarquer que son instanciation exhaustive permet à l'auteur de connaître à fond son personnage, ce qui est un travail préparatoire bénéfique dans tous les cas, même si la totalité des caractéristiques consignées dans la bible n'est pas exploitée. Cela donne de la consistance au personnage, il devient palpable, il prend ainsi son autonomie et engendre lui-même ses réactions propres. Tout cela est perceptible dans le scénario, même si les détails préparatoires n'y figurent pas explicitement. Du reste, sauf en cas de collaboration totale et permanente, l'auteur est toujours surpris lorsqu'il voit ce que le réalisateur a fait de son texte, car les images du produit réel ne correspondent pas à celles qu'il imaginait au stade de produit défini.

A ce titre, comme pour le décor, le casting est l'opération qui associe les données propres à un comédien réel (physique, expressivité, emploi, ...) aux constituants diégétiques irréductibles, en termes de base de faits et de règles, indispensables à la scénation, et aux souhaits artistiques du metteur en scène correspondants à un choix de scénique déterminé.

Une fois de plus, nous constatons que les **méthodes usuelles de description des personnages, au moyen de bibles, répondent aux caractéristiques de l'approche scénistique**.

4) Actants selon Propp

L'analyse littéraire classique utilise le concept de personnage, c'est-à-dire de personne fictive contribuant au récit. **Le premier saut théorique de l'école d'analyse structurale du récit consiste à introduire le concept plus abstrait d'actant**.

Un actant est une force agissante dans le récit, c'est-à-dire susceptible de modifier son cours. Sont ainsi admis comme actants non seulement les personnages traditionnels en forme d'êtres humains ou assimilés (sorcières, fées, martiens, extra-terrestres, etc...), mais encore toutes les réalités qui participent notablement à l'action comme les forces de la nature, les animaux, les institutions, les groupes sociaux, les sentiments, les valeurs, et même les objets pour peu qu'ils soient dotés d'une charge symbolique. Dans la nouvelle d'Hemingway, "Le vieil homme et la mer", le vieil homme est le héros et le petit garçon son auxiliaire, mais, même s'il ne s'agit pas d'un être humain, le poisson géant tient le rôle d'adversaire.

Il convient de situer ce concept d'actant par rapport à ce que nous avons nommé "entités de la diégèse". Selon les cas, un actant pourra se diviser en plusieurs personnages, ou, à l'inverse, un personnage unique pourra endosser le rôle de plusieurs actants. Dans la nouvelle de Stevenson, "Docteur Jekyll et Mr Hyde", le héros et l'adversaire, son double maléfique, résident tous deux dans la tête du même personnage. On peut multiplier les exemples à l'envi. En effet, toutes les configurations de dédoublement ou de synthèse entre actants et personnages existent dans la littérature.

L'analyse structurale du récit va plus loin. Elle propose de systématiser les schémas de construction d'un récit. Vladimir Propp /PRO 70/, à partir d'une étude approfondie des contes russes, montra le premier qu'une architecture standard peut être dégagée en introduisant la notion de "fonction" dans le récit. Propp établit que, dans un conte, il y a toujours sept fonctions principales incarnées par les personnages, ou plus généralement les actants.

1) Le héros est le personnage souvent sympathique auquel s'identifie naturellement le spectateur.
2) L'adversaire (ou méchant) est le personnage antipathique par excellence, qui normalement doit être vaincu par le héros à la fin de l'histoire.
3) Le faux-héros est le personnage rival du héros. Au début, on peut croire qu'il est le vrai héros, mais à la fin, son imposture ou son insignifiance sera démasquée.
4) Le donateur remet au héros un objet magique qui l'aidera dans son entreprise.
5) L'auxiliaire aide le héros dans son combat contre le méchant. Il peut être par exemple son fidèle compagnon.

6) La princesse et son père constituent les deux faces d'un même actant quant à la structure du récit. Le père (roi, maître, prince, chef, ...) représente l'ordre social menacé par le méchant. La princesse est souvent la future récompense sociale du héros qui, en "l'épousant", devient aussi prince.

7) Le mandateur envoie le héros dans sa quête contre le méchant, déclenchant ainsi l'histoire.

Certains personnages peuvent assumer plusieurs fonctions à la fois, ou tour à tour. A l'inverse, une même fonction peut se diviser entre deux ou plusieurs personnages. Les cumuls d'actants ou les subdivisions permettent ainsi un très grand nombre de variations de la structure de base, facteurs d'originalité pour le récit. Chaque fonction intervient au moins une ou deux fois au cours de la diégèse.

Les autres personnages du récit ne sont que des figurants ou des utilités. Ils sont accessoires dans la conduite du récit, en ce sens que ce dernier ne changerait pas si on les remplaçait par d'autres. Ils ne constituent en réalité que des éléments de liaison entre les actants principaux : ils les informent de ce qui s'est passé, ils leur apportent un objet ou un message, ils les amènent d'un lieu à un autre, etc.

Il est remarquable de noter que les sentiments, les intentions, les motivations des protagonistes n'influencent pas le schéma structurel proposé. Ainsi le mandateur qui envoie le héros à l'aventure peut le faire amicalement ou de manière hostile, pour se débarrasser de lui : le résultat sera le même.

Cette classification des actants vient corroborer les concepts scénistiques que nous avons introduits. En effet, elle explicite certains faits procéduraux, ou fonctions, pour un ensemble d'entités de la diégèse, fonctions qui induisent des relations déterminées entre ces entités. Ceci a pour effet :

- d'une part, d'entériner le concept de fonction associée à une entité,
- d'autre part, de postuler que tout récit se bâtit au moyen d'une structure déterminée d'actants en interaction suivant un système de relations standard.

5) Schémas actantiels de Greimas

Dans une même ligne de pensée, **Greimas** /GRE 83/ **a repris les analyses de Propp, en proposant un schéma original**, dont le principal mérite est d'être applicable non seulement au héros, mais aussi à tous les autres personnages du récit. Cela permet d'enrichir considérablement la trame narrative du récit. Le schéma de Greimas ne permet pas de construire une histoire, il permet juste d'éclaircir qui fait quoi et de mettre en lumière les antagonismes.

Les six éléments du schéma de Greimas

1. Le sujet (= héros) : désire un objet (ou le refuse).

2. L'objet (= princesse) : ce qui est l'objet du désir du sujet.

Ces deux éléments essentiels sont reliés par une flèche qu'on appelle l'axe du désir (vouloir).

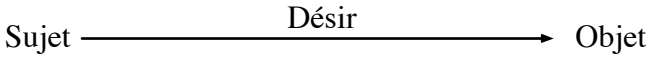


Figure IV-4 : *Schéma de l'axe du désir*.

3. Le destinateur (= mandateur) : celui qui a le pouvoir de susciter le désir de l'objet (ou pas).

4. Le destinataire (= bénéficiaire) : a le pouvoir de recevoir cet objet (ou de le refuser).

Ces deux éléments constituent l'axe du savoir.

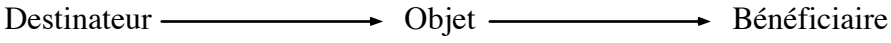


Figure IV-5 : *Schéma de l'axe du savoir*.

5. L'adjuvant (= auxiliaire) : aide le sujet dans sa tâche pour acquérir l'objet.

6. L'opposant (= adversaire, antagoniste, méchant) : déploie des efforts contraires à ceux du sujet.

Ces deux derniers éléments constituent l'axe du pouvoir.

Figure IV-6 : *Schéma de l'axe du pouvoir*.

Schéma actantiel général de Greimas

Les trois axes se combinent dans le schéma général suivant.

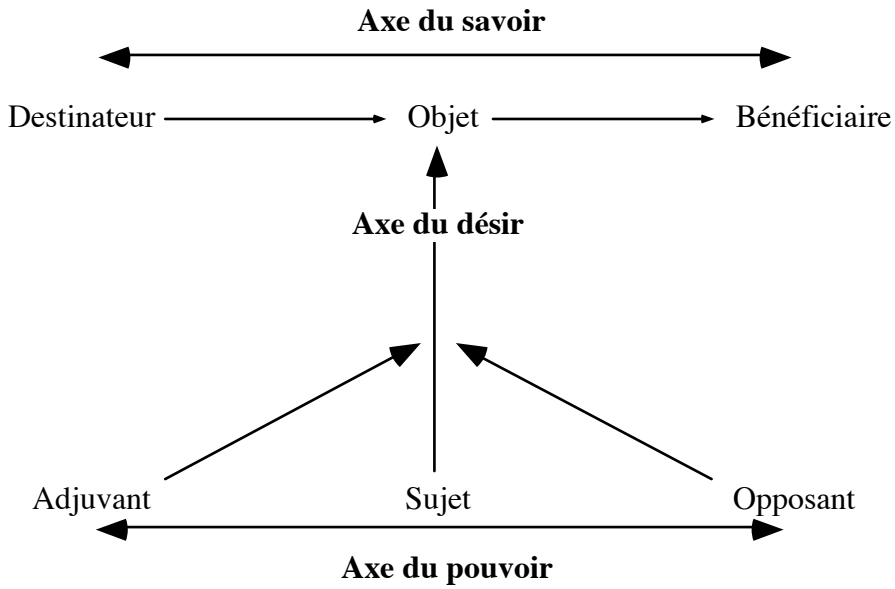


Figure IV-7 : *Schéma actantiel de Greimas.*

L'exploitation généralisée de ce schéma permet de placer successivement chaque actant en position de sujet. Le monde diégétique est ainsi visualisé individuellement par chaque personnage à partir de sa position de sujet central.

L'entrecroisement des différents schémas actantiels dans un récit à 7, 8 (ou plus) personnages permet de concevoir une structure riche de conflits et d'oppositions, qui donne naissance à de nombreuses péripéties et de nombreux renversements de situations dans l'intrigue, en particulier si l'on utilise le procédé de dévoilement progressif des mobiles réels de chacun. L'usage du schéma actantiel de Greimas permet de densifier le potentiel scénaristique, sur la base de la structure de Propp.

En conclusion, la scénistique englobe les constituants de l'analyse structurale du récit selon Propp et Greimas**, en particulier la notion de fonctions procédurales attachées à certaines entités de la diégèse repertoriées comme des actants identifiables en termes de distribution des rôles et de leur contribution dans le récit.**

III-4 : INTEGRATION DES OUTILS CLASSIQUES DE CONSTRUCTION D'UN RECIT

1) Préambule : confrontation du modèle proposé avec les outils classiques

L'histoire du récit est riche de plusieurs milliers d'années d'existence. Ainsi, au fil du temps s'est peu-à-peu forgée une expérience, constituée une méthode, indéfiniment reproduite à l'identique. **L'école d'analyse structurale du récit s'est donnée pour propos de formaliser cette méthode héritée des récits anciens**. Elle s'inspire en particulier de l'étude des contes et des romans.

