



HAL
open science

Mobile learning situé-application au dépannage (Thématique HelpMeToDo)

Olivier Champalle

► **To cite this version:**

Olivier Champalle. Mobile learning situé-application au dépannage (Thématique HelpMeToDo). Interface homme-machine [cs.HC]. 2007. dumas-00348623

HAL Id: dumas-00348623

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-00348623>

Submitted on 19 Dec 2008

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.

**CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET METIERS
ARCNAM RHÔNE-ALPES**

MEMOIRE

présenté en vue d'obtenir

LE DIPLOME D'INGENIEUR CNAM EN INFORMATIQUE

par

Olivier CHAMPALLE

Laboratoire ICTT (INTERACTION-COLLABORATIVE-TELEFORMATION-
TELEACTIVITES) de l'Ecole Centrale de Lyon

Directeur du mémoire :

Professeur Bertrand David, Directeur du Laboratoire ICTT

Responsable au CNAM de Lyon :

Professeur Bertrand David

Mobile learning situé-application au dépannage (Thématique HelpMeToDo)

Présenté et soutenu le : Lundi 10 décembre 2007

Jury :

Président : M. Christophe Picouveau

Membres : M. Jacques Kouloumdjian
M. Claude Genier
M. Bertrand David, Professeur responsable
M. René Chalon
M. Franck Tarpin-Bernard

Remerciements

Je tiens à exprimer toute ma reconnaissance à Bertrand David, mon directeur de mémoire, pour m'avoir accueilli dans son Laboratoire et fait découvrir le monde de l'IHM et de la Recherche en général. Je le remercie pour son encadrement, la confiance témoignée, sa patience et son soutien.

Je remercie René Chalon pour sa patience, sa bonne humeur et son aide précieuse dans la compréhension et le développement de concepts scientifiques. Sans lui, mon travail n'aurait pas été aussi complet et mes articles scientifiques bien ternes.

Je les remercie tous les deux de m'avoir fait partager leurs idées et leur univers notamment les conférences scientifiques : « Viva Jordania » !

Je remercie dans le même temps Guillaume Masserey et son activité importante et très variée au sein du Laboratoire, activité sans laquelle mon travail n'aurait pas autant de résonance aujourd'hui. Je lui souhaite bonne route.

Je n'oublie pas non plus Isabelle San José dont le dynamisme, la bonne humeur et le professionnalisme m'ont permis de me concentrer sur mon travail en m'évitant les problèmes administratifs.

Je remercie également Olivier Delotte, Ahmed Seffah, Chuantao Yin et Emmanuelle Vic pour nos échanges fructueux qui m'ont permis de progresser dans mes recherches. Je leur souhaite beaucoup de succès.

Un remerciement appuyé à mes camarades du CNAM eux aussi engagés en mémoire d'ingénieur et présents au laboratoire : Matthieu Imbert, Jean Patrice Spampinato et Olivier Gagne. Grâce à cette ambiance, le travail paraissait bien moins difficile.

Un grand merci aux collègues et amis de l'AE² Rhône-Alpes : à Véronique Beteille, Dominique Pratlong, Didier Depoisier et Olivier Garrigues pour leurs encouragements et leur soutien indéfectible notamment pour les permanences du samedi matin.

Des remerciements particuliers à ma famille. A ma mère tout d'abord pour son soutien au cours de toutes ces années pour la finalisation et la relecture de ce mémoire, à Daniel pour son accompagnement, à Bruno, mon frère et heureux papa de la petite Julie.

Je remercie enfin toutes les personnes qui ont cru en mes recherches ainsi que toutes celles qui n'y ont pas cru, ces dernières m'ayant permis de conserver ma motivation et d'offrir un meilleur travail.

A mon père.

Table des matières

1 Introduction	16
2 Le Projet HMTD	17
2.1 La Plate-forme IMERA	17
2.2 L'informatique portée	18
2.3 La prise en compte du contexte	18
2.4 Stockage in-situ	18
2.5 Traçabilité	19
2.6 Prescription d'opérations	19
2.7 Mobile learning	19
2.8 « Démarche de configuration de l'ordinateur porté »	20
2.8.1 Analyse des tâches applicatives	21
2.8.2 Choix des dispositifs	21
2.8.2.1 Le référentiel de dispositifs	21
2.8.2.2 Affectation des dispositifs aux techniques d'interaction	22
2.8.2.3 Les matrices dispositifs/critères	23
2.8.2.4 Traçage – Retour en arrière (Backwarding)	24
2.8.2.5 IRVO (Interacting with Real and Virtual Objects)	25
3 Démarche de conduite et stratégie de recherche	26
3.1 Analyse et axes de réflexions	26
3.1.1 Structure de scénario 1 : Identifier-Comprendre-Utiliser-Dépanner par intervention manuelle en milieu Industriel sur équipement passif	26
3.1.2 Structure de scénario 2 : Identifier-Comprendre-Utiliser-Dépanner par intervention manuelle et/ou à distance en milieu industriel sur équipement communicant	30
3.1.3 Structure de scénario 3 : amélioration de la structure de scénario 1 et 2 par l'ajout de l'entité « Superviseur »	32
3.1.4 Constat et remarques générales sur les 3 structures de scénario proposées	32
3.1.5 « Démarche de configuration de l'ordinateur porté »	33
3.2 Bilan de l'analyse	34
3.2.1 Objectif	34
3.2.2 Point de départ	34
3.2.3 Contraintes	35
3.2.4 Moyens	35
3.3 Stratégie d'organisation du mémoire	36

4 Etude des formalismes et du concept de « pattern »	37
4.1 Etat de l'art et comparaison des formalismes existants	37
4.1.1 GOMS (Goals, Operators, Methods, Selection Rules) [Card et al. 1983]	37
4.1.2 UAN (User Action Notation) [Hartson et al. 1992]	37
4.1.3 MOT (Modélisation par Objets Typés) [Paquette 1996]	37
4.1.4 MAD (Méthode Analytique de Description des tâches) [Pierret-Golbreich et al. 1989]	37
4.1.5 CTT (Concur Task Trees) [Mori et al.2002]	38
4.2 Bilan de l'étude et choix du formalisme adapté pour la suite du mémoire	39
4.3 Réutilisabilité et patterns	39
4.3.1 Le concept de « Pattern »	39
4.3.2 Les patterns accessibles sur la toile	40
4.3.3 Les patterns de tâche	41
4.4 Bilan du chapitre	42
5 Les atomes d'interaction	43
5.1 Description et définition des composants de « la démarche de configuration de l'ordinateur porté »	44
5.1.1 Les tâches applicatives	44
5.1.2 Les tâches d'interaction	44
5.1.3 Les techniques d'interaction	44
5.1.3.1 Les techniques d'interaction de James D. Foley	44
5.1.3.2 Les techniques d'interaction de Bertrand David	46
5.1.3.3 Définition globale et choix des techniques d'interaction	48
5.1.4 Dispositifs d'interaction	48
5.2 Réflexions et amélioration de la « démarche de configuration de l'ordinateur porté »	48
5.3 Analyse détaillée de la tâche d'interaction SELECTION	51
5.3.1 Hypothèses et définitions	51
5.3.2 Formalisation CTT pour la tâche SÉLECTION d'entité(s)	53
5.3.3 Niveau « Sélection simple »	54
5.3.3.1 Les techniques d'interaction de Foley associées	54
5.3.3.2 Les techniques d'interaction de David associées	54
5.3.3.3 L'atome d'interaction « Identification »	54
5.3.4 Niveau « Atteindre emplacement de l'entité » / « Atteindre emplacement de l'entité départ »	54
5.3.4.1 Les techniques d'interaction de Foley associées	55
5.3.4.2 Les techniques d'interaction de David associées	55
5.3.4.3 L'atome d'interaction « Navigation »	55
5.3.5 Niveau « Sélection en une seule fois »	56

5.3.5.1	<i>Les techniques d'interaction de Foley associées</i>	56
5.3.5.2	<i>Les techniques d'interaction de David associées</i>	56
5.3.5.3	<i>Bilan provisoire</i>	56
5.3.6	Niveau « Mode sauvegarde sélection précédente »	57
5.3.7	Bilan provisoire de l'étude sur la tâche d'interaction « SÉLECTION d'entité(s) »	57
5.4	Analyse détaillée de la tâche d'interaction POSITION	61
5.4.1	Hypothèses et définitions	61
5.4.1.1	<i>Cas d'un système de dimension 1</i>	61
5.4.1.2	<i>Cas d'un système de dimension 2</i>	62
5.4.1.3	<i>Cas d'un système de dimension 3</i>	62
5.4.1.4	<i>Cas d'un système de dimension supérieure à 3</i>	62
5.4.2	Formalisation CTT pour la position de dimension 1/2/3 et plus	63
5.4.3	Niveau « Saisie de coordonnées 1 D »	64
5.4.3.1	<i>Les techniques d'interaction de Foley associées</i>	64
5.4.3.2	<i>Les techniques d'interaction de David associées</i>	64
5.4.3.3	<i>Bilan provisoire de l'étude sur le niveau « Saisie de coordonnées 1 D »</i>	64
5.4.4	Niveau « Sélectionner la position 1 D »	65
5.4.4.1	<i>Atome d'interaction « Identification »</i>	65
5.4.4.2	<i>Atome d'interaction « Navigation »</i>	66
5.4.5	Remarques particulières	66
5.4.6	Niveau « Saisie de coordonnées 2 D »	67
5.4.7	Niveau « Sélectionner la position 2 D »	68
5.4.8	Niveau « Saisie de coordonnées 3 D »	68
5.4.9	Niveau « Sélectionner la position 3 D »	68
5.4.10	Niveau « Saisie de coordonnées N D »	68
5.4.11	Niveau « Sélectionner la position N D »	68
5.4.12	Bilan provisoire de notre étude sur la tâche d'interaction « INDIQUER une POSITION »	68
5.5	Analyse détaillée de la tâche d'interaction ORIENTATION	70
5.5.1	Hypothèses et définitions	70
5.5.1.1	<i>Cas d'un système de dimension 1</i>	71
5.5.1.2	<i>Cas d'un système de dimension 2</i>	71
5.5.1.3	<i>Cas d'un système de dimension 3</i>	72
5.5.1.4	<i>Cas d'un système de dimension supérieure à 3</i>	72
5.5.2	Formalisation CTT pour la tâche « ORIENTATION d'entité »	73
5.5.3	Niveau « Saisir le sens »	75
5.5.3.1	<i>Les techniques d'interaction de Foley associées</i>	75
5.5.3.2	<i>Les techniques d'interaction de David associées</i>	75
5.5.3.3	<i>Bilan provisoire de l'étude sur le niveau « Saisir le sens »</i>	75
5.5.4	Niveau « Sélectionner le sens »	75

5.5.5 Niveau « Entrer le nombre de degrés de rotation »	76
5.5.6 Niveau « Déplacer l'entité »	77
5.5.6.1 Les techniques d'interaction de Foley associées	77
5.5.6.2 Les techniques d'interaction de David associées	77
5.5.6.3 L'atome d'interaction « Déplacement »	77
5.5.7 Niveau « Entrer le nombre de degrés de rotation axe par axe »	77
5.5.8 Bilan provisoire de l'étude sur la tâche d'interaction « ORIENTATION d'entité » ..	78
5.6 Analyse détaillée de la tâche d'interaction Chemin	82
5.6.1 Hypothèses et définitions	82
5.6.2 Discussions et autres définitions possibles pour la tâche d'interaction CHEMIN ...	84
5.6.1.2 Définition suivant GKS [Bertrand 1985] (Annexe 1)	84
5.6.1.3 Définition suivant Phigs [Phigs 1989] (Annexe 1)	84
5.6.1.4 Définition suivant David [David 2006] (Annexe 1)	84
5.6.1.5 Discussions	84
5.6.3 Décomposition des exemples de Foley : « Etablir un tracé » et « Simulation de vol »	84
5.6.3.1 « Etablir un tracé »	84
5.6.3.2 « Pilotage d'un avion dans une simulation de vol »	87
5.6.4 Conclusion de l'étude menée sur la tâche d'interaction CHEMIN	89
5.7 Analyse détaillée de la tâche d'interaction QUANTIFIER	90
5.7.1 Hypothèses et définitions	90
5.7.1.1 Définition suivant GKS [Bertrand 1985] (Annexe 1)	91
5.7.1.2 Définition suivant Phigs [Phigs 1989] (Annexe 1)	91
5.7.2 Formalisation CTT pour la tâche « Saisie de VALEUR(s) NUMÉRIQUE(s) »	92
5.7.3 Niveau « Ensemble fixé de valeur »	92
5.7.3.1 Les techniques d'interaction de Foley associées	92
5.7.3.2 Les techniques d'interaction de David associées	92
5.7.3.3 Bilan provisoire de l'étude sur le niveau « Ensemble fixé de valeurs »	93
5.7.4 Niveau «Saisie de valeur numérique libre»	94
5.7.4.1 Les techniques d'interaction de Foley associées	94
5.7.4.2 Les techniques d'interaction de David associées	94
5.7.4.3 L'atome d'interaction « Valeur(s) numérique(s) libre(s) »	95
5.7.5 Bilan provisoire de l'étude sur la tâche d'interaction « Saisie de VALEUR(s) NUMÉRIQUE(s) »	95
5.8 Tâche d'interaction SAISIE de TEXTE	96
5.8.1 Hypothèses et définitions	96
5.8.2 Formalisation CTT de la tâche «Saisie(s) de VALEUR(s) ALPHABÉTIQUE(s)»	98