La scénistique, on l'a vu, est une méthodologie d'aide à la conception de documents articulée en cinq phases : construction de la diégèse, construction du scénario, construction ou vérification de la scénation, choix de la scénique, détermination de la mise en situation. Le paragraphe précédent a permis de montrer que les outils usuels de construction de la diégèse (tels que les fiches lieux-décors, les bibles des personnages ou la détermination de fonctions dans le récit par le formalisme des actants) sont en parfaite cohérence avec la méthode scénistique.

Il convient d'examiner à présent si les outils usuels de construction d'un scénario sont en cohérence avec la méthode proposée dans la seconde phase de la scénistique.

2) Méthode SI-SF

Comme cela a déjà été indiqué dans le paragraphe traitant de la bible des personnages, **une bonne structure scénaristique décrit un passage, une transformation entre une situation initiale et une situation finale**.

C'est ce que reprend la méthode de structuration que nous convenons d'appeler SI-SF. Le début du récit commence par poser une situation initiale (SI). Le récit se conclut par une situation finale (SF). La comparaison des deux situations SI-SF est lourde de sens quant à l'objectif global du document.

Le formalisme que nous avons adopté pour la symbolisation des macro-structures narratives rend compte de ce niveau le plus global de la structure, ainsi que le montre la figure ci-dessous.

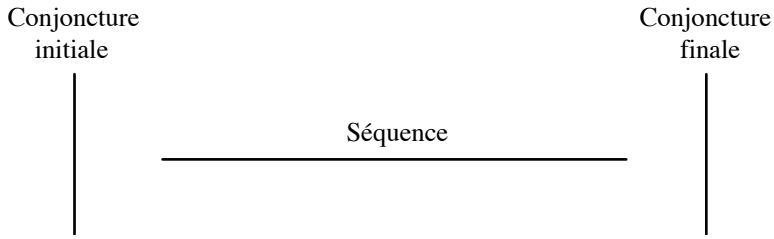


Figure IV-8 : *Macro-structure narrative du type SI-SF.*

Deux formes principales se révèlent à ce niveau très global de structuration :

- les récits qui progressent vers une amélioration, à tonalité optimiste, ou "histoires qui finissent bien",
- les récits pour lesquels on assiste à une dégradation, ou "histoires qui finissent mal".

Les fins ouvertes correspondent au cas très particulier où l'auteur a refusé de trancher, laissant le spectateur libre d'imaginer la suite ou la fin qui lui convient. Toutefois, la forme générale de progression du récit tout au long de son déroulement oriente sensiblement le choix vers l'une ou l'autre éventualité de l'alternative.

Les structures où "l'image de fin" est pratiquement similaire à "l'image de début" permettent au spectateur de mesurer mentalement le chemin parcouru entre les deux. De plus, la circularité de l'écriture donne la sensation satisfaisante que "la boucle est bouclée". On peut citer "Germinal" de Zola comme illustration de ce principe : au début, Lantier marche sur le sentier qui le mène au Voreux ; à la fin, Lantier s'éloigne du Voreux par le même sentier ; tout ce qu'il a tenté pour changer la condition ouvrière semble avoir échoué, mais il a semé des graines qui reposent en terre, et attendent le temps de la "Germination" pour éclore.

Dans "Les testaments trahis" /KUN 93/, Milan Kundera utilise une belle métaphore pour caractériser la condition humaine, telle qu'elle est décrite dans le récit : les hommes avancent dans le brouillard. S'ils avançaient en pleine lumière, ils seraient capables de prévoir les conséquences à long terme de leurs actes. S'ils étaient dans l'obscurité totale, ils seraient entièrement le jouet des événements. De fait, comme dans le brouillard, nous ne pouvons percevoir, et pas toujours très distinctement, que ce qui nous est proche. La vie est à cette image : à chaque instant nous imaginons un futur probable, sur lequel nous réglons nos actes et nos décisions. Mais ce n'est que rétrospectivement que le sens global se dégage, à un moment où nous n'y pouvons plus rien. L'une des grandes missions du récit, selon Kundera, est justement de rendre le sentiment d'énorme différence de perspective qui sépare, pour les mêmes événements, la vision en amont et la vision en aval.

En conclusion, **la confrontation SI-SF**, quoiqu'étant le niveau le moins détaillé de description en macro-structure, **est toujours éclairante quant au message général**

du document perçu par le spectateur. Pour construire le scénario, il ne reste plus qu'à détailler la partie centrale, descendant vers les structures de plus en plus fines, voire jusqu'aux micro-structures du récit.

3) Interprétation ethnologique de la structure de récit : du conte primitif à la nouvelle contemporaine

Certains chercheurs ont montré que **l'évolution de la structure du récit n'est pas sans rapport avec les évolutions culturelles et sociales**, liées aux changements profonds des modes de vie humains. Une interprétation ethnologique de la structure fondamentale du récit est ainsi possible.

Paul Larivaille /LAR 82/, entre autres, s'est livré à une étude des "Facétieuses Nuits", recueil publié en 1550 par l'écrivain italien Straparole. C'est, sauf erreur, le plus ancien recueil de contes publié en Europe. Il contient 73 récits, dont 19 contes merveilleux qui font l'objet de l'étude de Larivaille. L'intérêt de cette étude est de rattacher le conte à des temps très reculés où le pouvoir n'était pas héréditaire, mais devait être conquis de haute lutte par les divers prétendants au rôle de chef. Le conte raconterait en effet comment le prétendant est devenu roi ou chef. Ceci expliquerait en profondeur le côté magique du conte, qui fait intervenir des êtres ou des pouvoirs surnaturels. En effet, en ces temps très anciens, seul pouvait prétendre au trône un être désigné par les dieux, c'est-à-dire possédant des pouvoirs surhumains qui le plaçaient au dessus des autres hommes et qui faisaient, en quelque sorte, à la fois un chef et un sorcier, un roi et un prêtre, sensé communiquer avec l'au-delà. Ce genre de tradition s'observe encore aujourd'hui dans les tribus primitives.

Le conte primitif de la conquête du pouvoir.

Le conte archaïque ou primitif raconterait ainsi comment le prétendant a conquis le trône. Dans la situation initiale, il y a crise du pouvoir : le roi, le chef est malade, affaibli, trop âgé, menacé par des ennemis qui troublent l'ordre social. Le futur héros se présente pour relever le défi. Mais cela se fera en deux temps, ce qui introduit le bipartisme fondamental du conte. D'abord le candidat devra acquérir les pouvoirs magiques. Pour cela, il devra s'éloigner de la cité vers un lieu menaçant (forêt profonde, caverne, marais, ...) où il subira les épreuves d'initiation, grâce à l'intervention d'un auxiliaire qui lui fera acquérir l'objet magique. Dans un deuxième temps, une fois en possession de ses pouvoirs, le héros devra montrer à tous qu'il les possède, en les utilisant de manière éclatante contre l'agresseur. Dès lors, il pourra prendre la place du roi et aboutir ainsi à la situation finale. Cette structure de base est quinaire.

1) Situation initiale, présentation du héros,

2) Manque : appel à la succession au trône (scène de mandatement),

3) Réaction du héros

a) combat de qualification (intervention de l'auxiliaire),

b) épreuves d'authentification,

4) Le héros est reconnu comme digne du trône,

5) Situation finale, le héros est roi.

Cette structure décrit ce qu'on peut appeler le schéma minimal du conte primitif, de type viril et héroïque.

Second stade, où intervient la princesse.

Au premier stade, la place de chef se conquiert uniquement par les pouvoirs surnaturels ou par la force. Lorsque la tribu, de nomade, devient sédentaire, cultive la terre et pratique l'élevage, le rôle essentiel du chef est de protéger les champs, les récoltes et les troupeaux contre les pillards. Le pouvoir se stabilise en vraie royauté avec la règle de succession héréditaire. Si le roi n'a pas d'enfant mâle, ou si son fils est incapable, le pouvoir est alors attribué au gendre, d'où la nécessité d'épouser la princesse pour accéder au pouvoir. Une complication supplémentaire est ajoutée à la structure du conte pour tenir compte de ce nouveau personnage, mais la structure reste globalement quinaire.

1) Situation initiale, présentation du héros,

2) Méfaits de l'agresseur, phase préparatoire

a) méfait contre la communauté avec appel à débarrasser le pays de cet agresseur, ou,

b) méfait direct contre la princesse avec appel à libérer la princesse,

3) Réaction du héros

a) combat de qualification (intervention de l'auxiliaire),

b) longues épreuves pour triompher de l'adversaire et/ou libérer la princesse,

c) confirmation des dons magiques du héros,

4) Le héros consacré épouse la princesse et accède au trône (résolution du conflit),

5) Situation finale, le héros est roi.

Troisième stade, la laïcisation du conte.

Le conte était donc au départ une histoire politico-religieuse. Au stade de l'Antiquité, du Moyen-Age et des monarchies héréditaires relativement stables, le conte persiste uniquement dans les classes populaires où il tend à prendre un nouveau sens : la revanche de l'homme commun contre les infortunes du sort (maladie, pauvreté, injustice, oppression, ...). A ce stade, le héros peut même être une femme. Raconté par les anciens dans les veillées des chaumières, le conte conserve ses attributs magiques anciens, qui font appel à l'imagination, mais il raconte en fait la vie possible de chacun, pour peu qu'il s'identifie au héros. Le roi est alors la figure masquée du père, la reine de la mère, les princes et les princesses des frères et soeurs. Dès lors, le conte est susceptible d'une double lecture. Le combat pour l'initiation symbolise l'adolescence, période d'acquisition de savoir et de savoir-faire nécessaire à l'entrée dans l'âge adulte. Les longues épreuves symbolisent le combat de la vie adulte pour subsister. Sous mille

formes, le récit enseigne que la vie est un combat long et difficile, mais que ceux qui veulent bien l'entreprendre trouvent, à la fin, leur juste récompense.

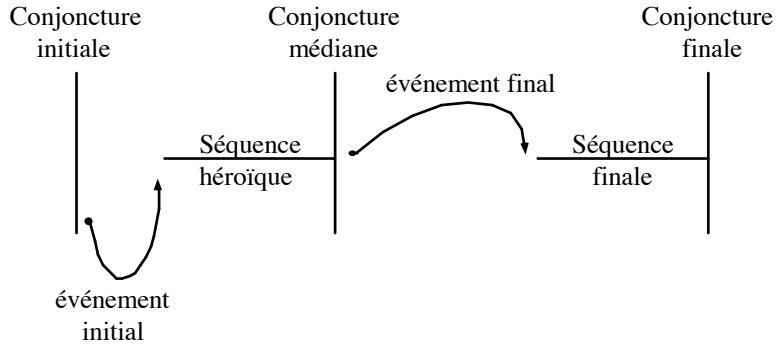
Quatrième stade, la nouvelle bourgeoise.

Mais la société occidentale évolue encore, avec la montée de la bourgeoisie des villes (artisans, marchands, professions libérales), nouvelle classe sociale issue de la paysannerie qui, par le centre, va grignoter peu-à-peu la noblesse en haut et les paysans en bas. Les valeurs de cette classe sont essentiellement économiques : l'ascension sociale se fait par l'acquisition et la préservation d'une fortune personnelle. Dès lors, le conte se laïcise encore, se trivialise en perdant son côté magique ou merveilleux, et aboutit à la nouvelle : récit en prose mettant en scène des aventures peu communes de l'homme du commun. Alors que le conte est merveilleux, la nouvelle est réaliste, dans l'esprit bourgeois. Elle se borne à raconter des récits singuliers qui compensent la monotonie de l'existence. Sous sa forme plus longue, on obtient le roman.

La nouvelle contemporaine.

Ainsi les mythes, les contes, les légendes appartiennent aux temps anciens, où la communauté prime sur l'individu. Ce sont des récits essentiellement collectifs, oraux et anonymes, transmis par le contage le soir à la veillée. La caractéristique majeure des nouvelles et romans modernes est qu'ils retracent des destins individuels de personnes libres, qui ont pris en main leur destinée et exercent le contrôle de leur propre vie. On sait que le concept d'artiste inspiré, travaillant pour la postérité et conscient de son propre génie, est romantique, c'est-à-dire extrêmement récent. L'idée qu'un texte soit l'oeuvre d'un individu unique exprimant ses propres valeurs est moderne. Toutefois, on peut observer au 20ème siècle un certain retour à la "magie" primitive, à travers le succès des genres fantastiques et de science-fiction.

Cette étude historique de la nature du récit a mis en évidence une structure quinaire respectée pendant de longs siècles. La figure ci-dessous montre le schéma représentatif de cette structure, suivant le formalisme que la scénistique adopte pour la symbolisation des macro-structures narratives.



Légende :

Conjoncture initiale : crise du pouvoir,

Evénement initial : manque ou méfait de l'agresseur projetant le héros à l'aventure,

Séquence héroïque : le héros subit le combat de qualification, puis traverse les longues épreuves d'authentification,

Conjoncture médiane : le héros est vainqueur,

Evénement final : le héros est consacré, reconnu par les siens,

Séquence finale : le héros épouse la princesse et/ou accède au trône,

Conjoncture finale : le héros est roi.

Figure IV-9 : *Macro-structure archaïque quinaire.*

Ceci prouve que **le formalisme proposé par la scénistique** pour symboliser les différentes macro-structures narratives **est parfaitement apte à traduire les structures fondamentales** mises au jour par l'étude des récits traditionnels.

4) Schéma structurel de Propp pour la construction d'un scénario

Vladimir Propp /PRO 70/, à travers son étude morphologique du conte russe, **a précisé et généralisé le schéma archaïque quinaire introduit précédemment**.

La décomposition qu'il propose est la suivante.

1) Introduction rapide, qui pose la situation initiale.

2) Mandatement : le héros est lancé dans une quête au bout de laquelle se trouve un

objet de désir (conformément à la terminologie adoptée par Greimas). Le héros redresseur de tort doit venger un méfait exercé à l'encontre d'une tierce personne. Le héros est auto-mandaté si le tort lui a été fait à lui-même. Dans le récit psychologique, le mandatement s'identifie à "une prise de conscience" d'un manque, le plus souvent affectif, de la part du héros.

3a) Donation : le plus souvent, le donateur est une personne en difficulté que le héros aide. Il reçoit en échange l'objet magique, qui fait ainsi l'objet d'une transaction.

3b) Epreuve de qualification contre l'adversaire masqué : ici l'adversaire apparaît à travers ses oeuvres, i. e. le méfait (chose positivement négative) ou le manque (creux). L'identité de l'adversaire est peu, mal, ou absolument pas connue. Un bref combat se déroule.

4) L'issue du premier combat est sans vainqueur ni vaincu. Le héros a mis en déroute l'adversaire masqué : il est ainsi qualifié.

5) Après une ellipse, on retrouve le héros dans un autre lieu et/ou dans un autre temps. Débutent alors les longues épreuves d'authentification.

5a) 1ère épreuve contre une force de la nature,

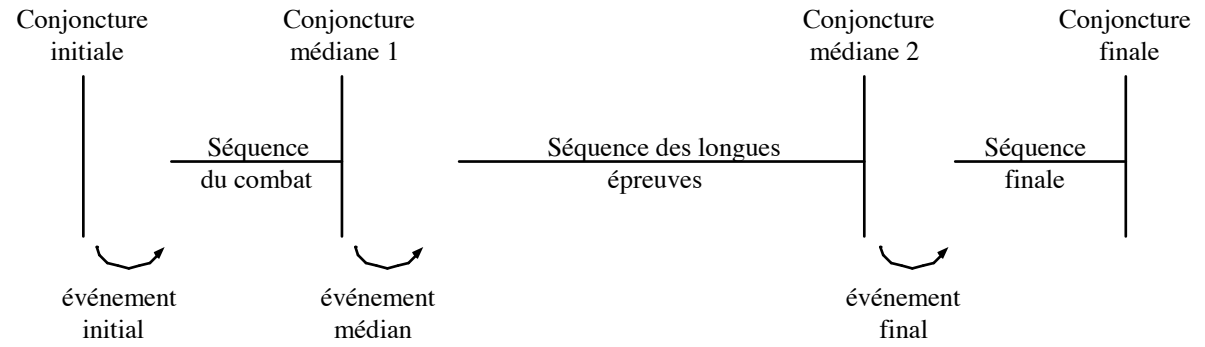
5b) 2nde épreuve contre les auxiliaires du méchant. Le combat est plus difficile, mais le héros parvient à s'échapper,

5c) 3ème et dernière épreuve : le héros arrive dans l'antre du méchant, par ruse ou par force. Aussitôt il est mis en grand danger. Le méchant est démasqué. Un combat à mort l'oppose alors au héros. On croit que le héros va périr, mais il parvient au but grâce à l'auxiliaire et à l'objet magique.

6) Le héros est reconnu vainqueur, il reçoit sa récompense.

7) Epilogue, qui illustre la situation finale.

Une fois de plus, les outils proposés permettent une schématisation de la structure narrative introduite par Propp.



Légende :

Conjoncture initiale : introduction,

Evénement initial : manque ou méfait projetant le héros à l'aventure,

Séquence du combat : successivement donation et épreuve de qualification,

Conjoncture médiane 1 : le héros est qualifié,

Evénement médian : un nouvel événement pousse le héros à poursuivre l'aventure,

Séquence des longues épreuves : généralement 3 épreuves majeures,

Conjoncture médiane 2 : le héros est vainqueur,

Evénement final : le héros est consacré, reconnu par les siens,

Séquence finale : le héros reçoit sa récompense,

Conjoncture finale : épilogue.

Figure IV-10 : *Macro-structure narrative conforme au schéma de Propp.*

Il ne convient pas de discuter ici de l'intérêt du Schéma de Propp. Signalons toutefois qu'il se prête à toutes les variantes possibles, selon qu'il est exploité dans sa version héroïque, correspondant au scénario d'action, dans sa version psychologique ou dans sa version scénario de révélation, dont l'exemple type est le policier. La conjoncture médiane 1 correspond au tiers du temps du récit, soit environ 30 minutes pour un long métrage standard. De très nombreux récits, pourtant apparemment totalement originaux dans leur construction, répondent exactement au schéma de Propp, tant en cinéma qu'au théâtre, à l'opéra, en littérature, etc. De plus, rappelons que le schéma de Propp permet de construire le scénario, c'est-à-dire l'ensemble des péripéties constituant l'histoire. Mais dans la façon de la raconter, leur ordre chronologique peut être inversé, provoquant un décalage entre les événements de la diégèse et les fragments proposés au spectateur dans la scénation, ce qui enrichit

encore les possibilités expressives du produit défini.

De nouveau, **le formalisme proposé par la scénistique** pour symboliser les différentes macro-structures narratives **se montre tout-à-fait adéquat pour représenter la structure fondamentale de Propp**.

5) Déclencheur de récit, méthode de construction progressive

Les parties ci-dessus ont illustré la capacité du formalisme proposé à traduire des structures relativement figées, telle que la structure archaïque quinaire ou la structure fondamentale de la narration mise en évidence par Vladimir Propp.

Toutefois, le même formalisme peut être utilisé pour n'importe quel type de structure. Il suffit de mettre en oeuvre une méthode de construction progressive du scénario. Celle-ci fait appel à un principe de récursivité. Supposons, en guise d'exemple, que l'auteur ait adopté un schéma global de narration conforme à la structure de Propp. Il part donc de la structure représentée sur la figure IV-10 (l'auteur soucieux d'originalité, et refusant à ce titre le recours à la structure de Propp, partira du schéma SI-SF). Pour descendre plus avant dans la construction du scénario, il lui suffit de décomposer de manière plus fine les deux séquences indiquées comme continues dans le schéma, à savoir la séquence du combat et la séquence des longues épreuves. On sait qu'un changement de séquence est provoqué lorsqu'un événement, suite à une conjoncture donnée, déclenche une transition vers un nouvel état différent du précédent. Ce nouvel état peut être très différent ou très légèrement différent, peu importe. Ainsi, il suffit de placer un événement au milieu d'une séquence pour la convertir en deux séquences distinctes, ainsi que l'indique la figure ci-dessous.