5.8.3 Niveau « Chaîne fixée par avance »	99
5.8.3.1 Les techniques d'interaction de Foley associées	99
5.8.3.2 Les techniques d'interaction de David associées	99
5.8.3.3 Bilan de l'étude	99
5.8.4 Niveau « Saisie à disposition de l'utilisateur »	100
5.8.4.1 Les techniques d'interaction de Foley associées	100
5.8.4.2 Les techniques d'interaction de David associées	101
5.8.4.3 Bilan provisoire de l'étude sur le niveau « Saisie à disposition de l'utilisateur »	101
5.8.5 Bilan provisoire de l'étude sur la tâche d'interaction « Saisie de VALEUR(s) ALPHABÉTIQUE(s) »	103
5.9 Observations et remarques sur les techniques d'interaction « Saisie de VALEUR(s) NUMÉRIQUE(s) » et « Saisie de VALEUR(s) ALPHABÉTIQUE(s) »	103
5.9.1 Comparaison et rapprochement des techniques d'interaction « Saisie de VALEUR(s) NUMÉRIQUE(s) » et « Saisie de VALEUR(s) ALPHABÉTIQUE(s) » ..	104
5.9.2 Formalisation CTT pour « Saisie(s) de VALEUR(s) ALPHANUMÉRIQUE(s) »	106
5.9.3 « Ensemble fixé de chaîne»	106
5.9.4 « Saisie libre de chaîne»	107
5.9.5 Bilan provisoire de l'étude sur la tâche d'interaction « Saisie de VALEUR(s) ALPHANUMÉRIQUE(s) »	107
5.10 Comparaison des tâches d'interaction « Saisie de VALEUR(s) ALPHANUMÉRIQUE(s) », « Saisie de Valeur(s) NUMÉRIQUE(s) » et « Saisie de VALEUR(s) ALPHABÉTIQUE(s) » sur la décomposition définitive de la Tâche d'interaction « INDIQUER une POSITION »	108
5.10.1 Saisie de coordonnées non déterminées : $X = -3,2$ et $Y = 5,0$ via « Saisie de VALEUR(s) NUMÉRIQUE(s) » et « Saisie de VALEUR(s) ALPHABÉTIQUE(s) » ..	109
5.10.2 Saisie de coordonnées prédéfinies via « Saisie de VALEUR(s) NUMÉRIQUE(s) » et « Saisie de VALEUR(s) ALPHABÉTIQUE(s) »	111
5.10.3 Saisie de coordonnées non déterminées : $X = -3,2$ et $Y = 5,0$ via « Saisie de VALEUR(s) ALPHANUMÉRIQUE(s) »	113
5.10.4 Saisie de coordonnées prédéfinies via « Saisie de VALEUR(s) ALPHANUMÉRIQUE(s) »	113
5.10.5 Niveau « Espace de Dimension N »	114
5.10.6 Bilan sur la décomposition définitive de la Tâche d'interaction « INDIQUER une POSITION » et sur la comparaison des tâches d'interaction « Saisie de VALEUR(s) ALPHANUMÉRIQUE(s) », « Saisie de Valeur(s) NUMÉRIQUE(s) » et « Saisie de VALEUR(s) ALPHABÉTIQUE(s) »	115
5.11 Décomposition définitive de la tâche d'interaction « ORIENTATION d'entité »	117
5.12 Décomposition définitive de la tâche d'interaction « SÉLECTION d'entité »	119
5.12.1 « Sélection multiple d'entités » par Intervalle	119
5.12.2 « Sélection multiple d'entités » par Zone de sélection	119

5.12.2.1 Zone de sélection par position	120
5.12.2.2 Zone de sélection par tracé	122
5.12.3 Bilan de l'étude sur la tâche d'interaction « SÉLECTION d'entités »	124
5.13 Bilan sur la recherche des tâches d'interaction et des atomes d'interaction	126
6 Rapport entre les atomes d'interaction et les techniques d'interaction	129
6.1 Etude des techniques d'interaction de Foley	129
6.1.1 Etude des techniques d'interaction de la tâche d'interaction SÉLECTION de Foley, [Foley et al. 1984] pages 21,25-31	131
6.1.2 Etudes des techniques d'interaction de la tâche d'interaction POSITION [Foley et al. 1984] pages 22, 31-34	135
6.1.3 Etude des techniques d'interaction de la tâche d'interaction ORIENTATION [Foley et al. 1984] pages 22, 34-35	136
6.1.4 Etude des techniques d'interaction de la tâche d'interaction QUANTIFIÉ [Foley et al. 1984] pages 23, 36-37	137
6.1.5 Etude des techniques d'interaction de la tâche d'interaction SAISIE DE TEXTE [Foley et al. 1984] pages 23, 25, 37-39	143
6.1.6 Etude des techniques d'interaction de la tâche d'interaction CHEMIN [Foley et al. 1984] pages 22,35-36	145
6.2 Etude et classification de techniques d'interaction actuelles	148
6.2.1 Etude des techniques d'interaction liées au Smart Phone [Ballagas et al. 2006] ..	148
6.2.2 Etude de la technique d'interaction « Clavier FishEye » [Raynal et al. 2006]	150
6.2.3 Etude de la technique d'interaction « Virtual laser keyboard »	151
6.2.4 Etudes de la technique d'interaction « RodDirect » [Motoki et al. 2005] et [Motoki et al. 2006]	151
6.3 Réflexion sur la création de techniques d'interaction, de variations et de fusions innovantes à base d'atomes d'interaction	152
6.4 Bilan sur le rapport entre les atomes d'interaction et les techniques d'interaction	155
7 Mise en application des atomes d'interaction sur un scénario de dépannage	156
7.1 Scénario type	156
7.2 Formalisation CTT de la tâche applicative numéro 1 : « Accès à l'application de maintenance »	157
7.2.1 Contexte 1 de la tâche applicative : « utilisateur fixe à son bureau »	158
7.2.2 Contexte 2 de la tâche applicative : « utilisateur en mobilité »	161
7.3 Formalisation CTT de la tâche applicative numéro 2 : « Récupérer et consulter caractéristiques et historique de la machine »	163
7.3.1 « 2a =>Récupérer les caractéristiques et historique de la machine »	163
7.3.2 « 2b=>Consulter les caractéristiques »	166

7.3.3 « 2c=>Consulter l'historique »	168
7.4 Formalisation CTT de la tâche applicative numéro 3 : « Démarrer le workflow »	170
7.5 Formalisation CTT de la tâche applicative numéro 4 : « Démontage du carter »	173
7.5.1 « 4A=>Etape 2 du workflow : correspondance pièce à démonter » (Figures 141 et 142)	173
7.5.1.1 Interaction en sortie	173
7.5.1.2 Interaction en entrée	174
1 - Atome d'interaction « Identification »	174
2 - Atome d'interaction « Saisie d'unités basiques dans un jeu donné »	176
7.5.2 « 4B=>Etape 2 du workflow : correspondance outil à utiliser » (Figures 141 et 143)	179
7.5.3 « 4C=>Etape 2 du workflow : fin du démontage » (Figures 141 et 144)	179
7.5.4 « 4D=>Arrêter l'application » (Figures 141 et 145)	179
7.6 Formalisation CTT de la tâche applicative numéro 5 : « Consulter mode d'emploi »	183
7.6.1 Contexte 1 de la tâche applicative numéro 5 : « consultation mode d'emploi les deux mains libres »	183
7.6.1.1 Interaction en sortie	183
7.6.1.2 Interaction en entrée	184
7.6.2 Contexte 2 de la tâche applicative numéro 5 : « consultation mode d'emploi les deux mains prises »	184
7.7 Formalisation CTT de la tâche applicative numéro 6 : « Etablir une collaboration à distance avec un ou des experts »	187
7.7.1 Contexte 1 de la tâche applicative numéro 6 : « Etablir une collaboration à distance avec un ou des experts les deux mains libres »	187
7.7.1.1 « 6a =>Démarrer la collaboration » (Figure 149)	187
7.7.1.2 « 6b=>Collaborer avec un ou des experts » (Figure 151)	189
1-Interaction coté Intervenant	189
2-Interaction coté Expert(s)	190
7.7.1.3 « 6c =>Quitter et retour tâche en cours » (Figure 152)	190
1-Interaction coté Intervenant	190
2-Interaction coté Expert(s)	190
7.7.2 Contexte 2 de la tâche applicative numéro 6 : « Etablir une collaboration à distance avec un ou des experts les deux mains prises »	193
7.7.2.1 « 6a=>Démarrer la collaboration » (Figure 154)	193
1 – Interaction en entrée	193
2 – Interaction en sortie	194

7.7.2.2 « 6b=>Collaborer avec un ou des experts » (Figure 157)	196
1 Interaction coté Intervenant	196
2 Interaction coté Expert(s)	197
7.7.2.3 « 6c=> Quitter et retour tâche en cours » (Figure 158)	197
1 Interaction coté Intervenant	197
2 Interaction coté Expert(s)	197
7.8 Modélisation IRVO et configuration globale dégagée	200
7.8.1 Modélisation IRVO de la configuration 1	200
7.8.2 Modélisation IRVO de la configuration 2	201
7.8.3 Bilan des modélisations IRVO et configuration retenue	201
7.9 Bilan de la mise en application des atomes d'interaction sur un scénario de dépannage	202
8 Bilan et perspectives	203
8.1 Rappel de la problématique et de notre stratégie de recherche	203
8.2 Résumé et apport de nos recherches	204
8.3 Perspectives de recherches	206
9 Table des références	207
10 Annexes	211
10.1 Annexe 1	211
10.1.1 GKS	211
10.1.2 PHIGS	211
10.1.3 OSF/Motif	211
10.1.4 Méthode BTD	212
10.2 Annexe 2	213

Table des illustrations

Figure 1: Plate-forme IMERA dans sa déclinaison HMTD pour activités industrielles.	18
Figure 2a, 2b, 2c : Les 3 différents types d'utilisation de l'ordinateur porté.	20
Figure 3 : Schéma global de décomposition.	20
Figure 4 : Un exemple de référentiel pour les systèmes mobiles et de Réalité Augmentée.	22
Figure 5 : Cube des possibles pour une technique d'interaction donnée.	23
Figure 6 : Un exemple de matrice de description dispositifs/critères.	23
Figure 7 : structure de scénario 1 et actions de l'intervenant.	28
Figure 8 : structure de scénario 2 et actions de l'intervenant.	31
Figure 9 : Stratégie du mémoire.	34
Figure 10 : Exemple de modélisation de tâches collaboratives avec CTT (d'après [Mori et al. 2002]).	39
Figure 11 : Pattern-Driven Model-Based Framework d'après [Sinnig 2004].	41
Figure 12 : Symbole d'un pattern de tâche [Sinnig 2004].	42
Figure 13 : Exemple de la variation du pattern de tâche « Login » issu de [Sinnig 2004].	42
Figure 14 : Tâche d'interaction « SELECTION » et techniques d'interaction associées.	45
Figure 15 : Tâche d'interaction « POSITION » et techniques d'interaction associées.	45
Figure 16 : Tâche d'interaction « ORIENTATION » et techniques d'interaction associées.	46
Figure 17 : Tâche d'interaction « QUANTIFIER » et techniques d'interaction associées.	46
Figure 18 : Tâche d'interaction « SAISIE de TEXTE » et techniques d'interaction associées.	46
Figure 19 : Technique d'interaction de DAVID et dispositif d'interaction associés.	47
Figure 20 : Evolution du schéma global de décomposition.	50
Figure 21 : Schéma récapitulatif de la tâche « SÉLECTION d'entité(s) ».	52
Figure 22 : Formalisation CTT pour la tâche « SÉLECTION d'entité(s) ».	53
Figure 23 : Niveau « Sélection simple » et techniques d'interaction de Foley associées.	54
Figure 24 : Niveau « Sélection simple » et techniques d'interaction de David et Foley associées.	54
Figure 25 : Niveau « Atteindre emplacement de l'entité / Atteindre emplacement de l'entité départ » et techniques d'interaction de Foley associées.	55
Figure 26 : Niveau « Atteindre emplacement de l'entité / Atteindre emplacement de l'entité départ » et atome d'interaction associé.	55
Figure 27 : Niveau « Sélection en une seule fois » et techniques d'interaction de Foley associées.	56
Figure 28 : Niveau « Sélection en une seule fois » et techniques d'interaction de David et Foley associées.	56
Figure 29 : Niveau « Mode sauvegarde sélection précédente » et atome d'interaction associé.	57
Figure 30 : Bilan provisoire de l'étude sur la tâche d'interaction « SELECTION d'entité(s) ».	58
Figure 31 : Résultat de la phase 1 de simplification de la tâche d'interaction « SELECTION d'entité(s) ».	59
Figure 32 : Résultat de la Phase 2 de simplification de la tâche d'interaction « SELECTION d'entité(s) ».	60
Figure 33 : Schéma récapitulatif de la tâche « INDIQUER une POSITION ».	62
Figure 34 : Formalisation CTT pour la tâche d'interaction « INDIQUER une POSITION ».	63
Figure 35 : Niveau « Saisie de coordonnées 1D » et techniques d'interaction de Foley associées.	64
Figure 36 : Niveau « Saisie de coordonnées 1D » et techniques d'interaction « Coordonnées » de David et techniques d'interaction de Foley associées.	64
Figure 37 : Niveau « Saisie de coordonnées 1D » et techniques d'interaction « Valeurs » de David et techniques d'interaction de Foley associées.	64
Figure 38 : Niveau « Sélectionner la position 1D » et atomes d'interaction associés.	65
Figure 39 : Atome d'interaction « Identification » et techniques d'interaction Foley associées.	66
Figure 40 : Atome d'interaction « Navigation » et techniques d'interaction de Foley associées.	66