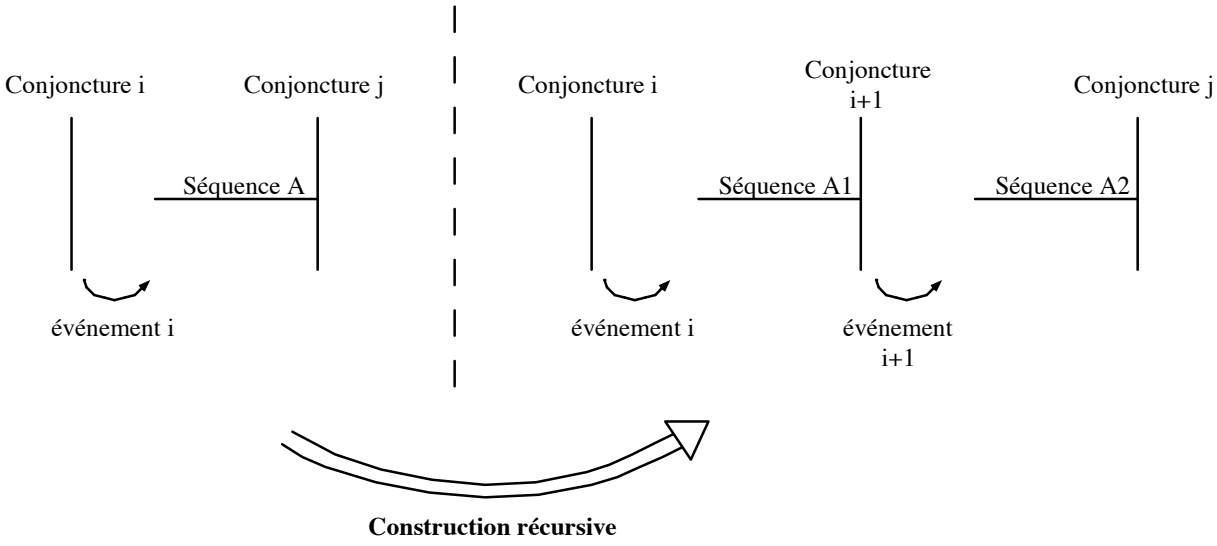


Figure IV-11 : *Construction progressive du scénario par récursivité.*

Ce nouvel événement inséré dans une séquence continue, provoquant son découpage en deux sous-séquences, est appelé un déclencheur de récit. Il correspond très exactement à la façon empirique dont l'auteur professionnel architecture son histoire : à partir d'une trame générale qui est fixée, il s'interroge de plus en plus dans le détail, les questions qu'il se pose à lui-même ressemblant à : "et là, à cet endroit précis, que peut-il bien se passer qui fasse avancer le récit?". Ce déclencheur de récit, dans son concept, n'est pas très éloigné non plus de ce que les américains nomment un "teaser" /BLO 92/.

Le ressort de la narration, le déclencheur de récit, nous l'avons vu précédemment, c'est la difficulté : qu'elle soit manque, qu'elle soit méfait, qu'elle soit simple obstacle, le récit n'existe pas sans elle, il devient inconsistant. Les paragraphes précédents nous ont montré que la charpente générale de l'histoire repose sur une quête, la recherche d'un objet de désir, comme l'indique Greimas, quête qui doit être longue et difficile. Mais à l'intérieur de cette charpente, chaque section doit présenter de nouveaux obstacles, chaque action doit être semée d'embûches. Tout devient périlleux pour le pauvre héros, pour lequel rien, absolument rien ne peut être simple et facile. Ainsi que le mentionne sans ambiguïté Jean-Marie Roth /ROT 92/:

> "*Quel que soit votre sujet, il vous faut présenter un personnage auquel il doit arriver une multitude d'aventures ou de mésaventures*."

Cela signifie très exactement qu'un scénario bien construit se doit de multiplier les obstacles, c'est-à-dire l'irruption de déclencheurs de récit, c'est-à-dire le niveau de récursivité jusqu'auquel on fait descendre la subdivision.

Ainsi, il apparaît que **le principe de récursivité conduisant à insérer un déclencheur de récit dans une séquence continue peut être exploité sans réserves**, jusqu'à rendre la succession des péripéties haletante, ce à quoi les productions américaines (qui connaissent un succès certain auprès du public, rappelons-le aux esthètes acharnés) nous ont si bien habitués.

III-5 : BILAN

Le scénario régente la logique des péripéties de la narration, mais il se situe à un niveau très abstrait, relativement éloigné encore des données que le document propose à l'interaction avec l'utilisateur. Au contraire, la scénation organise les constituants du récit lui-même. Elle désigne la structure organisée d'événements et/ou d'états avec lesquels l'utilisateur est effectivement mis en interaction. Elle est constituée d'un ensemble de fragments extraits du scénario. Alors que la scénation est assez proche du scénario en l'absence de fonctionnalités interactives, identique à un montage déterministe de fragments du scénario (éventuellement suivant une séquentialité déconstruite par rapport à la chronologie de la diégèse), la scénation n'est pas déterminée à l'avance dans le cas d'un produit interactif. Elle s'élabore progressivement au cours de la session interactive, en fonction des actions de l'utilisateur, de ses choix

successifs, et plus généralement de son comportement. La construction de la scénation obéit alors à des règles.

Lorsque le scénario et les règles de construction de la scénation sont achevés, la scénique transpose le document abstrait, virtuellement existant, en une réalité concrète, perceptible par les sens. Un certain nombre de choix esthétiques, de contraintes juridiques, pratiques ou financières influencent la scénique. Celle-ci se rapproche beaucoup de ce que l'on désigne classiquement par le terme de "mise en scène".

Enfin, l'exécution de la mise en situation définit les modalités de la relation concrète entre l'utilisateur et les données du document, les fonctionnalités admissibles au cours de cette interaction ayant été préalablement établies dès la conception de la diégèse. La mise en situation désigne la détermination des moyens concrets permettant à l'utilisateur de naviguer dans l'environnement mis en scène par la scénique. Elle relève de l'interface homme/machine.

La scénistique désigne la méthodologie d'aide à la conception de documents constituée de l'ensemble de ces éléments, à savoir :

- construction de la diégèse décrite par une base de faits déclaratifs et procéduraux, et régulée par une base de règles,
- construction du scénario, architecture de macro-structures narratives dans lesquelles la narration progresse de séquence en séquence à travers une suite d'événements déclenchés par l'occurrence des conjonctures qui les conditionnent. Les conjonctures sont des propositions logiques de circonstances,
- construction et/ou vérification de la scénation, structure organisée de fragments du scénario avec lesquels l'utilisateur est effectivement placé en interaction,
- choix de la scénique, qui traduit le texte, version virtuelle du produit, en un ensemble de données physiques que le spectateur peut percevoir sensoriellement,
- détermination de la mise en situation, qui définit les modalités de la relation concrète entre l'utilisateur et les données du document.

La scénistique est une approche complète, dotée d'outils adaptés à la conception de documents interactifs et/ou de réalité virtuelle. La fin de cette partie a montré qu'en outre, cette méthodologie intègre les résultats obtenus par les recherches antérieures concernant la structure du récit linéaire, en particulier :

- le principe des fiches lieux-décors et des bibles de personnages,
- les notions de fonctions procédurales attachées aux entités de la diégèse repertoriées comme des actants identifiables en termes de distribution des rôles et de leur contribution dans le récit,
- la détermination des antagonismes au moyen des schémas actantiels de Greimas pour chaque personnage de la diégèse,
- la méthode SI-SF de schématisation structurelle du récit,

- les structures fondamentales de la narration, structure archaïque quinaire ou schéma structurel de Propp.

Quoique l'exploitation complète des potentialités de la scénistique n'ait pas encore été réalisée, et nécessite encore un nombre considérable d'expérimentations dans des domaines très variés (écriture de scénario, conception de CD-Rom, écriture littéraire ou théâtrale, mise en scène, exploitation exhaustive des organes d'interaction instrumentée existants, etc...), ce qui pose du reste de sérieux problèmes pratiques et financiers de faisabilité et de mise en oeuvre, la méthode a fait d'ores et déjà la preuve de sa puissance, comme l'ont montré les nombreux exemples qui ont émaillé la présentation.

CHAPITRE 4 : CONCLUSION

Le quatrième et dernier chapitre de ce mémoire a tout d'abord justifié l'emploi d'une stratégie de conduite de projet, sous forme de programme, pour la conception et la réalisation d'un produit d'information. Conformément à la démarche qualité qui a présidé à l'ensemble de ce travail, un "programme d'information" (comparable dans le principe à ce qu'on peut entendre sous l'appellation programme spatial ou programme militaire) structure et articule les différentes phases qui jalonnent la transformation de l'idée en un produit fini. Ces phases se réfèrent explicitement à l'expérience acquise dans le cadre de la production cinématographique. Elles contribuent à la détermination d'un cycle de vie propre à la conception de document. Cette structuration explicite et rigoureuse du cycle de vie vise à favoriser un accroissement sensible de l'efficacité globale du processus, améliorant par là-même la qualité des produits conçus dans un contexte de marché industriel, tel qu'il commence à voir le jour en télévision et en édition interactive.

Au coeur du processus, le "scénario" véhicule le modèle du produit à réaliser. Assurant le suivi, la traçabilité et la maîtrise qualité du cycle de vie du produit, le scénario accompagne ainsi un processus évolutif d'élaboration et de transformation d'un récit tendant vers un document comme produit ultime. Toutefois, la prise en compte de nouvelles contraintes liées à l'émergence de fonctionnalités interactives dans les hyperdocuments impose de redéfinir de nouveaux outils aptes à modéliser conceptuellement un document interactif. En effet, dans la phase de conception préliminaire,

- le scénario n'est pas un modèle des données physiques implantées sur le support,
- le scénario n'est pas un modèle de navigation pour l'utilisateur futur du produit,
- le scénario est la traduction concrète de la représentation mentale que se fait le scénariste de son produit tout au long de la conception.

Le travail de modélisation conceptuelle s'effectue en deux temps :

- d'une part, détermination d'un potentiel scénaristique au moyen d'une description orientée-objet (bases de faits déclaratifs et procéduraux, bases de règles) des différentes entités contribuant à la diégèse,
- d'autre part, construction du scénario régissant la structure événementielle ou profonde à l'aide de macro-structures narratives, dans lesquelles des conjonctures, identifiées comme association logique de circonstances déterminées, déclenchent des événements qui font progresser la narration d'une séquence donnée à la suivante. Le terme séquence désigne ici un segment narratif correspondant à une période de temps pendant laquelle l'environnement reste stable.

Le scénario architecture la logique des péripéties de la narration, mais il ne représente pas la structure de surface que perçoit le spectateur au cours d'une session de manipulation interactive. La construction de la scénation élabore les procédures qui président aux échanges interactifs. La scénation désigne la structure organisée d'événements et/ou d'états avec lesquels l'utilisateur se confronte effectivement, structure constituée d'un ensemble de fragments extraits du scénario.

La conduite du projet dans ses phases ultérieures d'industrialisation et de production, qui finalisent l'état réel du produit, nécessitent encore la mise en oeuvre de :

- la scénique, qui prépare la transposition du document abstrait en une réalité concrète, perceptible par les sens,
- la mise en situation, qui spécifie les modalités concrètes de l'interaction entre l'utilisateur et les données du document.

Toute la méthodologie décrite dans ce chapitre, dénommée scénistique, a été conçue en tenant compte des contraintes spécifiques relatives au document dit "multimedia". Le maître mot de cette réflexion est interaction. On pourrait penser que l'apport de fonctionnalités interactives précipite dans l'obsolescence tous les outils classiques, usuels en cinématographie pour l'élaboration de récits linéaires. Toutefois, l'ensemble présenté ici s'est fortement nourri de cette méthodologie classique. Il en reprend souvent les concepts, étendant les définitions, spécifiant la terminologie, effectuant de nécessaires ajouts, complétant les lacunes. De ce fait, tous les outils de la méthodologie "séquentielle" sont cohérents avec ceux proposés ici, et peuvent être utilisés avec profit dans le cadre de la scénistique.