Table des illustrations

Figure 41 : Composition des techniques d'interaction de Foley en fonction des atomes d'interaction « Navigation » et « Identification ».	67
Figure 42 : Niveau « Saisie de coordonnées 2D » et techniques d'interaction de David et Foley associées.	68
Figure 43 : Bilan provisoire de l'étude sur la tâche d'interaction « INDIQUER une POSITION ».	69
Figure 44 : Phase de simplification de la tâche d'interaction « INDIQUER une POSITION ».	70
Figure 45 : Mise en lumière du tangage du roulis et du lacet dans un espace de dimension 3.	70
Figure 46 : Schéma récapitulatif du cas d'un système de dimension 1.	71
Figure 47 : Schéma récapitulatif du cas d'un système de dimension 2.	72
Figure 48 : Schéma récapitulatif du cas d'un système de dimension 3.	72
Figure 49 : Schéma récapitulatif de la tâche d'interaction « ORIENTATION d'entité ».	73
Figure 50 : Formalisation CTT pour la tâche d'interaction « ORIENTATION d'entité ».	74
Figure 51 : Niveau « Saisir le sens » et techniques d'interaction de Foley associées.	75
Figure 52 : Niveau « Saisir le sens » et techniques d'interaction de David et Foley associées.	75
Figure 53 : Niveau « Sélectionner le sens » et atome d'interaction associé.	76
Figure 54 : Niveau « Entrer le nombre de degrés de rotation » et technique d'interaction de David et Foley associées.	76
Figure 55 : Niveau « Déplacer l'entité » et technique d'interaction de Foley associé.	77
Figure 56 : Niveau « Déplacer l'entité » et atome d'interaction associé.	77
Figure 57 : Niveau « Entrer le nombre de degrés de rotation axe par axe » et techniques d'interaction de David et Foley associées.	77
Figure 58 : Bilan provisoire de l'étude sur la tâche d'interaction « ORIENTATION d'entité ».	79
Figure 59 : Résultat de la phase 1 de simplification de la tâche d'interaction « ORIENTATION d'entité ».	80
Figure 60 : Phase 2 de simplification de la tâche d'interaction « ORIENTATION d'entité ».	81
Figure 61 : Décomposition de la tâche applicative « Etablir un tracé ».	85
Figure 62 : Exemple 1a - établissement d'un tracé courbe point par point sous l'application « AutoCAD ».	86
Figure 63 : Exemple 1b - établissement d'un tracé droit point par point sous l'application « AutoCAD ».	86
Figure 64 : Exemple 2 - établissement d'un tracé à main levée sous l'application « Paint » de Windows XP.	86
Figure 65 : Mise en lumière du tangage du roulis et du lacet dans un espace de dimension 3.	87
Figure 66 : Image tirée du jeu « Ace Combat X : Skies of Deception ».	88
Figure 67 : Phase 1 de la décomposition de la tâche applicative « Pilotage d'un avion dans une simulation de vol ».	88
Figure 68 : Phase 2 de la décomposition de la tâche applicative « Pilotage d'un avion dans une simulation de vol ».	89
Figure 69 : Schéma récapitulatif de la tâche d'interaction « Saisie de VALEUR(s) NUMERIQUE(s) ».	91
Figure 70 : Formalisation CTT pour la tâche d'interaction « Saisie de VALEUR(s) NUMERIQUE(s) ».	92
Figure 71 : Niveau « Ensemble fixé de valeur » et techniques d'interaction de Foley associées.	92
Figure 72 : Niveau « Ensemble fixé de valeur » et atomes d'interaction associés.	93
Figure 73 : Niveau « Saisie de valeur numérique libre » et techniques d'interaction de David et Foley associées.	94
Figure 74 : Niveau « Saisie de valeur numérique libre » et atome d'interaction associé.	95
Figure 75 : Bilan provisoire de l'étude sur la tâche d'interaction « Saisie de VALEUR(s) NUMÉRIQUE(s) ».	96
Figure 76 : Schéma récapitulatif de la tâche d'interaction « Saisie(s) de VALEUR(s) ALPHABÉTIQUE (s) ».	98
Figure 77 : Formalisation CTT pour la tâche d'interaction « Saisie de VALEUR(s) ALPHABÉTIQUE (s) ».	98
Figure 78 : Niveau « Chaîne fixée par avance » et atomes d'interaction associés.	100
Figure 79 : Niveau « Saisie à disposition de l'utilisateur » et techniques d'interaction de Foley associées.	100
Figure 80 : Niveau « Saisie à disposition de l'utilisateur » et techniques d'interaction de David et Foley associées.	101
Figure 81 : Niveau « Saisie à disposition de l'utilisateur » et atomes d'interaction associés.	102
Figure 82 : Bilan provisoire de l'étude sur la tâche d'interaction « Saisie de VALEUR(s) ALPHABÉTIQUE(s) ».	103

Table des illustrations

Figure 83 : Représentation des valeurs numériques et des chaînes alphabétiques par un ensemble de caractères.	104
Figure 84 : Schéma de comparaison des tâches d'interaction « Saisie de VALEUR(s) NUMÉRIQUE(s) » et « Saisie de VALEUR(s) ALPHABÉTIQUE(s) ».	104
Figure 85 : Schéma récapitulatif de la tâche d'interaction « Saisie de VALEUR(s) ALPHANUMÉRIQUE(s) ». ..	105
Figure 86 : Formalisation CTT pour la tâche d'interaction « Saisie(s) de VALEUR(s) ALPHANUMÉRIQUE(s) ».	106
Figure 87 : Niveau « Chaîne fixée par avance » et atomes d'interaction associés.	106
Figure 88 : Niveau « Saisie libre de chaîne » et atomes d'interaction associés.	107
Figure 89 : Bilan provisoire de l'étude sur la tâche d'interaction « Saisie de VALEUR(s) ALPHANUMÉRIQUE (s) ».	108
Figure 90 : Etude complémentaire de la tâche d'interaction « INDIQUER une POSITION ».	109
Figure 91 : Saisie de coordonnées non déterminées => décomposition du niveau « Saisie de coordonnées 1D-2D-3D » via les tâches d'interaction « Saisie de VALEUR(s) NUMÉRIQUE(s) », « Saisie de VALEUR(s) ALPHABÉTIQUE(s) » et atomes d'interaction associés.	110
Figure 92 : Amélioration de la décomposition du niveau « Saisie de coordonnées 1D-2D-3D » de la Figure 91.	111
Figure 93 : Saisie de coordonnées prédéfinies => décomposition du niveau « Saisie de coordonnées 1D-2D-3D » via les tâches d'interaction « Saisie de VALEUR(s) NUMÉRIQUE(s) », « Saisie de VALEUR(s) ALPHABÉTIQUE(s) » et atomes d'interaction associés.	112
Figure 94 : Saisie de coordonnées non déterminées => décomposition du niveau « Saisie de coordonnées 1D-2D-3D » via la tâches d'interaction « Saisie de VALEUR(s) ALPHANUMÉRIQUE(s) » et atomes d'interaction associés.	113
Figure 95 : Saisie de coordonnées prédéfinies => décomposition du niveau « Saisie de coordonnées 1D-2D-3D » via la tâche d'interaction « Saisie de VALEUR(s) ALPHANUMÉRIQUE(s) » et atomes d'interaction associés.	114
Figure 96 : Décomposition définitive de la tâche d'interaction « INDIQUER une POSITION » et atomes d'interaction associés.	116
Figure 97 : Décomposition définitive de la tâche d'interaction « ORIENTATION d'entité » et atomes d'interaction associés.	118
Figure 98 : Schéma récapitulatif partiel de la « Sélection multiple d'entités » par intervalle.	119
Figure 99 : Dispositif bi-manuelle de sélection multiple par zone de sélection appliqué à la manipulation de graphe.	120
Figure 100 : Exemple, sous AutoCAD, de sélection multiple d'entités points dans un ensemble d'entités points par zone de sélection définis sur deux positions.	121
Figure 101 : Exemple explorateur de Windows => Sélection d'un ensemble d'entités fichiers par établissement d'une zone de sélection sur deux positions et par navigation au travers des entités fichiers.	121
Figure 102 : Schéma récapitulatif partiel de la « Sélection multiple d'entités » par zone de sélection par position.	122
Figure 103 : Exemple sous Visio => Sélection d'un ensemble d'entités par établissement d'une zone de sélection par tracé sur Tablet PC.	122
Figure 104 : Exemple de sélection par lasso - Dynamic Graphics Project (Anand Agarawala et Ravin Balakrishnan).	123
Figure 105 : Schéma récapitulatif partiel de la « Sélection multiple d'entités » par zone de sélection par tracé.	123
Figure 106 : Décomposition définitive de la tâche d'interaction « SÉLECTION d'entité(s) » et atomes d'interaction associés.	125
Figure 107 : Une série de pattern d'esquisses empruntés à l'article de Foley.	133
Figure 108 : Fusion « Constant rate brighten entity display ».	134
Figure 109 : Fusion « Incrementation / decrementation of a digital vertical brighten quantity representation ».	138
Figure 110 : Fusion « Quantity Incrementation / decrementation with a cursor on an horizontal graduate scale ».	139
Figure 111 : Extrait de la sélection de couleurs pour une zone de texte dans word.	140
Figure 112 : Fusion « Indirect numeric echo evolution according to X and Y cursor position ».	140

Table des illustrations

Figure 113 : Fusion « Direct numeric echo evolution according to X and Y cursor position ».	141
Figure 114 : Fusion « Quantity Incrementation / decrementation with indirect gauge translation on an horizontal scale ».	141
Figure 115 : Fusion « Constant rate quantity incrementation with numeric digital echo ».	143
Figure 116 : L'interface DIGIME (http://interstices.info/display.jsp?id=c_17397&part=1 au 01/11/2007).	144
Figure 117 : Clavier actif « FishEye », le pointeur du dispositif de pointage se trouve à proximité du caractère F.	150
Figure 118 : Fusion « AZERTY Virtual keyboard with continuous direct FishEye-pointer translation ».	150
Figure 119 : Virtual laser keyboard.	151
Figure 120 : Principe de la technique d'interaction RodDirect.	151
Figure 121 : Jeu block breaker par la technique d'interaction RodDirect.	151
Figure 122 : Image viewer par la technique d'interaction RodDirect.	152
Figure 123 : Fusion « Image viewer by continuous scrolling with RodDirect locator value ».	152
Figure 124 : Fusion « Continuous direct FishEye translation with direct pick by laser pointer ».	154
Figure 125 : Pattern « Sélection 1 entité entre plusieurs ».	158
Figure 126 : Décomposition de la tâche applicative 1 « Accès à l'application de maintenance » atomes, techniques et dispositifs d'interaction associés au contexte 1.	160
Figure 127 : Lecteur carte PCMCIA RFID 13,56 MHz courte portée.	161
Figure 128 : Décomposition de la tâche applicative 1 « Accès à l'application de maintenance » atomes, techniques et dispositifs d'interaction associés au contexte 2.	162
Figure 129 : Exemple de machine outil concernée par l'action de dépannage.	163
Figure 130 : Décomposition de la tâche applicative « 2a=>Récupérer caractéristiques et historique de la machine » atomes, techniques et dispositifs d'interaction associés.	164
Figure 131 : Décomposition de la tâche applicative « 2a=>Récupérer caractéristiques et historique de la machine » => Nœud « Présenter résultat validation machine » atomes, techniques et dispositifs d'interaction associés.	165
Figure 132 : Décomposition de la tâche applicative « 2b=>Consulter les caractéristiques de la machine » atomes, techniques et dispositifs d'interaction associés.	167
Figure 133 : Fusion « Continuous entity scrolling with indirect gauge translation on a vertical scale_with touch panel ».	168
Figure 134 : Décomposition de la tâche applicative « 2c=>Consulter un dossier » atomes, techniques et dispositifs d'interaction associés.	169
Figure 135 : Décomposition de la tâche applicative 3 « Démarrer le workflow » atomes, techniques et dispositifs d'interaction associés.	171
Figure 136 : Décomposition de la tâche applicative 3 « Démarrer le workflow » => Nœud « Arrêter l'application », atomes, techniques et dispositifs d'interaction associés.	172
Figure 137 : Matrice dispositifs critères pour intervenant mobile et sens de contrôle principal « Vue ».	174
Figure 138 : Dataglove avec capteurs exposés.	175
Figure 139 : Dataglove avec capteurs déportés sur le corps de l'intervenant.	176
Figure 140 : Matrice dispositifs critères pour intervenant mobile, atome d'interaction « Identification » et sens de contrôle principal « Vue ».	176
Figure 141 : Décomposition de la tâche applicative 4 « Démontage du carter » atomes, techniques variations et dispositifs d'interaction associés.	177
Figure 142 : Décomposition de la tâche applicative 4 « Démontage du carter ». Nœud « Présenter résultat validation pièce » de l'action « 4A=>Etape 2 du workflow : correspondance pièce à démonter », atomes, techniques et dispositifs d'interaction associés.	178
Figure 143 : Décomposition de la tâche applicative 4 « Démontage du carter ». Nœud « Présenter résultat validation outil » de l'action « 4B=>Etape 2 du workflow : correspondance outil à utiliser », atomes, techniques et dispositifs d'interaction associés.	180
Figure 144 : Décomposition de la tâche applicative 4 « Démontage du carter ». Nœud « Présenter résultat validation outil » de l'action « 4C=>Etape 2 du workflow : fin du démontage », atomes, techniques et dispositifs d'interaction associés.	181
Figure 145 : Décomposition de la tâche applicative 4 « Démontage du carter ». Nœud « Arrêter application » de l'action « 4D=>Arrêter l'application », atomes, techniques et dispositifs d'interaction associés.	182