Ainsi, la scénistique se montre non seulement puissante, mais ouverte, intégratrice, et dans la lignée des méthodes acquises au prix de nombreuses années de pratique en littérature, cinéma, théâtre, opéra. Mon plus cher souhait est qu'elle contribue à faire naître et grandir une création originale et nouvelle, qu'elle participe activement à l'émergence d'oeuvres d'art supportées par les technologies nouvelles, émergence que Ernst Gombrich appelait de ses vœux.

CONCLUSION GENERALE

Depuis 1989, l'ensemble de mon travail a concerné les nouvelles technologies de l'information. Ainsi que cela a été spécifié dès l'introduction générale /SUT 94/ :

> "*Ce terme couvre l'ensemble des équipements utilisés pour saisir, stocker, consulter, rendre accessible localement ou à distance ... des données, des informations, des documents*."

En définissant un document comme une structure organisée de parties informationnelles de niveau moindre, on voit que le terme intègre aussi bien les productions littéraires, le cinéma, l'audiovisuel, ou même les spectacles et les arts, que les nouveaux systèmes numériques d'information tels que le multimedia ou les services en réseau.

Toutefois, une visée strictement technique ou technologique révèle rapidement ses limites. En effet, la préparation d'un contenu informationnel dans le but de le mettre à disposition par consultation, interactive ou non, consiste à sélectionner les données retenues et à les organiser dans une structure élaborée comportant un ensemble de sous-parties, elles-mêmes décomposables jusqu'au niveau de la donnée élémentaire, c'est-à-dire consiste, en définitive, à réaliser un document. Mais ma formation antérieure d'automaticienne m'a fait rapidement rechercher la fonction. Quel est le but? Comment définir la finalité d'une telle réalisation ? Cette simple interrogation oriente tous les questionnements vers une perspective communicationnelle. Il s'agit de prendre en compte, dès les prémices du projet, l'individu récepteur, et de considérer prioritairement les modalités de l'interaction entre le flot de données qu'on lui propose, qualifiées d'information circulante, et sa propre base de données informationnelles, appelée information structure. C'est au travers de cette interaction que jaillit le sens, sous forme de mise en relation, interprétation, évocations, acceptation ou refus, appropriation, transformation réciproque.

Dès lors qu'une position épistémologique constructiviste est adoptée, la dimension projective accordée à la connaissance scientifique élaborée assujettit le modèle construit au projet. Mon projet était donc de proposer une méthode permettant de concevoir et réaliser un document conformément aux directives générales de la qualité. La qualité désigne l'ensemble des propriétés et caractéristiques d'un produit ou service qui lui confèrent l'aptitude à satisfaire des besoins exprimés ou implicites. L'énoncé des besoins (nécessités ou désirs éprouvés par l'utilisateur) adopte alors une forme fonctionnelle, c'est-à-dire en termes d'objectif, identifié au résultat espéré des actions, sans référence aux solutions techniques susceptibles d'y répondre. Les fonctions de service, actions d'un document ou de l'un de ses constituants exprimées exclusivement en termes de finalité, comprennent les fonctions d'usage, traduisant la partie rationnelle du besoin, et les fonctions d'estime, traduisant sa partie subjective. La rédaction du Cahier des Charges Fonctionnel, CdCF, fait l'objet de l'étape d'analyse fonctionnelle.

Pour pouvoir la mener à bien, il importe de caractériser le fonctionnement du processus de communication, au moyen de ses invariants repérables dans les modalités de la réception et de la réponse à une information circulante. En effet, une information est un signal qui, après perception, produit un effet sur le comportement ou l'état cognitif du récepteur. L'information est supportée par un signal véhiculant des données, résultat d'un codage et d'un enregistrement de certains attributs significatifs d'un objet ou d'un événement. Il convient de ne pas confondre l'information, le signal qui la supporte et les données qui constituent ce signal. L'effet produit par une information s'identifie à une transformation, assimilable à un changement d'état du récepteur. Le modèle doit donc permettre de décrire et comprendre, en termes de fonctions, la nature de l'influence d'une information sur un individu à la réception d'un train de données. C'est une étape conditionnant la mise en oeuvre d'une analyse fonctionnelle, qui constitue la phase initiale obligée de la conception d'un produit de communication conformément aux directives de la qualité.

L'étude des faits humains remet en cause, d'emblée, certains grands principes spécifiquement cartésiens. Le contexte propre aux sciences humaines impose l'adoption d'une position épistémologique constructiviste. Celle-ci prône le recours à une modélisation systémique, qui garantit la validité des connaissances ainsi élaborées. En effet une certaine rigueur est nécessaire : il ne suffit pas d'utiliser un modèle validé par la physique pour assurer la scientificité d'un énoncé en sciences humaines. Les concepts proposés par les psychosociologues et les neurosociologues pour caractériser les comportements humains composent les constituants actifs des processus étudiés. La modélisation systémique les architecture au sein d'une structure formelle, répondant au formalisme S.A.D.T.. Le dépouillement des variables du modèle sujettes à transformation sous l'influence d'un message fournit la liste des fonctions susceptibles de figurer dans un CdCF.

De plus, le modèle systémique permet l'étude de l'état du système, entre autres l'identification des anomalies éventuelles, la détection des dysfonctionnements et la détermination des défaillances. L'objet d'un programme de communication consiste dès lors à atteindre un état final, considéré a priori comme idéal et appelé objectif, à partir d'un état initial, tous deux caractérisés grâce à l'appui du modèle systémique. Lorsque les deux situations communicationnelles, de départ et d'arrivée, sont trop distantes, il faut faire évoluer le système de façon progressive, en insérant des états intermédiaires nécessaires à la réduction des risques d'échec. Le concept de polyptyque répond à ce besoin. Il correspond à un programme de communication complexe, constitué de plusieurs volets donnant lieu chacun à une analyse fonctionnelle et à un sous-programme spécifiques.

Les principes de l'analyse fonctionnelle ont ensuite été appliqués aux images numériques calculées. Cette étude a montré que les fonctions à remplir, et donc le CdCF les consignant, sont fondamentalement différents selon qu'il s'agit de simulation ou de synthèse. Les critères d'évaluation de la qualité, les niveaux et les flexibilités associés le sont donc également. Le concept de synthèse, appliqué à l'animation, a

permis de proposer un modèle original dédié à la conception de séquences animées. Ce modèle prouve l'originalité de son apport face aux procédés relevant de la simulation. Fondé sur une décomposition spatiale et temporelle de l'espace d'état des paramètres, il permet de dépasser la simple simulation des lois naturelles régissant le monde physique de la réalité. Bien que l'hypothèse fondatrice n'ait pas de sens physique, le modèle s'avère très efficace pour synthétiser des mouvements extrêmement variés, aussi lissés ou cahotiques, aussi imprévisibles et irréalistes que les souhaite l'animateur. Les interprétations métaphoriques offrent ainsi au créateur un champ de possibilités expressives infinies, où le sens prévaut sur le réalisme.

Enfin, l'application de la synthèse d'images à la reconstitution numérique de bâtiments historiques disparus ouvre le champ des recherches vers les applications de "réalité virtuelle", en particulier ici la visite guidée virtuelle. La dernière partie a donc été consacrée à quelques propositions tendant à orienter la réalisation des "nouveaux media" vers une démarche qualité. Pour ce faire, toutes les étapes qui jalonnent la transformation de l'idée en un produit fini ont été redéfinies de façon précise. L'extraction des connaissances acquises à travers l'expérience de la production cinématographique conduit à structurer les différentes phases et à les articuler au sein d'un programme, conformément à l'approche qualité. Ceci fournit le squelette d'un cycle de vie constituant l'armature d'une stratégie de conduite de projet pour la conception et la réalisation d'un produit d'information. L'analyse fonctionnelle, longuement étudiée précédemment, en constitue la phase initiale.

En étendant la problématique à l'ensemble des étapes préparatoires, on constate que la conception d'un document vise à élaborer la structure complexe architecturant l'ensemble des sous-parties constituantes de niveau moindre. Cette phase de conception, depuis l'avant-projet jusqu'à l'industrialisation en passant par l'ingénierie, nécessite un support de représentation de la structure conçue. Celui-ci traduit concrètement la représentation mentale que le créateur se fait du produit à naître, le rendant ainsi transmissible et explicable aux autres acteurs, souvent nombreux, de la chaîne de production. Ce support prend la forme d'un modèle conceptuel. Il accompagne le processus évolutif d'élaboration et de transformation du récit tendant vers le document comme réalisation ultime.

Le travail de modélisation s'effectue en deux temps :

- détermination du potentiel scénaristique au moyen d'une description orientée objet des différentes entités contribuant à la diégèse, description constituée d'une base de faits déclaratifs et procéduraux et d'une base de règles,
- construction du scénario régissant la structure événementielle ou profonde à l'aide de macro-structures narratives.

La structure de surface avec laquelle l'utilisateur est effectivement placé en interaction, désignée par la scénation, est constituée d'un ensemble de fragments extraits du scénario, fragments proposés au spectateur au cours d'une session de manipulation interactive. La construction de la scénation consiste à définir les

procédures qui président aux échanges interactifs. Enfin, dans les phases ultimes d'industrialisation et de production, qui finalisent l'état réel du document, il est nécessaire de procéder en outre à :

- la scénique, qui prépare la transposition du document abstrait en une réalité concrète, constituée de données perceptibles par les sens,
- la mise en situation, qui spécifie les modalités concrètes de l'interaction entre l'utilisateur et les données du document, les fonctions correspondantes ayant été décrites dans le potentiel scénaristique.

La scénistique désigne cette méthodologie adaptée aux exigences de la qualité, proposée en réponse aux contraintes propres au document dit "multimedia", où l'interactivité règne en maître. Toutefois, on a pu observer que la scénistique étend et prolonge l'ensemble des méthodes classiques utilisées en littérature, en cinématographie, etc. La méthode de conduite de projet propre à la scénistique est donc utilisable pour tout un ensemble de contextes applicatifs. L'idée d'une méthode pour la création qualifiée d'artistique pourra en choquer plus d'un. Elle a pourtant fait largement ses preuves. On sait par exemple, grâce aux travaux des chercheurs C.N.R.S. consacrés à l'étude des manuscrits et des documents préparatoires, que Zola faisait précéder l'écriture d'une longue période consacrée à la conception, période pendant laquelle il effectuait un travail de documentation très approfondi, nourri de méthodes journalistiques, et faisant appel à des repérages sur le terrain, des croquis représentant très exactement les décors de ses romans, des interviews, etc. Et que dire de la méthode Simenon, qui lui permettait de boucler un ouvrage en dix jours, ce qui lui a valu d'en écrire plus de quatre cents, traduits dans toutes les langues, adaptés de multiples fois pour le cinéma et la télévision. On me rétorquera que Simenon, ce n'est pas de l'art. Je serai tentée de répondre que cela se consomme quand même avec grand plaisir, et qu'il serait mal venu de bouder ce plaisir-là. D'ailleurs, où situer la frontière entre l'art et le reste? Sait-on que les romans de Jules Verne sont des oeuvres de commande, destinées à enseigner la géographie -d'où les longues descriptions sur le milieu sous-marin, et ainsi de suite, passages qu'il est aujourd'hui très tentant de sauter. L'établissement de règles pourra également heurter certaines convictions. C'est pourtant le fondement même de la création oulipienne, dont on connait par ailleurs l'originalité des productions. La scénistique s'inscrit dans la tradition de l'Oulipo.