Table des illustrations

Figure 146 : Matrice dispositifs critères pour intervenant mobile et informations sonores.	183
Figure 147 : Décomposition de la tâche applicative 5 « Consulter mode d'emploi », atomes, techniques et dispositifs d'interaction associés au contexte 1.	185
Figure 148 : Décomposition de la tâche applicative 5 « Consulter mode d'emploi », atomes, techniques et dispositifs d'interaction associés au contexte 2.	186
Figure 149 : Décomposition de la tâche applicative « 6a=>Démarrer la collaboration » atomes, techniques et dispositifs d'interaction associés au contexte 1.	188
Figure 150 : Matrice dispositifs critères pour intervenant mobile et collaboration orale à distance.	189
Figure 151 : Décomposition de la tâche applicative « 6b=>Collaborer avec un ou des experts», atomes, techniques et dispositifs d'interaction associés au contexte 1.	191
Figure 152 : Décomposition de la tâche applicative « 6c=>Quitter et retour tâche en cours » atomes, techniques et dispositifs d'interaction associés au contexte 1.	192
Figure 153 : Fusion « Continuous entity scrolling with indirect gauge translation on a vertical scale with corporal interaction ».	194
Figure 154 : Décomposition de la tâche applicative « 6a=>Démarrer la collaboration », atomes, techniques et dispositifs d'interaction associés au contexte 2.	195
Figure 155 : Caméra portée.	196
Figure 156 : Matrice dispositifs critères pour intervenant mobile et réalité augmentée.	197
Figure 157 : Décomposition de la tâche applicative « 6b=>Collaborer avec un ou des experts», atomes, techniques et dispositifs d'interaction associés au contexte 2.	198
Figure 158 : Décomposition de la tâche applicative « 6c=>Quitter et retour tâche en cours » atomes, techniques et dispositifs d'interaction associés au contexte 2.	199
Figure 159 : Modèle IRVO dans le cas de la configuration 1.	201
Figure 160 : Modèle IRVO dans le cas de la configuration 2.	201

1 Introduction

Le climat de durcissement des marchés à l'échelle mondiale pousse les entreprises et leurs forces vives à proposer continuellement des améliorations et innovations.

Dans ce contexte d'hyper compétitivité, la réactivité, l'adaptabilité et la capacité des personnels à pouvoir répondre positivement à des contraintes et sollicitations toujours plus variées sont cruciales. Les besoins de coopération, de mobilité et d'accès à l'information adaptée à l'action, l'apprentissage et la formation deviennent particulièrement critiques.

Avec un souci de remettre l'homme au centre de la performance et en réponse à cette problématique d'hyper compétitivité, nous cristallisons ces attentes et besoins au travers du projet Help Me To Do. Ce projet a pour principale finalité de pallier les difficultés et les manques d'informations et de formations rencontrés par les personnes lors des tâches de diagnostic, de maintenance et de réparation en milieu industriel.

Thème central de notre mémoire d'ingénieur CNAM, le projet HMTD est basé sur l'utilisation de l'ordinateur porté et son couplage à des dispositifs d'interaction ainsi que la mise en application de certains paradigmes de la Réalité Augmentée ; l'idée sous-jacente étant la réalisation « naturelle » de la tâche en mobilité.

Nos recherches tentent de répondre à l'ensemble de ces besoins en se basant sur les principes de l'informatique mobile, portée et ubiquitaire [Weiser 1991] comme facteurs de compétitivité ajoutés à ceux de Mobile learning et de Réalité Augmentée [Wellner et al. 1993].

Pour ce faire, notre approche s'organise de la manière suivante :

Au chapitre 2, nous présentons les grands principes, hypothèses et concepts, du projet Help Me To Do. Ce chapitre représente le « contrat » auquel nous souhaitons répondre dans ce mémoire.

L'ensemble de ces concepts étant particulièrement vaste, nous affinons, dans le chapitre 3, les objectifs, enjeux, techniques et méthodes du projet HMTD pour constituer notre stratégie de conduite.

Sur la base de cette stratégie, nous établissons, au chapitre 4, un état de l'art des formalismes les plus adaptés à nos besoins et des applications existantes susceptibles de servir notre étude. Nous orientons ensuite nos recherches sur les aspects de réutilisabilité et le concept de « pattern » dans le but d'améliorer et faciliter notre approche.

Dans le chapitre 5, nous présentons nos réflexions concernant le cœur du mémoire, à savoir la « démarche de configuration de l'ordinateur porté ». Cette démarche, suscitant de nombreuses questions, nous l'étudions et l'améliorons afin d'en assurer la cohérence, son implication et utilisation dans le projet Help Me To Do. Nous introduisons ainsi un nouvel élément essentiel : « les atomes d'interaction » que nous relierons, tout au long du chapitre 6, aux autres éléments de la démarche. Nous dégagons par la suite de nouvelles hypothèses qui viennent consolider nos développements.

Fort de ces résultats, nous appliquons, au chapitre 7, la démarche de configuration de l'ordinateur porté sur un cas concret d'utilisation, permettant de vérifier la cohérence, la validité et l'intérêt de nos recherches.

Au chapitre 8 nous dressons un bilan de l'ensemble de nos travaux avant de déboucher sur de nouvelles perspectives de recherches.

2 Le Projet HMTD

Le sujet de ce mémoire, se situe dans la thématique de l'apprentissage mobile (M-Learning), et plus particulièrement du projet **Help Me To Do (HMTD)**. Ce projet a pour but d'exploiter des nouveaux moyens de communication mobiles pour le grand public et les professionnels dans toutes les activités nécessitant de l'aide. Les besoins d'information, de formation, d'assistance, d'aide à la maintenance et de dépannage dans des contextes individuels, collectifs, industriels ou grand public sont donc pris en compte. Le projet HMTD vise à étudier cette problématique de façon générique et déclinable dans ces contextes où les contraintes et exigences sont très différentes. L'étude se base sur une exploration des solutions possibles et leur validation lors d'expérimentations « terrain » en contexte réaliste. Les industries à fortes exigences sécuritaires, sans s'orienter spécifiquement vers l'aéronautique ou les industries chimiques ou nucléaires, sont concernées.

HMTD repose principalement sur les principes **MOCOCO** rassemblant les propriétés de :

MObilité : utiliser les dispositifs portables, miniaturisés, munis d'IHM appropriées, offrant des services adaptés aux situations et atteignables dans le contexte de communication globale.

COLlaboration : (locale ou à distance) pour offrir la possibilité de faire intervenir des acteurs multiples à compétences variées et non nécessairement co-localisés afin de gérer les situations posées.

COntextualisation : rendre disponible sur le lieu de l'intervention et plus généralement à tous les acteurs, les informations contextualisées (liées aux objets manipulés) dont on manque souvent lors des situations particulières. Ces informations concernent à la fois l'objet et le sujet d'intervention, c'est-à-dire d'une part le produit, le processus, les acteurs, les services et d'autre part des situations identifiées avec les plans d'intervention et la mémoire collective.

Le projet Help Me To Do met en avant et s'appuie sur plusieurs caractéristiques :

2.1 La Plate-forme IMERA

La plate-forme IMERA (Interaction Mobile dans l'Environnement Réel Augmenté), présentée en **Figure 1**, s'appuie sur une infrastructure réseau filaire et sans fil WiFi. Elle intègre divers objets communicants fixes ou mobiles, parmi lesquels les tags RFID ont une place importante. La technologie RFID est déployée sous forme de tags (containers de données consultables et modifiables) disposés à des endroits devant être identifiés ou caractérisés, des bornes (lecteurs fixes) et des lecteurs mobiles dont sont dotés les acteurs mobiles. Sur cette plate-forme évoluent des acteurs mobiles équipés de dispositifs d'interaction, effectuant des actions sur le terrain, ainsi que des acteurs fixes ayant des rôles spécifiques, individuels ou de groupe, comme la supervision et la coordination, via des équipements appropriés, telle la table interactive. Les acteurs mobiles disposent tous d'un ordinateur porté (TabletPCs, PDAs, ...) connecté en WiFi et équipé d'un lecteur d'étiquettes RFID.

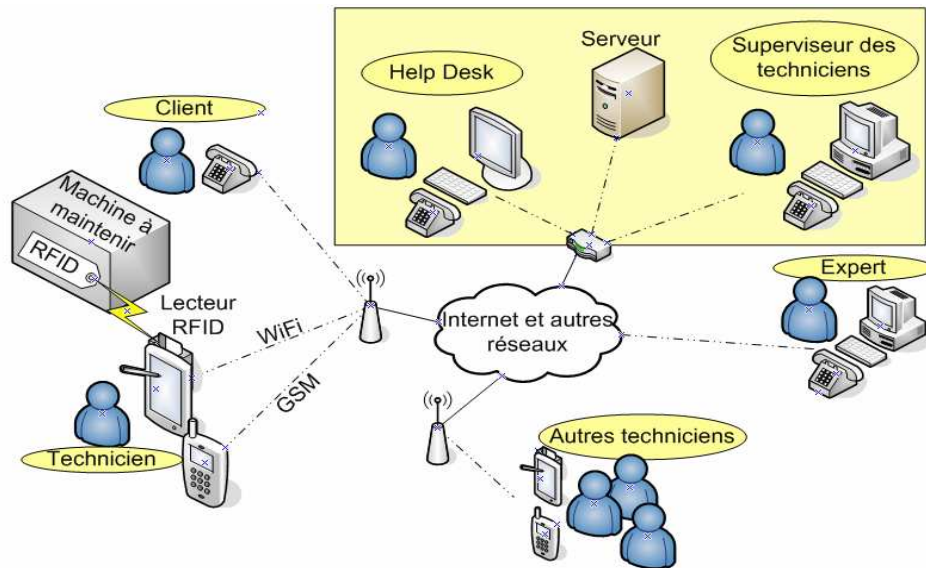


Figure 1: Plate-forme IMERA dans sa déclinaison HMTD pour activités industrielles.

2.2 L'informatique portée

L'informatique portée est une tendance récente de l'informatique où différents dispositifs sont « embarqués » sur l'acteur mobile et sont interconnectés via un ordinateur porté, cœur du système. L'informatique portée soulève bien des enjeux [Plouznikoff et al. 2004] que Mann [Mann 1998] essaya de caractériser en « 6 flux de signaux de bases » tels que la « non monopolisation de l'attention de l'utilisateur » ou encore la « prise en compte de l'environnement ». Dans notre cadre d'étude qui est la maintenance [Feiner et al. 1993], nous cherchons notamment à intégrer ces ordinateurs portés dans des applications d'assistance où un technicien est envoyé sur site d'intervention avec un système mobile supportant la collaboration [Bauer et al. 1998], [Kuzuoka et al. 1994], présentant des données contextualisées [Bauer et al. 1998] et pouvant mettre en œuvre des dispositifs de réalité augmentée (RA) [Feiner et al. 1993].

2.3 La prise en compte du contexte

Dans le cadre du projet HMTD, la prise en compte du contexte est essentielle et incontournable. Une fois capturé et interprété, le contexte doit, notamment permettre de rendre l'interface utilisateur proactive et d'assister réellement l'utilisateur dans ses tâches de maintenance.