Il serait absurde de croire que les réflexions consignées dans ce mémoire mettent un point final à la problématique envisagée ici. Au contraire, beaucoup de choses sont restées en suspens. L'exemple industriel a montré, parmi d'autres applications réalisées grâce à la méthode, l'importance de l'analyse fonctionnelle pour l'établissement d'un CdCF réellement adapté au besoin véritable, souvent très distant de la demande initiale. Toutefois, les méthodes de mesure associées aux critères de qualité ne m'ont pas totalement satisfaites. Le résultat de l'effort qualité se mesure, est-il indiqué dans les préceptes généraux. J'aurais envie d'ajouter : se mesure fiablement. Des mesures, très gratifiantes, ont été effectuées pour "la Guerre des Brioches". Mais une petite arrière pensée me laisse supposer que cette partie-là de la méthodologie peut être très largement amendée, par exemple en mettant en oeuvre une quantification

floue. Un travail méthodologique important reste à mener quant aux protocoles expérimentaux de validation et de contrôle.

De plus, le modèle systémique proposé pour représenter les processus de réception et réponse à une sollicitation perceptuelle peut toujours être précisé, agrégé, détaillé à un niveau de profondeur plus important. Là encore, on l'a dit, le modèle n'est jamais fini, jamais parfait. Le faire progresser sans cesse conduira à définir plus précisément les fonctions à atteindre, les critères de qualité à vérifier et leurs mesures : c'est la voie de l'amélioration de la qualité, sachant que la "qualité totale" est une asymptote, inatteignable par définition.

Enfin et surtout, le travail restant à faire est immense concernant la création de documents numériques. Seules quelques pistes ont été ouvertes dans ce secteur d'activité en émergence. Ici, nous en sommes aux préludes, à la recherche des Méliès et des Eisenstein du multimedia. Pas question d'analyser un existant riche d'un lourd passé. Il faut faire, puis réfléchir, construire de la connaissance, représenter, et faire encore. Alors, la connaissance scientifique progresse par l'action, car "*seul celui qui a fait peut connaître le résultat de son opération*" /VIC 81/, définition éminemment constructive de la connaissance qui la libère en quelque sorte de toute croyance exclusive sur le statut de la réalité à connaître. "*Le chemin se construit en marchant*". L'essentiel est de créer, car tout est encore à créer.

L'acte de création est complexe à analyser. Toutefois, on peut en donner les ressorts principaux /MOL 71/. Toute expression est un phénomène de communication : l'oeuvre est un message transmis par l'intermédiaire d'un canal entre l'émetteur et un individu récepteur. Chaque message se caractérise par son taux d'originalité et par son intelligibilité (l'excès d'information ou la complexité nuit à l'intelligibilité du message).

L'oeuvre repose sur un jeu dialectique plus ou moins élaboré et conscient entre l'intelligibilité et l'originalité : attendu/inattendu, connu/inconnu, ordre/désordre. L'objectif du créateur peut être purement plastique s'il est à la recherche d'un effet de composition provoquant une réaction positive sur le seul plan de la perception : beauté, harmonie, ... Mais il vise plus souvent un niveau d'ordre plus complexe quand il cherche à suggérer une pensée ou un sentiment.

Face à l'oeuvre, la dynamique du récepteur est la suivante :

- l'oeuvre entre dans le champ sensoriel : elle est rejetée, ou négligée, ou considérée plus attentivement,
- lorsque l'attention se maintient, c'est que le récepteur accepte l'intrusion de l'oeuvre dans son champ de conscience. Le rejet peut être de nature pulsionnelle, ou culturelle, ou les deux,
- si l'intérêt demeure, le récepteur "lit" l'oeuvre, puis forme en lui-même l'image de l'oeuvre, par intériorisation : il en construit sa propre image mentale.

En résumé, le récepteur peut percevoir, porter attention, intérioriser, modifier, puis désirer et recréer. Mais il peut aussi refuser. En général, chacun réagit en fonction de ce qui est dit "beau" ou "laid", "intéressant" ou "stupide", "puissant" ou "nul".

Toutefois le récepteur souvent découvre qu'une oeuvre l'émeut et qu'il peut, à partir d'elle, recréer un monde qui lui était jusqu'alors inconnu, et s'y projeter.

Bouquet de fleurs des champs, automobile, oratorio ou document, l'oeuvre exprime, l'oeuvre fait sens. L'oeuvre s'identifie à ce qui est fait, elle est donc la seule vérité, puisque "*le vrai et le faire sont une seule et même chose*" selon la théorie du Verum Factum de G.B.Vico /VIC 81/. Hypothèse conjointe, le principe de l'Ingenium est "*cette faculté mentale qui permet de relier de manière rapide, appropriée et heureuse des choses séparées*". Cette capacité à relier, à conjoindre, à associer (plutôt qu'à séparer ou à atomiser sans fin) ne rend-elle pas compte de "*cet étrange pouvoir de l'esprit humain*" qu'est sa capacité à inventer et à créer?

A l'opposé des sciences de l'analyse, héritières de la pensée positive, les sciences de l'ingénierie sont les sciences de l'Ingenium, celles du "Génie", fondamentalement constructives et créatrices. Elles s'attachent à la seule vérité connaissable : le connaître en construisant. Le sujet connaissant ne représente pas des choses, mais des opérations ou des interactions, et la connaissance qu'il en construit par des représentations est elle-même opératoire, active.

Une métaphore de J. Ladrière /LAD 90/ illustre bien cette idée : la représentation (scientifique) peut être diplomatique ou théâtrale. La première est en principe passive, indifférente à la teneur du message ou de la connaissance qu'elle transmet. La seconde est délibérément intentionnelle. Le sujet la fait "jouer" en la construisant pour connaître le message qu'il lui demande d'exprimer ; à la manière d'un auteur dramatique ou d'un compositeur qui à la fois interprète la composition qu'il est en train d'écrire et s'efforce d'être son propre spectateur pour apprécier l'effet de cette interprétation.

Quand on est peu doué pour la diplomatie, il faut choisir le spectacle. Comment ne pas faire confiance à Philippe Caubère, grand professionnel du spectacle, à la fois auteur et interprète de ses propres oeuvres /CAU 94/ :

> "*C'est une loi implacable : au théâtre, le grand art, c'est de plaire. Non pas plaire pour plaire, plaire à tout prix, à tout le monde, ... Non : plaire à celui ou à celle qui vient s'asseoir dans le théâtre avec au coeur cet espoir, ce rêve secret, être ému. ... Alors, me semble-t'il, le théâtre comme le roman, comme le cinéma, comme la musique, trouve son sens et sa raison d'être*".

J'ajouterai comme le document /LEL 94b/ (consultable dans l'annexe 2).

Ce spectacle-ci se termine : le rideau va bientôt tomber. L'ingénieur-auteur qui l'a interprété a jeté aux orties les principes analytiques propres à la pensée positive, pour renouer avec son besoin éternel de construire, de faire, de jouer, son besoin constructiviste et créateur d'ingénieur. Il a, pour lui-même, réconcilié l'Ingenium, le Factum et l'Ars, tout en replaçant l'être humain au centre de la construction. Il a construit une méthode pour concevoir des documents de qualité, et aussi le document pour "mettre en scène" la méthode qui permet de concevoir des documents de qualité.

C'est assez dire que le document lui-même, par sa qualité, doit convaincre sa cible de la validité de sa méthode.

Elaborer des documents de qualité représente un enjeu majeur pour les années à venir. Nul ne peut affirmer aujourd'hui avec certitude de quoi sera faite la société de l'information. Toutefois, des évolutions considérables sont d'ores et déjà patentes. L'augmentation du temps d'inactivité professionnelle (retraite, loisir, chômage) a fait surgir un fort besoin d'occupations secondaires, le plus souvent à domicile. Le raccourcissement du cycle de vie des technologies fait émerger la nécessité de formations dites "permanentes" ou "continues", incluses dans l'activité professionnelle, parfois même sur le lieu de travail, en groupe ou individuellement, par actions programmées ou de manière autonome, "à la carte". L'adaptabilité, la mobilité fonctionnelle sont les clefs d'un parcours professionnel réussi. La notion de télé-travail fait son chemin.

Tous ces bouleversements impliquent un recours massif à l'acquisition de connaissances, à l'accession à la culture (technique, scientifique ou artistique), à l'échange efficace de données pertinentes, à la manipulation et à la transmission d'informations via le document. La mise à disposition de produits parfaitement adaptés à la fonction qu'ils se proposent de couvrir ne pourra pas se faire sans une recherche de fond concernant leur conception, s'appuyant sur une démarche communicationnelle rigoureuse scientifiquement.

Le présent mémoire a ouvert une voie en ce sens. Il a franchi quelques étapes sur le chemin de la qualité, mais l'oeil se perd à l'horizon dans la direction qui reste à parcourir. J'espère que ce document, une fois entré dans le champ sensoriel de son lecteur, aura su retenir son attention, afin que chacun ait pu l'intérioriser, le faire interagir avec sa propre information structure, s'en construire sa propre image mentale. J'espère qu'il saura donner envie à quelques chercheurs de se joindre à moi pour poursuivre. Puissent-ils être nombreux ceux qui, à partir de lui, pourront créer un monde qui était jusqu'alors inconnu, s'y projeter, et le communiquer.