Pour sa définition, nous nous basons sur celle de Dey [Dey 2000] mettant en avant 3 aspects (environnement – plate-forme – préférences de l'utilisateur) qui traduisent bien les préoccupations.

2.4 Stockage in-situ

Dans les applications mobiles sensibles au contexte comme HMTD il est important d'accéder facilement aux informations décrivant et caractérisant ce contexte. Des objets de l'environnement (code-barres, tags RFID ou autres marqueurs) peuvent fournir ces informations statiques aux dispositifs mobiles qui les détectent pour leur permettre d'accéder à un contenu plus riche en servant d'identifiants d'accès au serveur distant accessible via le réseau sans fil contenant un SGDT (Système de Gestion de Données Techniques). Toutefois, dans certaines applications mobiles, il n'est pas possible de compter systématiquement sur la disponibilité d'accès réseau et il faut, dans ce cas, disposer sur place des informations contextualisées permettant d'agir efficacement. Le stockage in-situ d'informations dynamiques constitue donc une exigence importante pour certaines applications. La technologie RFID peut constituer une solution à ce problème car ses capacités de stockage sont de plus en plus importantes.

2 Le Projet Help Me To Do

2.5 Traçabilité

La traçabilité d'opérations est une exigence forte dans des opérations de maintenance et de dépannage d'équipements sensibles. Dans le cadre du projet HMTD, il s'agit d'enregistrer les opérations effectuées dans les contextes professionnels et d'industries à risques pour pouvoir les retracer a posteriori. Les opérations de maintenance se font en mémorisant pour chaque opération la pièce concernée et l'outil utilisé. Pour cela le marquage par des tags RFID de toutes les pièces de l'équipement à maintenir ainsi que des outils (tournevis, pinces, marteau et autres outils plus sophistiqués) permet de collecter « naturellement » les informations sur les opérations effectuées. Par la suite, il est possible de retrouver l'ensemble des opérations effectuées sur chaque pièce, ainsi que l'utilisation de différents outils. Dans ce but, les informations collectées sont, soit centralisées dans une base de données, soit stockées localement sur les tags RFID.

2.6 Prescription d'opérations

En complément de la traçabilité, on peut également mettre en place le dépannage sous contrôle, autrement dit l'exécution guidée du processus métier imposé. En effet, assurer la sûreté et la robustesse du dépannage revient à effectuer le travail en suivant un mode prescrit d'opérations. Ce contrôle peut porter d'une part sur l'identité, et donc la qualification du dépanneur, qui doit s'identifier à l'aide de son badge RFID et d'autre part au niveau du processus de dépannage pendant lequel la séquence d'actions et les pièces et outils utilisés sont contrôlés. En pratique, cela revient à prendre connaissance de la séquence d'opérations effectuées et de l'ensemble des outils et pièces manipulés pendant celle-ci, en contrôlant la cohérence de ce que fait le dépanneur en respect de ce qui est demandé et en le notifiant de ses mauvais choix le cas échéant.

2.7 Mobile learning

Le concept de Mobile learning est particulièrement vaste. Nombre de travaux, de publications et de projets actuels sont liés à cette problématique tant dans le milieu de l'enseignement que dans celui de l'entreprise.

Le mobile learning (M-learning) est une forme d'apprentissage récente utilisant les dispositifs mobiles sans fil ; c'est le résultat du développement des technologies mobiles, y compris le réseau et les dispositifs sans fil, et de l'évolution des méthodes d'apprentissage. Une des définitions les plus significatives du Mobile learning est « toute sorte d'apprentissage se produisant lorsque l'apprenant n'est pas statique, à une position déterminée, ou l'apprentissage qui se produit lorsque l'apprenant tire partie des possibilités d'apprentissage offertes par les technologies mobiles » [O'Malley 2003]. Sans détailler plus avant les différentes taxonomies du M-learning [Meyer 2006], nous pouvons seulement séparer le M-learning en deux catégories suivant la prise en compte ou non du contexte. La première catégorie considère l'activité d'apprentissage comme totalement indépendante de la localisation de l'acteur et du contexte dans lequel il évolue. Elle prend uniquement en compte la possibilité d'utiliser des dispositifs mobiles dans le but d'apprendre (dans les transports publics, en attendant le bus, ...). A l'opposé, la deuxième catégorie détermine une activité d'apprentissage en relation avec la localisation (physique, géographique, ou logique) de l'acteur et du contexte dans lequel il évolue. La thématique du projet HelpMeToDo re-centrant l'exploration de l'apprentissage mobile sur le besoin d'amener sur le lieu d'action, grâce aux principes MOCOCO, l'ensemble des informations nécessaires pour permettre de résoudre un « problème », nous nous focalisons donc sur cette deuxième catégorie de M-learning.

Cette dernière catégorie possède des caractéristiques particulières que notre système doit être en mesure de supporter. Ce sont principalement le Just in time Learning (Apprentissage juste à temps) [Bryan et al. 1998], le Learning by Doing (Apprentissage par l'action) [Grant 1996] et le Learning & Doing (Apprendre et faire).

Afin de répondre pleinement à la problématique HMTD, il nous faut introduire le concept d'ordinateur porté (cf partie 2.2) support d'activité de diagnostic – maintenance – réparation associé au M-learning et permettant à un utilisateur d'être équipé des dispositifs d'interaction nécessaires à la réalisation de sa tâche. Celui-ci doit être mis en corrélation avec les technologies des appareils, machines ou

2 Le Projet Help Me To Do

équipements sur lesquels l'acteur veut intervenir. Trois formes de relation entre l'ordinateur porté et l'équipement sont à distinguer (Figure 2a, 2b et 2c) :

- quand l'appareil (l'équipement) ne propose aucun moyen de connexion avec l'ordinateur porté c'est à l'utilisateur (l'acteur) d'assurer le lien entre les informations fournies par l'ordinateur porté et les situations observées ou à produire sur l'appareil (Figure 2a) ;
- quand l'appareil est en mesure de recevoir des commandes via, par exemple, une interface infrarouge, il est possible d'établir un contact unilatéral depuis l'ordinateur porté vers l'appareil, pour le commander. L'autre voie, celle qui devrait fournir à l'ordinateur porté des informations observées sur l'appareil, reste à la charge de l'utilisateur (Figure 2b) ;
- quand l'appareil est en mesure d'établir avec l'ordinateur porté une communication dans les deux sens, il est possible de substituer à l'interface originale de l'appareil, l'interface proposée par l'ordinateur porté. Dans ce cas cette nouvelle interface, complètement déportée, peut être spécifique aux exigences de l'utilisateur (Figure 2c).

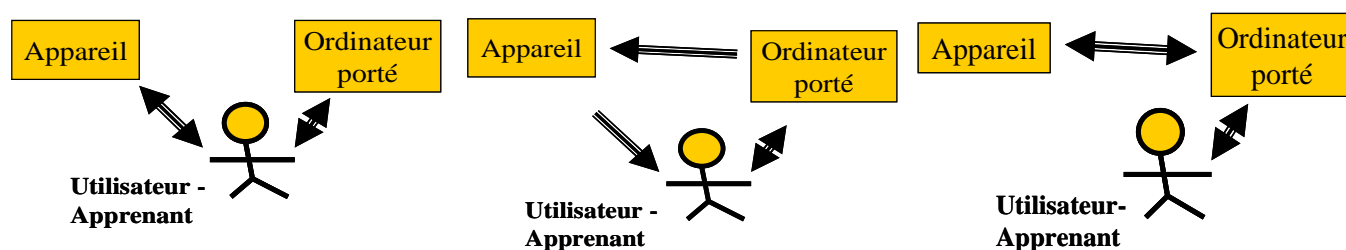


Figure 2a, 2b, 2c : Les 3 différents types d'utilisation de l'ordinateur porté.

2.8 « Démarche de configuration de l'ordinateur porté »

La diversité des dispositifs d'interaction dans le sillage des PDA, des Tablet PC, des lunettes de réalité augmentée, des gants numériques, des lecteurs RFID ou même des téléphones portables, etc... est très importante. Ceux-ci sont plus ou moins spécialisés et donc adaptés ou adaptables à des tâches à effectuer. Leur grand nombre et leur spécialisation contribuent à rendre leur choix difficile, restreignant ainsi leurs utilisations et les applications pouvant potentiellement se reposer sur eux. D'un autre côté, l'indépendance des tâches par rapport aux contextes et aux dispositifs est un enjeu connu et dont l'importance n'est plus à démontrer [Thevenin et al. 1999]. Comment déterminer et composer logiquement des dispositifs d'interaction les mieux adaptés aux besoins de tâches applicatives à réaliser en fonction des contextes tout en maintenant l'indépendance de ces dernières ? L'étude du projet HMTD s'inscrit dans le cadre d'une démarche permettant de déterminer les dispositifs les plus adaptés aux tâches applicatives et aux acteurs tout en minimisant le nombre de ceux-ci. Cette démarche de décomposition, inspirée de [David 2006], présentée dans [Champalle et al. 2006] et [Masserey et al. 2006] est basée sur l'utilisation des tâches et des techniques d'interaction afin de déterminer les dispositifs d'interaction appropriés (Figure 3).

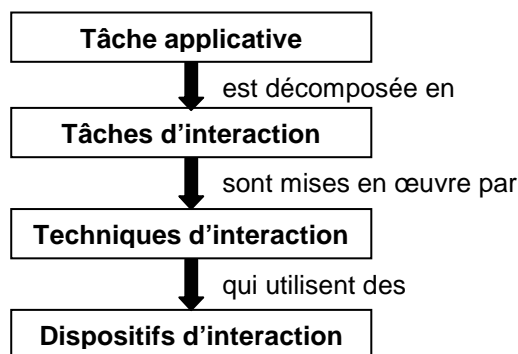


Figure 3 : Schéma global de décomposition.

2 Le Projet Help Me To Do

2.8.1 Analyse des tâches applicatives

La première étape consiste à modéliser chacune des tâches applicatives (tâches telles qu'exprimées par les futurs utilisateurs) selon un formalisme suffisamment détaillé, faisant apparaître clairement les tâches de haut niveau, mais également des tâches cognitives (d'utilisateur), computationnelles, d'interaction et les techniques d'interaction sur lesquelles elles s'appuient. Une tâche d'interaction est une tâche où l'utilisateur fournit volontairement des informations à la machine, ou inversement lorsque la machine fournit des informations à l'utilisateur.

2.8.2 Choix des dispositifs

Le choix des dispositifs consiste, dans un premier temps, à parcourir la tâche applicative suivant le formalisme utilisé et à affecter à chacune des techniques d'interaction un dispositif d'interaction. Pour avoir un panorama des dispositifs existants, le concepteur utilise un référentiel contenant les dispositifs les plus représentatifs et permettant d'effectuer les techniques d'interaction en entrée et en sortie, avec le contexte ainsi que les moyens de communication utilisables (WiFi, GPRS). Dans un deuxième temps, une fois déterminés, ces dispositifs sont regroupés dans des matrices « dispositifs/critères », propres à chaque technique d'interaction. Ceci facilite leur évaluation et leur comparaison et permet de déterminer les configurations les plus adaptées à la tâche applicative. Dans un dernier temps, l'ensemble des configurations de dispositifs dégagées de l'analyse, sont évaluées ergonomiquement et cognitivement via un formalisme adapté : IRVO (Interacting with Real and Virtual Objects) [Chalon 2004]. Cette évaluation donne lieu au choix définitif de la meilleure configuration d'ordinateur porté.

2.8.2.1 Le référentiel de dispositifs

Ce référentiel doit être bâti avec précaution pour exprimer tous les éléments pouvant potentiellement entrer dans la sélection des dispositifs de l'ordinateur porté.

Le référentiel s'organise en axes (voir **Figure 4**), chaque axe pouvant être utilisé ou non dans la configuration à bâtir. Si un axe n'est pas utilisé, sa valeur est considérée comme nulle. Plus les éléments sont situés vers l'extrémité des axes et plus ceux-ci sont performants relativement à un critère pertinent de l'axe. Par exemple, pour l'axe « Affichage », les différents dispositifs sont placés selon le critère de continuité du regard de plus en plus important. La **Figure 4** présente un référentiel adapté pour la conception de systèmes mobiles et de Réalité Augmentée (RA) [Wellner et al. 1993] et plus généralement d'un système interactif, ainsi qu'une partie plus « système » (Communication).

Ces groupes sont : les interactions HM en entrées, les interactions IHM en sorties, les interactions de l'utilisateur avec l'environnement avec l'idée sous-jacente de traiter certains aspects des environnements ubiquitaires [Weiser 1991] et enfin un groupe « système » (Communication).

Le groupe interaction en entrée

Il comprend 4 axes : « Interaction graphique », « Interaction vocale », « Interaction à l'œil » et « Interaction gestuelle ». Ce découpage en 4 axes n'est pas réalisé au hasard, il s'inscrit selon un raisonnement initié depuis plusieurs années qui tend à découper les interactions d'entrée selon les modalités et d'autres critères descriptifs du dispositif ou du média traité [Bernsen 1995], [Card et al. 1991], [Hinckley et al. 2004], [Jacob et al. 1994], [MacKenzie 1995].