BIBLIOGRAPHIE

/ARI 89/ ARIJON D.
"Grammaire du langage filmé : encyclopédie de la mise en scène"
Paris, Editions Dujarric, 1989

/ARS 70/ ARSAC J.
"La science informatique"
Paris, Dunod, 1970

/AUM 83/ AUMONT J., BERGALA A., MARIE M., VERNET M.
"Esthétique du film"
Paris, Nathan, 1983

/ATL 77/ ATLAN H.
"Modélisation et maîtrise des systèmes"
Suresnes, Editions Hommes et Techniques, 1977

/BAE 69/ BAECKER R.M.
"Picture-driven animation"
AFIPS Press, Proceedings Spring joint computer Conference, 34 : 273-288, 1969

/BAL 90/ BALPE J.P.
"Hyperdocuments, hypertextes, hypermedia"
Paris, Eyrolles, 1990

/BAT 77/ BATESON G.
"Vers une écologie de l'esprit"
Paris, Editions du Seuil, 1977

/BER 60/ BERLYNE D.E.
"Conflict, arousal and curiosity"
New-York, Mc Graw Hill, 1960

/BER 90/ BERTHELOT J.M.
"L'intelligence du social"
Paris, Presses Universitaires de France, 1990

/BLO 92/ BLOCH J.W., FADIMAN B., PEYSER L.
"Manuel du scénario américain"
Bruxelles, Centre d'Information des Media Audiovisuels C.I.A.M., 1992

/BOU 94/ BOUCHON-MEUNIER B.
"La logique floue"
Paris, Presses Universitaires de France, "Que sais-je?", 1994

/BOU 67/ BOUSQUET L. Abbé
"Les anciennes abbayes de l'ordre de Citeaux. Mémoires"
Rodez, Carrère, SLSSA, t. IX, 1867

/BRE 84/ BRET M.
"L'image numérique animée"
Thèse de Doctorat ès lettres, Université de Paris VIII, 1984

/BRI 56/ BRILLOIN L.
"Science and Information Theory"
New York, Academic Press Inc. Publishers, 1956

/BRO 80/ BRODLIE K.W.
"Mathematical methods in computer graphics and design"
New York, Academic Press, 1980

/BRO 90/ BROMBERG M.
"La communication: le pourquoi", Chapitre 4
GHIGLIONE R.
"Le qui et le comment", Chapitre 3
in "Traité de psychologie cognitive", Tome 3
Paris, Dunod, 1990

/BRU 81/ BRUNHES P.
in "Dictionnaire économique et social", BREMOND J., GELEDAN A.
Paris, Hatier, 1981

/BUR 93/ BURDEA G., COIFFET P.
"La réalité virtuelle"
Paris, Hermès, 1993

/BUS 74/ BUSNEL R.G.
"L'intelligibilité et certaines données psychophysiologiques sous-estimées"
London, 8th International Congress on Acoustics, 123-148, Juillet 1974

/CAR 85/ CARBLOM I., CHACRAVARTY I., VANDERSCHEL D.
"A hierarchical data structure for representing the spatial decomposition of 3D objects"
IEEE Computer Graphics and Applications, Volume 5 n°4, Avril 1985

/CAR 86/ CARRIERE J.C.
"Scénariste ou le voyage à Bruxelles"
Bruxelles, Revue belge du cinéma, 1986

/CAR 90/ CARRIERE J.C., BONITZER P.
"Exercices du scénario"
Paris, Cahiers de la Femis, 1990

/CAR 92/ CARTIER A.
"Séminaire Qualité"
Paris, Publication CNES, Support de cours, 1992

/CHA 66/ CHAITIN G.J.
"On the Length of Programs for Computing Finite Binary Sequences"
J.A.C.M., 13, 145-159, 1966
Repris dans /CHA 87/

/CHA 77/ CHAITIN G.J.
"Algorithmic Information Theory"

IBM Journal of Research and Development, 31, 350-359, 1977
Repris dans /CHA 87/

/CHA 87/ CHAITIN G.J.
"Information, Randomness and Incompleteness : Papers on Algorithmic Information Theory"
Singapore, World Scientific, 1987

/CHA 92a/ CHANGEUX J.P., CONNES A.
"Matière à pensée"
Paris, Editions Odile Jacob, 1992

/CHA 92b/ CHARLOT A.
"Etude d'un outil d'aide à la mise en situation"
Mémoire de D.E.A. A.I.H., LAMIH, Université de Valenciennes, 1992

/CHA 86/ CHATEAU D.
"Le cinéma comme langage"
Paris, Publications de la Sorbonne, 1986

/CHI 85/ CHION M.
"Ecrire un scénario"
Paris, Cahiers du cinéma/I.N.A., 1985

/CHO 66/ CHOMSKY N.
"La linguistique cartésienne" suivi de "La nature formelle du langage"
Paris, Editions du Seuil, 1966

/COL 89/ COLAÏTIS F., FROMONT J., KRETZ F.
"Evolution of multimedia interactive applications towards hypermedia"
Rennes, Document Woodman 89, BIGRE-IRISA, 1989

/COL 92/ COLIN M.
"Cinéma, télévision, cognition"
Nancy, Presses Universitaires, Collection "Processus Discursifs-Langage et Cognition", 1992

/COM 84/ COMPARETTI G.
"Mouvement, image et ordinateur. Dessin animé par ordinateur"
Paris, Micad' 84, Séminaire d'introduction, 1984

/CON 87/ CONKLIN J.
"Hypertext : an introduction and survey"
Computer I.E.E.E., Septembre 1987

/DAM 92/ DAMASIO D. et DAMASIO H.
"Le cerveau et le langage"
Numéro Spécial pour la science, n°181, Novembre 1992

/DEL 94/ DELAHAYE J.P.
"Information, complexité et hasard"
Paris, Hermès, "Langue, Raisonnement, Calcul", 1994

/DON 78/ DONEDDU A.
"Géométrie différentielle. Intégrales multiples"
Paris, Vuibert, Nouveau cours de mathématiques, Tome 6, 1978

/DOR 96/ DORAY Y.
"Introduction à l'étude de l'impression de réalité des effets spéciaux au cinéma"
Mémoire de D.E.A. S.I.C., LSC, Université de Valenciennes, 1996

/DUB 76/ DUBY G.
"Saint Bernard. L'art cistercien"
Paris, Flammarion, 1976

/DUR 92/ DURAND A.
"Etude d'une hiérarchisation de l'image"
Mémoire de D.E.A. A.I.H., LAMIH, Université de Valenciennes, 1992

/DUR 96/ DURAND A.
"Modélisation moléculaire : vers un nouvel outil d'aide à la conception multimedia"
Thèse de Doctorat, Université de Valenciennes, à paraître en 1996

/EIS 29/ EISENSTEIN S.M.
"Dramaturgie de la forme filmique"
Paris, Dunod, 1929

/GAR 85/ GARDNER H.
"The mind's new science"
New-York, Basic Books , 1985

/GRA 93/ GRANGER G.G.
"La science et les sciences"
Paris, Presses Universitaires de France, "Que sais-je?", 1993

/GRE 83/ GREIMAS J.
"Sémantique structurale" suivi de "Sémantique du sens"
Paris, Presses Universitaires de France, 1983

/GRI 91/ GRIZE J.B.
"Logique et langage"
Paris, Ophrys, 1991

/GUE 88/ GUENA F., ZREIK A.
"Un système de conception architecturale assistée par architecte"
Paris, Hermès, Actes des journées européennes sur les applications de l'I.A. en architecture, 1988

/GUI 69/ Mc GUIRRE W.J.
"The Nature of Attitudes and Attitudes Change"
in G. LINDZAY : "The Handbook of social Psychology" - Vol. 3 -
Massachussets, Addison Wesley, 1969

/GUN 92/ GUNTZ E., LELEU-MERVIEL S.
"Habillage de surfaces 3D quelconques"
Paris, Hermès, "Revue internationale de CFAO et d'infographie", Volume 7 n°4/1992, 419-434, 1992

/GUN 94/ GUNTZ E.

"Habillage de surfaces tridimensionnelles paramétriques à l'aide de textures bidimensionnelles"
Thèse de doctorat, Université de Valenciennes, Juin 1994

/GUN 95/ GUNTZ E., LELEU-MERVIEL S.
"Habillage de surfaces biparamétriques à l'aide de textures planes"
Paris, Hermès, "Revue internationale de CFAO et d'infographie", Volume 10 n°5/1995, 499-522, 1995

/GUN 96/ GUNTZ E., TREHERNE L., LELEU-MERVIEL S.
"Intégration optique d'une maquette synthétique dans une scène réelle filmée"
Proposé pour publication à la "Revue internationale de CFAO et d'infographie", Hermès, Paris

/HEL 90/ HELLER T.
"La communication audiovisuelle d'entreprise. Le discours des apparences"
Paris, Les Editions d'Organisation, 1990

/HUA 96a/ HUART J.
"Méthodologie de production des applications interactives"
Mémoire de D.E.A. S.I.C., LSC, Université de Valenciennes, 1996

/JAH 66/ JAHODA M., WARREN N.
"Attitudes"
London, Penguin, "Modern Psychology", 1966

/JOA 65/ JOANNIS H.
"De l'étude de la motivation à la création publicitaire"
Paris, Dunod, 1965

/JOU 91/ JOUVE M.
"La communication publicitaire"
Paris, Bréal, "Synergies", 1991

/KAP 84/ KAPFERER J.N.
"Les chemins de la persuasion"
Paris, Dunod, 1984

/KOL 65/ KOLMOGOROV A.N.
"Three Approaches for Defining the Concept of Information Quantity"
Information Transmission, Vol. 1, 3-11, 1965

/KOR 80/ KORZYBSKY A.
"Science and Sanity"
Lakeville (Conn.), The International Non-Aristotelian Library Publishing Company, 1980

/KUN 93/ KUNDERA M.
"Les testaments trahis"
Paris, Gallimard, 1993

/LAB 83/ LABORIT H.
"La colombe assassinée"
Paris, Grasset, 1983

/LAR 82/ LARIVAILLE P.
"Le réalisme du merveilleux"
Paris, Publication de l'Université de Nanterre, 1982

/LE C 83/ LE CARDINAL G.
"Communications, relations et confiance : vers l'élaboration d'un modèle mathématique"
Séminaire UTC-CNAM, 276-317, 1983

/LE C 84/ LE CARDINAL G., GUYONNET J.F.
"Les mathématiques de la confiance"
Pour la science, 71-77, Juillet 1984

/LE C 89/ LE CARDINAL G.
"L'homme communique comme unique. Modèle systémique de la communication interpersonnelle finalisée"
Thèse pour l'habilitation à diriger des recherches, Université de Bordeaux 3, Octobre 1989

/LEL 86a/ LELEU-MERVIEL S.
"About separating spatial and temporal criteria for synthesis of motion in computer animation"
Congrès Eurographic's 86, Lisbonne (Portugal), Août 1986

/LEL 86b/ LELEU-MERVIEL S.
"Contribution à la modélisation de déformations pour l'animation en synthèse d'images"
Paris, Hermès, "Revue internationale de CFAO et d'infographie", Volume 1 n°3/1986, 419-434, 1986

/LEL 92/ LELEU-MERVIEL S.
"Les techniques de pointe pour la valorisation du patrimoine : le concept de visite guidée virtuelle"
Congrès "Mondes réels et virtuels", Montpellier, Mars 1992

/LEL 93/ LELEU-MERVIEL S.
"La place de l'Art dans le contexte professionnel de l'Ingénieur"
Congrès "l'Ingénieur et l'Art", Aix-en Provence, Septembre 1993

/LEL 94a/ LELEU-MERVIEL S.
"Le concept de déclinaison polyptyque pour la convergence du processus de communication"
Symposium International "La convergence des techniques de communication" Montréal, Septembre 1994

/LEL 94b/ LELEU-MERVIEL S.
"Une approche de la conception des hyperdocuments narratifs"
Valenciennes, Presses Universitaires de Valenciennes, "LezValenciennes", Sciences et Arts de la communication, n°16/1994, 43-63, 1994

/LE M 73/ LE MOIGNE J.L.
"Les systèmes d'information dans les organisations"
Paris, Presses Universitaires de France, "Systèmes-Décisions", 1973

/LE M 95/ LE MOIGNE J.L.

"Les épistémologies constructivistes"
Paris, Presses Universitaires de France, "Que sais-je?", 1995

/LI 93/ LI M., VITANYI P.M.B.
"Introduction to Kolmogorov Complexity and its Application"
Berlin, Springer-Verlag, 1993

/LIE 90/ LIEURY A.
"Manuel de psychologie générale"
Paris, Dunod, 1990

/MAG 85/ MAGNENAT-THALMAN N., THALMANN D.
"Computer animation. Theory and Practice"
Berlin, Springer Verlag, 1985

/MAN 83/ MANDELBROT B.B.
"The fractal geometry of nature"
New York, W.H. Freeman and Company, 1983

/MAN 87/ MANTYLA M.
"Solid modelling : state of the art"

Paris, Micad' 87, Tutorial, 1987

/MAR 87/ MARTINACHE M.
"Regarder ou lire les images"
Paris, Humanisme et entreprise, n° 162, 1987

/MAR 77/ MARTINEZ F.
"Techniques de passage d'un dessin à un autre par déformations successives. Application à un système d'animation"
Grenoble, IMAG, R.R. n° 65, 1977

/MAR 94/ MARTINEZ D.
"Les documents pluri-sensoriels interactifs. Une approche basée sur le langage audiovisuel"
Mémoire de D.E.A. A.I.H., LAMIH, Université de Valenciennes, 1994

/McK 69/ MACKAY D.M.
"Information, mechanism and meaning"
Cambridge, Massachussets, The M.I.T. Press, 1969

/MEL 79/ MELESE J.
"Approches systémiques des organisations"
Suresnes, Editions Hommes et Techniques, 1979

/MET 68/ METZ C.
"Essai sur la signification au cinéma"
Paris, Editions Klincksiek, 1968

/MET 71/ METZ C.
"Langage et cinéma"
Paris, Larousse, 1971

/MIN 62/ MINSKY M.L.
"Problems of Formulation for Artificial Intelligence"
Mathematical Problems in Biological Sciences, Proceedings of Symposia in Applied Mathematics XIV. R.E. Bellmann ed. American Math. Soc. Providence, 1962

/MOL 71/ MOLES A.
"Art et ordinateur"
Bruxelles, Casterman, 1971

/MON 70/ MONOD J.
"Le hasard et la nécessité : essai sur la philosophie naturelle de la biologie moderne"
Paris, Editions du Seuil, 1970

/MOR 77/ MORIN E.
"La méthode, t. I : La nature de la nature"
Paris, Editions du Seuil, "Points", 1977

/MOR 90/ MORIN E.
"Introduction à la pensée complexe"
Paris, ESF, "Communication et complexité", 1990

/NAS 74/ NASLIN P.
"Rapport de conjoncture du CNRS : Automatique"
Paris, 1974

/NIN 88/ NINIO J.
"La mémoire"
Revue Explors n°1, Novembre 1988

/NIS 93/ NISSERON F.
"Vers un modèle de conception de texture"
Mémoire de D.E.A. A.I.H., LAMIH, Université de Valenciennes, 1993

/NUT 75/ NUTTIN J.M.
"The illusion of attitude change"
London, Academic Press, 1975

/PER 88/ PEROCHE, ARGENCE, GHAZANFARPOUR, MICHELUCCI
"La synthèse d'images"
Paris, Hermès, 1988

/PIA 37/ PIAGET J.
"La construction du réel chez l'enfant"
Nestlé, Delachaux, 1937

/PIA 67/ PIAGET J.
"Logique et connaissance scientifique"
Paris, Gallimard-Encyclopédie de la Pléiade, 1967

/POP 84/ POPPER K.
"L'univers irrésolu. Plaidoyer pour l'indéterminisme"
Paris, Hermann, 1984

/PRO 70/ PROPP V.

"Morphologie du conte russe"
Paris, Editions du Seuil, 1970

/PRU 66/ PRUDHOMME R., LEMASSON G.
"Cinématique"
Paris, Dunod, 1966

/REE 81/ REEVES W.T.
"In-betweening for computer animation utilizing moving point constraints"
New York, Association for Computing Machinery Inc., Siggraph' 81
Conference Proceedings, Vol. 15 n°3, 1981

/ROT 92/ ROTH J.M.
"Comment écrire son film"
Paris, Top Editions, 1992

/SCH 84/ SCHERER K.R.
"Les émotions : fonctions et composantes"
Cahiers de psychologie cognitive - 4 - 1 - p 9 - 39, 1984

/SCH 90/ SCHNEIDER C.
"Communication : nouvelle fonction stratégique de l'entreprise"
Paris, Masson, "Ce qu'il vous faut savoir. Encyclopédie Delmas pour la vie des affaires", 1990

/SFE 93/ SFEZ L.
"Dictionnaire critique de la communication"
Paris, Presses Universitaires de France, 1993

/SHA 49/ SHANNON C.E., WEAVER W.
"A mathematical theory of communication"
Urbana, Illinois, University of Illinois Press, 1949

/SOL 64/ SOLOMONOFF R.J.
"A Formal Theory of Inductive Inference"
Information and Control, 7, 1-22, 1964

/SPE 73/ SPERRY R.W.
"Lateral Specialization of cerebral Function in the surgically separated hemispheres"
in Mc GUIGAN F.J. and SCHOONOVER R.A.
"The psychophysiology of thinking"
New-York, Academic Press, p 209 - 229, 1973

/SUT 94/ SUTTER E.
"Maîtriser l'information pour garantir la qualité"
Paris, Publication AFNOR, 1994

/TIM 93a/ TIMBAL-DUCLAUX L.
"J'écris des nouvelles et des contes"
Nantes, Ecrire aujourd'hui, 1993

/TIM 93b/ TIMBAL-DUCLAUX L.
"J'écris mon premier roman"
Nantes, Ecrire aujourd'hui, 1993

/TIN 51/ TINBERGEN N.
"Study of Instinct"
Oxford University Press, 1951

/TOR 86/ TOROK J.P.
"Le scénario"
Paris, Veyrier, 1986

/TOU 93/ TOUCHARD J.B.
"Multimedia interactif. Edition et production"
Paris, Microsoft Press, Diffusion Eyrolles, 1993

/TRE 94/ TREHERNE L.
"Vers un système d'intégration d'un objet de synthèse dans une scène filmée"
Mémoire de D.E.A. A.I.H., LAMIH, Université de Valenciennes, 1994

/TUR 36/ TURING A.M.
"On Computable Numbers, with an Application to the Entscheidungsproblem"
Proceeding of the London Mathematical Society, 2, 42, 1936-7,
pp. 230-265, 1936

/VAL 79/ VALERY P.
"Cahiers"
Paris, Gallimard-NRF, "Pléiade", 1979

/VAN 91/ VANOYE F.
"Scénarios modèles. Modèles de scénarios"
Paris, Nathan-Université, "Cinéma et image", 1991

/VER 94/ VERCLYTTE L.
"Etude de l'introduction d'un outil interactif dans la stratégie de formation et de circulation de l'information d'une entreprise. Application au CNES"
Mémoire de D.E.A. A.I.H., LAMIH, Université de Valenciennes, 1994

/VIC 81/ VICO G.B.
"Vie de G.B. Vico écrite par lui-même" suivi de "La méthode des études de notre temps", 1708, traduit de l'italien par A. Pons
Paris, Grasset, 1981

/VIG 88/ VIGIER M.G.
"Pratique des plans d'expérience. Méthodologie Taguchi et compléments"
Paris, Les éditions d'Organisation, 1988

/VON 84/ VON FOERSTER H.
"Observing systems"
Seaside (Cal.), Intersystems Publications, 1984

/WAC 94/ WACONGNE Y.
"Modélisation des propriétés optiques des objectifs de caméra appliquées aux images de synthèse"
Mémoire de D.E.A. A.I.H., LAMIH, Université de Valenciennes, 1994

Résumé

La conception de documents de qualité constitue l'un des enjeux majeurs d'une société nouvelle, placée sous le signe de l'information, de la communication et de la connaissance. Les préceptes qualité établis pour les industries de fabrication de produit manufacturés prônent le recours à l'analyse fonctionnelle pour l'établissement d'une liste de besoins à satisfaire sans référence aux solutions choisies pour y répondre. L'application de ces principes au "produit de communication" qu'est le document nécessite de définir en premier lieu les fonctions susceptibles de figurer au cahier des charges, les fonctions de service regroupant les fonctions d'usage traduisant la partie rationnelle du besoin, et les fonctions d'estime correspondant à sa partie subjective. La détermination d'un modèle systémique de l'individu récepteur fournit une réponse à ce problème, conformément à une visée projective propre à l'adoption d'une position épistémologique constructiviste. L'analyse fonctionnelle constitue dès lors la première étape de la conception de document suivant une approche qualité. Utilisée dans le cadre applicatif de la fabrication d'images numériques, elle montre les divergences des approches simulation et synthèse, conduisant à des critères d'évaluation, des niveaux et des flexibilités associés différents. Un modèle spécialement dédié à l'animation des images de synthèse prouve l'originalité de son apport face aux procédés relevant de la simulation.

Enfin, le propos est élargi à l'ensemble du cycle de vie du document, que l'analyse fonctionnelle débute. L'établissement d'un programme conforme aux directives de la qualité fournit l'armature d'une stratégie de conduite de projet pour la conception et la réalisation d'un produit d'information. Un modèle conceptuel accompagne, depuis la phase d'avant projet jusqu'à l'industrialisation, le processus évolutif d'élaboration et de transformation du récit tendant vers le document comme réalisation ultime. La scénistique désigne la méthodologie proposée en réponse aux contraintes propres au document dit "multimedia". Elle regroupe la détermination du potentiel scénaristique décrivant la diégèse, la conception du scénario régissant la structure événementielle, la construction de la scénation qui est la structure de surface proposée à l'interaction avec l'utilisateur, la scénique qui prépare la transposition du document abstrait en une réalité perceptible, et la mise en situation spécifiant les modalités concrètes de l'interaction.

Des exemples illustrent l'ensemble des éléments théoriques proposés, depuis l'analyse fonctionnelle d'un cas de communication d'entreprise, jusqu'à la modélisation d'un scénario interactif. La visite guidée virtuelle d'un bâtiment historique disparu reconstruit en images de synthèse est également envisagée.