Le groupe interaction en sortie

Il comprend 3 axes : « Affichage », « Sortie sonore », « Sortie sensorielle ». Ces trois axes correspondent aux modalités d'interaction en sortie les plus importantes [Bernsen 1994a], [Bernsen 1994b], [(ETSI) Human Factors (HF) 2002].

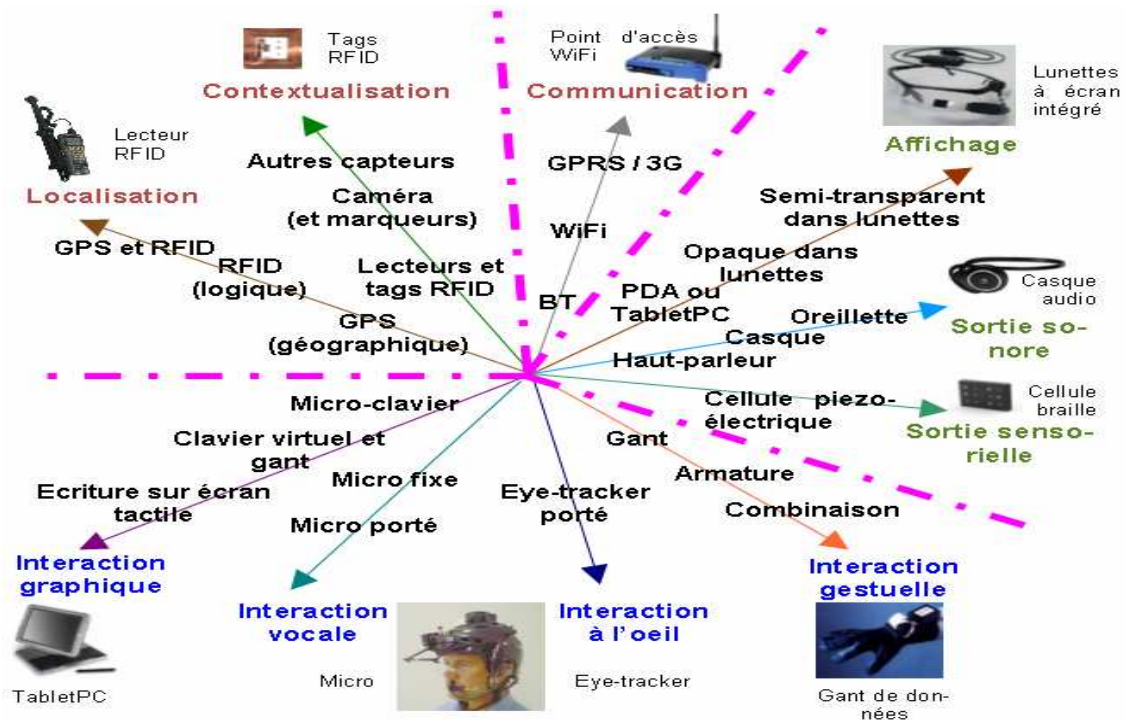


Figure 4 : Un exemple de référentiel pour les systèmes mobiles et de Réalité Augmentée.

Le groupe interaction en sortie

Il comprend 3 axes : « Affichage », « Sortie sonore », « Sortie sensorielle ». Ces trois axes correspondent aux modalités d'interaction en sortie les plus importantes [Bernsen 1994a], [Bernsen 1994b], [(ETSI) Human Factors (HF) 2002].

Le groupe interaction avec l'environnement

Il comprend 2 axes : « Localisation », « Contextualisation ». Ces deux axes définissent les moyens requis pour la mise en place d'environnements ubiquitaires [Shakeri et al. 2000].

Le groupe système

Il comprend un unique élément « Communication » qui correspond aux moyens utilisés pour réaliser la communication avec d'autres ordinateurs, des capteurs ou d'autres objets communicants.

2.8.2.2 Affectation des dispositifs aux techniques d'interaction

Le concepteur s'appuie sur le référentiel afin de déterminer les dispositifs qui peuvent au mieux répondre aux techniques d'interaction liées à la formalisation de la tâche applicative. Le référentiel de dispositifs ainsi utilisé permet de bâtir différentes propositions de configurations de dispositifs d'interaction pouvant satisfaire aux techniques d'interaction d'une tâche applicative et des tâches d'interaction associées. Cela équivaut à évaluer :

- son adéquation avec la technique d'interaction (et respectivement la tâche applicative pour considérer des critères tels que la continuité de l'interaction ou la minimisation du nombre de dispositifs) ;
- ses capacités dans les conditions de réalisation de la tâche applicative, quelles soient environnementales (humidité, luminosité, ...) ou de l'utilisateur (ressources disponibles : 0, 1 ou 2 mains libres, porte ou non des lunettes, etc...)

2 Le Projet Help Me To Do

- ses valeurs dans les critères de performance relativement à la technique d'interaction et aux conditions de réalisation.

De manière plus synthétique, le choix d'un dispositif se fait selon la technique d'interaction à réaliser, les conditions de réalisation (contexte) de la tâche applicative, de critères spécifiques et en fonction de ses valeurs dans ses mêmes critères, voir **Figure 5**. Pour chacune des techniques d'interaction, on est amené à évaluer chacun des dispositifs dans les différentes conditions d'utilisation.

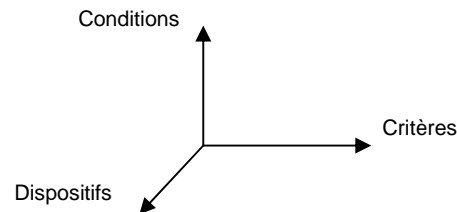


Figure 5 : Cube des possibles pour une technique d'interaction donnée.

Ces dispositifs, une fois déterminés, sont ensuite regroupés dans une matrice « dispositifs/critères » facilitant leur évaluation et leur comparaison afin de déterminer la configuration la plus adaptée pour chaque technique d'interaction et, à terme, pour la tâche applicative concernée (voir **Figure 6**).

2.8.2.3 Les matrices dispositifs/critères

	C1	C2	...	CN	SCORE
Clavier					
Souris					
Gant					
Eye-tracker					
Micro					
Ecran-tactile+stylet					
Ecran-tactile+doigt					
Tablette-tactile+stylet					
MOYENNE					

Figure 6 : Un exemple de matrice de description dispositifs/critères.

Choix des critères pour la notation des dispositifs

Les critères, positionnés sur les colonnes (C1, C2, ... CN) en **Figure 6** sont ordonnés préalablement à l'exécution de la démarche. Ils peuvent être de plusieurs natures et choisis en fonction des besoins. La « portabilité », l'« efficacité », l'« efficience », le « coût d'achat », le « coût d'utilisation », la « non-monopolisation de l'attention de l'utilisateur » ou encore la « prise en compte de l'environnement » et la « continuité entre les tâches » sont des exemples de critères pouvant être utilisés.

La prise en compte de cet ensemble de critères doit cependant se comprendre comme un compromis. Ainsi, un critère ayant une valeur très mauvaise peut écarter un dispositif même si celui-ci a une très bonne valeur dans un critère plus prioritaire. En effet, le concepteur adoptera un raisonnement visant à atteindre un équilibre entre différentes contraintes pour arriver à concevoir et implémenter un système cohérent. Le concepteur va donc considérer les critères dans un certain ordre, mais sans jamais appliquer de raisonnement tout ou rien.

2 Le Projet Help Me To Do

Score et Moyenne

La dernière colonne contient le score des dispositifs, le score étant la valeur globale. Cette valeur est définie par une formule établie par le concepteur pour calculer la valeur des scores de chacun des dispositifs d'une même matrice. La formule la plus simple étant la somme des valeurs du dispositif dans chaque critère, d'autres formules telles que la somme de la valeur des critères pondérés peuvent s'avérer pertinentes.

La dernière ligne contient une ou plusieurs valeurs caractéristiques pour chacun des critères et le score par rapport à l'ensemble des dispositifs. Ce peut être la valeur moyenne du critère ou du score, ou la valeur MMM (Minimum / Moyenne / Maximum) qui permet de se rendre compte des valeurs minimales, moyennes et maximales que peuvent avoir les critères et le score par rapport à l'ensemble des dispositifs. Ces valeurs calculées permettent d'estimer rapidement la place qu'occupe un dispositif en respect de ses critères ou de son score et de déduire notamment si certains dispositifs ont des meilleures valeurs de critères ou des meilleurs scores et cela sans parcourir la table complète.

Notes des dispositifs selon les différents critères

L'affectation de notes réalisée pour chaque critère et pour chaque dispositif doit se faire avec précaution, le plus objectivement possible et ne peut être réalisé que par un expert des domaines concernés, à savoir les systèmes mobiles et de RA mais aussi des domaines induits par les critères considérés. Dans le cas de critères tels que l'utilisabilité, les valeurs à affecter à chacun des dispositifs devraient soit être le résultat d'études réalisées au préalable, soit calculées par un ergonome expert ; dans tous les cas, les valeurs doivent être affectées le plus objectivement possible pour ne pas fausser l'ensemble du processus.

Utilisation des codes de couleurs dans la matrice

L'utilisation de différentes couleurs de fond peut être recommandée pour définir la matrice de manière à la rendre la plus lisible et efficace possible. L'usage de couleurs distinctes permet de mettre en évidence les différentes cellules de la matrice :

- critères ;
- valeur la plus faible par dispositif et par critère pris séparément ;
- valeur la plus forte par dispositif et par critère pris séparément ;
- rubrique calculée pour la dernière colonne (score) et la dernière ligne (moyenne ou valeur MMM).

Ces codes de couleurs doivent se retrouver respectivement dans chaque matrice afin de permettre au concepteur d'évaluer rapidement les dispositifs et de les comparer les uns aux autres.

2.8.2.4 Traçage – Retour en arrière (Backwarding)

Le processus de sélection des dispositifs étant incrémental, nous prenons en compte le facteur « continuité entre les tâches » et le fait que le choix d'un dispositif puisse empêcher l'exécution complète de la tâche applicative ou altérer la performance globale de cette dernière. En effet, pour une technique d'interaction donnée, il est possible qu'un dispositif s'avère incompatible avec ceux permettant de réaliser les autres techniques d'interaction de la tâche applicative. Dans ce cas, la démarche permet de remettre en cause les choix de dispositifs précédents pour aboutir à un meilleur compromis.

Pour rendre possible ce mécanisme de retour en arrière (backwarding), le concepteur doit tracer les choix effectués, c'est à dire noter les explications/justifications de chacun de ceux-ci avec leurs scores, leurs avantages et inconvénients, d'où l'importance de conserver les matrices « dispositifs/critères ». Par le biais de cette trace, le concepteur est capable de justifier des choix réalisés, d'éviter les configurations ne pouvant aboutir à l'ingénierie complète du système mais aussi de modifier des choix

2 Le Projet Help Me To Do

antérieurs, unitairement (technique d'interaction) ou par bloc (technique(s) d'interaction, tâche(s) d'interaction, tâche applicative). Cette trace peut-être représentée de manière graphique sur la formalisation de la tâche applicative, dans un tableau ou textuellement ; dans tous les cas, son exploitation passe par une structuration solide.

2.8.2.5 IRVO (*Interacting with Real and Virtual Objects*)

Une fois les configurations de dispositifs choisies, l'étape suivante de la démarche est leur modélisation avec IRVO (Interacting with Real and Virtual Objects), qui est un formalisme graphique facilitant la conception, la description et la comparaison des systèmes de Réalité Mixte, mais ne s'occupant pas de la description et de l'implémentation de la partie logicielle [Chalon 2004]. En liaison avec la formalisation des tâches applicatives, il permet pour chacune d'elles de modéliser l'interaction de l'utilisateur avec les outils et les objets réels et virtuels. Les dispositifs permettant l'échange de données entre les mondes réel et virtuel sont modélisés sous la forme de « transducteurs » : « senseurs » (réel vers virtuel) et d'« effecteurs » (virtuel vers réel).

Il s'agit dans cette étape de faire une analyse prédictive précise des interactions envisagées avec les différentes configurations dégagées par l'étape précédente d'un point de vue ergonomique afin de les évaluer et de les comparer comme expliqué dans [Chalon 2004]. La continuité perceptuelle et cognitive pour les systèmes mixtes mobiles telle que définie dans [Dubois et al. 2003] par les auteurs de la notation ASUR++ peut être analysée sur un schéma IRVO en appliquant la même méthode.

Cette étape permet d'affiner les choix des dispositifs d'interaction voire de les remettre en cause comme expliqué dans [Champalle et al. 2006].

Il est à noter qu'en fonction des dispositifs retenus, de leur coût, de leur fragilité et de l'impossibilité de les porter en même temps, le concepteur peut être amené, en dernier recours, à reconsidérer l'organisation des tâches applicatives dans le but de déduire une configuration d'ordinateur porté plus cohérente en appliquant à nouveau la démarche.

3 Démarche de conduite et stratégie de recherche

Le projet proposé a l'avantage de constituer un cadre complet d'étude. Cependant, ce dernier reste encore très important et ses objectifs, enjeux, techniques et méthodes doivent être affinées. Sur ce point, il est donc indispensable de suivre une démarche d'analyse et d'apprentissage afin, de comprendre les besoins, d'identifier notre point de départ, de cerner les contraintes et de définir les moyens à mettre œuvre pour y pallier. L'ensemble constitue notre stratégie dans la conduite du projet.

Nous précisons que l'ensemble des éléments développés dans ce chapitre se situe à la proximité du sujet du mémoire mais n'est pas nécessairement directement lié. Il s'agit principalement d'une prise de connaissance du domaine, d'un état de l'art permettant de nous situer et d'appréhender la direction à prendre.

3.1 Analyse et axes de réflexions

L'analyse que nous faisons du projet Help Me To Do permet de dégager deux axes de réflexions :

- 1- L'apprentissage mobile ou M-learning, thème central du projet HMTD, étant présenté comme touchant un spectre d'activités très varié, il est important pour l'étude de délimiter ce dernier. Pour ce faire, la solution que nous retenons est la création de scénarii adaptés permettant de répondre au périmètre du projet.
- 2- En deuxième axe de réflexions, il semble essentiel d'approfondir les besoins soulevés par un autre aspect essentiel du projet HMTD et par là même du mémoire. A savoir ; la « démarche de configuration de l'ordinateur porté » permettant de déterminer différentes configurations de dispositifs d'interaction.

Afin de délimiter le périmètre d'activité et d'établir le cadre de l'étude nous identifions des structures de scénarii plaçant des utilisateurs dans les situations HMTD. Le but de cette réflexion est de soulever des questions qui peuvent être nécessaires pour mieux appréhender les besoins et d'en isoler les difficultés. Dans la suite de ce chapitre, nous centrons ainsi volontairement l'aide à la maintenance en milieu industriel et le dépannage en milieu domestique au cœur de structures de scénarii globaux et non figés. Ces structures nous permettent de retenir des scénarii plus précis pour la conduite du mémoire.

3.1.1 Structure de scénario 1 : Identifier-Comprendre-Utiliser-Dépanner par intervention manuelle en milieu Industriel sur équipement passif

Dans cette situation, un intervenant est seul à se rendre sur place et opère manuellement sur l'équipement à utiliser et/ou dépanner. Pour agir, il doit pouvoir obtenir toutes les informations indispensables à la bonne compréhension du fonctionnement de l'équipement. Dans cette hypothèse, l'intervenant dispose de dispositifs, portés ou non portés, adaptés aux tâches variées qu'il devra entreprendre. Partant du principe, pour cette situation, que toutes les machines ne sont pas conçues pour s'auto diagnostiquer et afficher des codes défauts permettant d'isoler un dysfonctionnement quelconque, l'intervenant devra par conséquent faire preuve d'une démarche de diagnostic et d'analyse. Nous résumons ci-après les actions et besoins de l'intervenant.

1. L'intervenant doit pouvoir identifier l'équipement sur lequel il va être amené à intervenir. Dans ce but, plusieurs possibilités sont répertoriées :

- des dispositifs d'identifications de type Tag RFID contenant les références de l'équipement et éventuellement des informations supplémentaires telles la dernière action de maintenance, la date, et le nom du dernier intervenant ;
- l'utilisation d'un lecteur de Tag RFID adapté pour la lecture et l'enregistrement de données ;

3 Démarche de conduite et stratégie de recherche

- des codes-barres collés sur l'équipement permettant à l'intervenant, via un lecteur spécifique, de récupérer l'identification précise. Les étiquettes de type code-barres ne stockent cependant pas d'informations ;
- le numéro d'identification de l'équipement, clairement visible aux yeux de tous. L'intervenant aura alors la possibilité de faire une saisie manuelle, via un dispositif adapté, afin de récupérer les documents souhaités ;
- une identification de l'équipement au travers d'un marqueur visuel, via un dispositif optique approprié tel une caméra par exemple.

2. Une autre action de l'intervenant, est d'obtenir l'information, spécifique à l'équipement, permettant à ce dernier de réaliser son intervention. Les besoins des utilisateurs experts étant différents d'un intervenant débutant, les informations accessibles devront donc être adaptées au contexte et au niveau de connaissances et de compétences de chacun.

Outre l'aspect information, ce point particulier, soulève la question de l'accès à l'information qui, dans un contexte de mobilité, peut s'opérer via un réseau hertzien de type WIFI, Bluetooth, UMTS,..... Il est aussi important de déterminer si la documentation sera directement téléchargée sur le dispositif de l'utilisateur (client lourd) et/ou consultable sur l'Intranet de la société ou directement par le biais d'Internet (client léger).

3. Nous considérons que l'intervenant doit aussi pouvoir saisir des informations soit en mettant à jour des modes opératoires ou des fiches techniques, si ces derniers ne sont pas assez pertinents, soit en sauvegardant un rapport d'intervention ou bien en passant des commandes de pièces pour remplacement.

4. Au cours de son travail, et suivant les difficultés rencontrées, l'intervenant, est susceptible d'avoir besoin de l'aide de personnes possédant plus d'expériences et/ou de compétences que lui. Pour cela, notre structure prévoit la possibilité, pour l'intervenant, de rentrer en contact avec d'autre(s) collègue(s) (intervenants/experts) distant(s), sur le même site ou à l'extérieur. L'intervenant pourra alors faire part de son problème à une personne en particulier ou à toutes les personnes qui souhaitent l'aider par le biais d'une base de données contenant les interventions de chacun de ses collègues. Il pourrait ainsi, par une recherche sur l'identifiant de la machine, la marque, le modèle, contacter en direct une personne ayant déjà travaillé sur des équipements similaires. Le ou les moyens d'expressions entre acteurs lors de ce travail collaboratif reste à déterminer.

5. Il est aussi primordial de constater que suivant l'état d'avancement des tâches et actions de l'intervenant, ce dernier n'aura pas toujours le même équipement ni les mêmes libertés d'interactions (ou modalités). Les interfaces devront donc s'adapter au contexte de l'utilisateur.

La **Figure 7**, résumant l'ensemble de nos développements, nous permet de distinguer les entités suivantes :

- **Intervenant** : la personne chargée d'intervenir sur l'équipement. Cette entité représente aussi les autres intervenants/experts sur site ou à l'extérieur ;
- **Dispositifs** : tous les types de dispositifs existants ou à composer ;
- **Moyens d'identification** : la technique retenue pour identifier l'équipement ;
- **L'équipement à Identifier-Comprendre-Utiliser-Dépanner** : équipement de type machine outil ;
- **Ressources** : plusieurs types de documents différents (vidéos, images, textes, sons,...) accessibles par des moyens à définir ;
- **Le réseau mobile** : de type hertzien permettant de répondre au contexte de mobilité.

3 Démarche de conduite et stratégie de recherche

Structure de scénario 1 : Identifier-Comprendre-Utiliser-Dépanner par intervention manuelle en milieu industriel sur équipement passif.

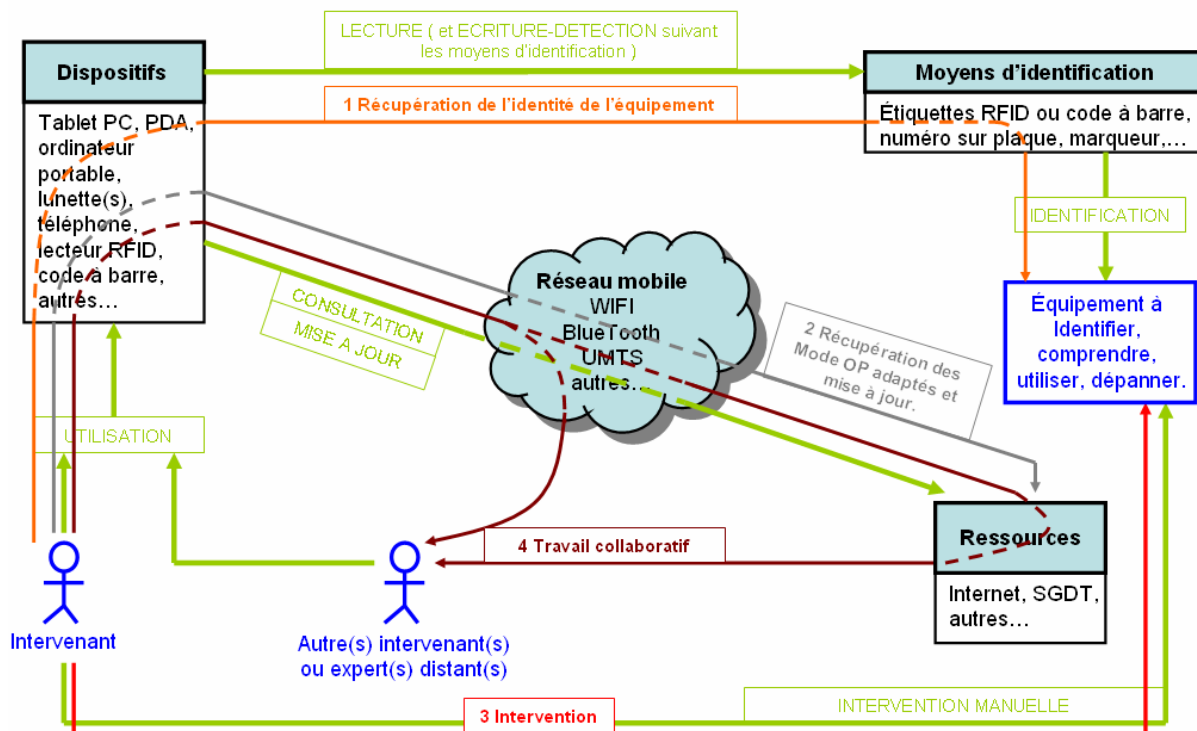


Figure 7 : structure de scénario 1 et actions de l'intervenant.

Cette première structure nous permet de réfléchir aux actions réalisables par l'utilisateur :

1. Récupération de l'identité de la machine :

Par cette action, l'intervenant utilise un dispositif existant ou à composer dans le but d'identifier l'équipement sur lequel il intervient.

2. Récupération des Modes opératoires, des fiches techniques,... adaptés et mise à jour :

Avec l'identifiant de la machine et une connexion mobile, l'intervenant peut chercher dans une base de données les informations nécessaires à son intervention et les mettre à jour, compléter un rapport final suite à la maintenance de l'équipement et commander une pièce particulière.

3. Intervention :

Tenant compte des informations consultées précédemment, l'intervenant opère manuellement sur l'équipement afin de compléter la mission qui lui a été confiée.

4. Travail collaboratif :

Si l'intervenant éprouve des difficultés dans sa tâche, il peut demander de l'aide à d'autres intervenants et/ou experts directement sur site ou à l'extérieur via Internet par exemple. L'ensemble pourrait être rendu possible par une connexion à un réseau hertzien de type WIFI.

Cette structure une fois posée, soulève de nombreuses questions récapitulées ci-après :

Les dispositifs :

Quels sont les dispositifs qui peuvent être utilisés dans une telle situation ? Quels peuvent être les critères de sélection : puissance des systèmes, taille d'écran, adéquation avec la liberté de mouvement de l'intervenant,...? Existe-t-il des recherches concernant le choix en fonction des besoins : environnement, contexte, tâche, utilisateur, continuité de l'action... ?

3 Démarche de conduite et stratégie de recherche

Au travers de ces différents points, nous nous interrogeons sur le choix des dispositifs mobiles portés (existants ou à proposer) dans l'exécution des tâches des intervenants. Pour nous aider dans cette tâche nous souhaitons notamment nous appuyer sur des référentiels permettant de choisir les dispositifs les plus adaptés en fonction de situation, de tâche, d'environnement, de contrainte et de besoin utilisateur spécifique. Il pourrait ainsi être intéressant de connaître l'approche utilisée quant au choix des dispositifs dans le cas de diagnostic, où les tâches de l'intervenant, suivant son niveau d'expérience, ne sont pas les mêmes (et donc imprévisibles).

Les ressources :

Quelles sont-elles (vidéos, textes, images, sons,...) ? Comment sont-elles stockées (SGDT, Internet, base de données hétérogènes...) ? Comment sont-elles générées ? Existe-t-il des études sur le sujet ? Sont-elles exploitables et comment les exploiter (accessibilité des informations) ? Qui sera chargé de les mettre à jour, à quelle fréquence et comment ?

L'aspect « ressources » est générique et regroupe la documentation en générale mais aussi toute la partie logicielle permettant de passer des commandes pour des remplacements de pièces par exemple. Nous mettons aussi en lumière la propriété de structuration des données permettant d'offrir des données affichables sur tous les dispositifs utilisés par les intervenants. Il s'agira de savoir ce qui a déjà été fait dans ce domaine tant au niveau de la plasticité des interfaces qu'au niveau de la conception des documents et de leur stockage.

L'Action de Consultation/Mise à jour des informations :

Cette action ouvre sur des réflexions que nous structurons en trois axes :

Dispositifs

Est-il possible d'afficher la même information sur des dispositifs différents ? Existe-t-il déjà des IHM appropriées ? Faut-il les concevoir et comment ? Quelles sont les études sur le sujet ? Nous introduisons ici le concept de plasticité des interfaces couplé à celui de mobilité.

Stockage

La documentation pouvant être consultée par le biais d'un réseau hertzien, il nous faut prendre en compte le cas des déconnexions du réseau tout en garantissant aux intervenants la possibilité de continuer leurs tâches. Il paraît donc important de déterminer si la documentation doit être directement téléchargée sur le dispositif de l'utilisateur (client lourd) et/ou consultable uniquement sur l'Intranet de la société ou l'Internet (client léger).

Conditions et exploitation

Les intervenants n'ayant pas tous le même niveau de compétence, peut-il exister des différences de droit entre ces derniers, certains autorisés en mise à jour (rapport de maintenance ou complément d'information) et d'autres uniquement en consultation ?

La recherche des informations nécessaires aux intervenants :

Comment l'intervenant, ou les intervenants, peuvent-ils récupérer les bonnes informations leur permettant d'accomplir leur travail ou une action en particulier ? Qu'est ce qu'une « bonne information » ? Dans le cas de la structure de scénario 1, l'équipement à dépanner/utiliser est dépourvu d'électronique, l'IHM utilisée doit amener l'intervenant, par l'intermédiaire de questions, de choix possibles, en fonction de son profil, aux informations nécessaires à l'accomplissement de son travail.

3 Démarche de conduite et stratégie de recherche

Nous introduisons ici la notion d'informations et de leurs présentations adaptées aux besoins et aux contextes dans lesquels évoluent les intervenants. Nous verrons par la suite, l'importance de cette partie sur le reste du mémoire.

Le travail collaboratif :

Il est question ici de la possibilité, pour les intervenants, de travailler en collaboration avec d'autres collègues (ou experts) afin de trouver en commun une solution à un problème et ce sur un panel de dispositifs hétérogènes introduisant le concept de Travail Collaboratif Assisté par Ordinateur dit « capillaire ».

« *Le TCAO capillaire a pour but d'étendre les capacités fournies par les outils de travail coopératifs en des ramifications de plus en plus fines, depuis leur utilisation sur des postes fixes et des clients propriétaires, jusqu'aux clients « légers », mobiles et indépendants* » [David et al. 2002].

Cet aspect est particulièrement important et soulève les problèmes d'accès aux ressources en consultation ou en modification, l'aspect de rôle, l'organisation et l'adaptation du dialogue sur des dispositifs différents. D'où les questions suivantes :

- Est-ce que plusieurs personnes (autres intervenants, experts) peuvent collaborer en même temps pour aider un seul intervenant ?
- Comment va être organisé le dialogue ?
- Comment l'intervenant peut-il partager son environnement et faire comprendre son besoin à ses collègues distants (vision par caméra, transmission de l'identifiant de la machine et des informations utiles pour comprendre le contexte) ?
- Comment, les collègues sollicités, peuvent-ils intervenir afin de guider l'intervenant : paroles, dessins sur l'image transmise ou la documentation en ligne et visible par tous, envoi d'informations pertinentes (lien web, photo,...), prise en main à distance (PMAD) ?
- L'aide collaborative ainsi proposée semble rejoindre le fonctionnement des HotLines de dépannage, faut-il s'en inspirer ?
- Est-ce possible d'aider un collègue demandeur d'informations sans arrêter ce que l'on est en train de faire et sans changer de dispositif ni de modalité d'entrée / sortie ?
- Est-ce que le client en cours de dépannage autorisera l'intervenant à assister à distance une autre réparation en même temps que son activité de maintenance/réparation ?
- Existe-t-il des outils de prise en main à distance sur le ou les dispositifs de l'intervenant ? Quelles sont les études à ce sujet ?

Cette première structure de scénario offre un panel assez riche de questions permettant de mieux cerner d'autres aspects de la problématique HelpMeToDo. Afin d'élargir notre perception de cette thématique, nous en proposons ci-après un enrichissement significatif en intégrant la possibilité pour l'intervenant de communiquer avec l'équipement à maintenir/dépanner.

3.1.2 Structure de scénario 2 : Identifier-Comprendre-Utiliser-Dépanner par intervention manuelle et/ou à distance en milieu industriel sur équipement communicant

Ce scénario reprend complètement les données de la structure de scénario 1 précédente en y intégrant la possibilité de communiquer avec un équipement doté d'électronique autorisant la remonté des codes défauts automatiquement. Cette nouvelle structure maintient donc la possibilité de dépanner manuellement les équipements dont l'intervenant doit apprendre à se servir ou à dépanner en rajoutant des fonctionnalités possibles en adéquation avec l'environnement de ce dernier.

La **Figure 8** suivante résume l'ensemble de ces nouveaux développements en faisant principalement appel aux mêmes entités que la structure de scénario 1 (**Figure 7**) :

- **Intervenant** : la personne chargée d'intervenir sur l'équipement. Cette entité représente aussi les autres intervenants/experts sur site ou à l'extérieur ;
- **Dispositifs** : tous les types de dispositifs existants ou à composer ;
- **Moyens d'identification** : la technique retenue pour identifier l'équipement ;

3 Démarche de conduite et stratégie de recherche

- **L'équipement à Identifier-Comprendre-Utiliser-Dépanner** : équipement de type machine outil ;
- **Ressources** : plusieurs types de documents différents (vidéos, images, textes, sons,...) accessibles par des moyens à définir ;
- **Le réseau mobile** : de type hertzien permettant de répondre au contexte de mobilité.

Structure de scénario 2 : Identifier-Comprendre-Utiliser-Dépanner par intervention manuelle et/ou à distance en milieu industriel sur équipement communicant.

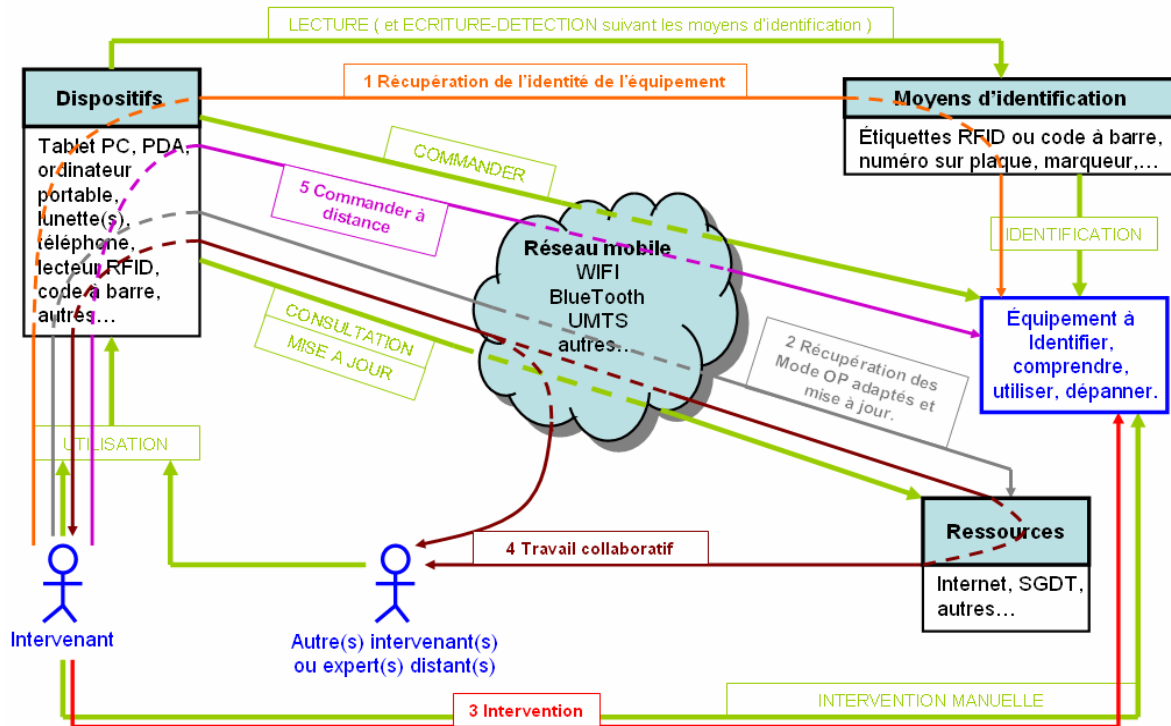


Figure 8 : structure de scénario 2 et actions de l'intervenant.

Cette structure met en avant les mêmes actions que la structure précédente enrichie de l'action « Commander à distance » :

1. Récupération de l'identité de la machine.
2. Récupération des Mode OP adaptés et mise à jour.
3. Intervention.
4. Travail collaboratif.
5. Commander à distance :

L'utilisateur peut, sur les équipements qui le permettent, utiliser les dispositifs en sa possession pour exécuter à distance des actions simples ou complexes sur l'équipement comme récupérer des codes défaut suite à un auto diagnostic.

Nous retrouvons globalement les mêmes questions que la structure précédente augmentées de nouvelles interrogations supplémentaires sur certains points.

3 Démarche de conduite et stratégie de recherche

La recherche des informations nécessaires aux intervenants :

Nos réflexions sont liées au cas où l'équipement à dépanner/utiliser est équipé de moyens de communication et d'électronique permettant de remonter des codes défauts automatiquement. Il peut en effet être utile dans ce contexte de détecter et d'identifier automatiquement des équipements en panne ou à maintenir, les dispositifs des intervenants pouvant, alors, être à même de le signaler et de guider l'intervenant sur les lieux de l'action. Suivant l'état de l'équipement (en panne ou non), le rôle de l'intervenant (Utilisateur ou Dépanneur), le dispositif pourrait proposer spontanément certaines informations plutôt que d'autres (Mode Opérateur, Guided Diagnostic, suggestions : profiter de l'intervention pour vérifier niveau d'huile,...). Pour aller plus loin, les dispositifs pourraient aussi vérifier automatiquement le niveau de compétence d'un utilisateur (a-t-il déjà dépanné telle ou telle machine ? Est-il qualifié ? Peut-il intervenir seul face à une panne aussi complexe ? etc...) et de limiter ses choix, en fonction de ses qualifications.

L'Action Commander à distance :

Quels peuvent être les moyens possibles pour détecter/commander la machine : liaison bluetooth, Infrarouge,...Est-ce que l'intervenant peut piloter un équipement au complet ou exécuter uniquement quelques actions ? Dans ce cas, suivant quels critères peut-on les sélectionner ? Quelle organisation doit-on mettre en œuvre côté équipement ? Comment obtenir l'interface adaptée à l'équipement ? Est-ce que les experts pourront, par le dispositif de l'intervenant, commander eux-mêmes les équipements ? Si oui comment ? Existe-t-il des études/prototypes sur le sujet ?

Pour être plus concret dans l'approche de cette structure de scénario, nous en proposons un exemple.

Exemple : Par l'intermédiaire d'un dispositif adapté, de type valise de diagnostic, un intervenant se connecte au boîtier électronique principal d'un camion et remonte le ou les codes défauts liés aux dysfonctionnements détectés par ses capteurs. Le même exemple est envisageable pour un tour à commande numérique et/ou un centre d'usinage. Les codes défauts pourraient être transmis à l'intervenant et après identification de l'équipement, les informations nécessaires à son dépannage affichées directement sur le dispositif de ce dernier.

Remarque : Il est à noter que les structures de scénario 1 et 2 sont parfaitement transposables dans le domaine domestique, avec une préférence pour le pilotage à distance. En effet, il est tout à fait possible d'imaginer la même situation pour une personne qui souhaiterait régler sa nouvelle télévision ou utiliser son magnétoscope ou lecteur DVD sans être obligée de lire un mode d'emploi volumineux et/ou opérer des manipulations complexes sur le matériel.

3.1.3 Structure de scénario 3 : amélioration de la structure de scénario 1 et 2 par l'ajout de l'entité « Superviseur »

Les structures de scénario précédentes font apparaître une difficulté potentielle dans le travail collaboratif : l'intervenant seul, peut-il vraiment être à même de contacter les experts et autres collègues ? N'est-il pas plus pratique de faire appel à une tierce personne qui se chargerait d'organiser le travail collaboratif ? Dans cette troisième structure nous faisons ainsi intervenir le rôle de « Superviseur », chargé de mettre les intervenants/experts en rapport les uns avec les autres. Cette nouvelle structure de scénario ne modifie pas les schémas des **Figures 7 et 8**.

3.1.4 Constat et remarques générales sur les 3 structures de scénario proposées

Les trois structures de scénario proposées soulèvent plusieurs points qu'il est important de prendre en considération.

Nous évoluons dans la thématique HelpMeToDo liée à l'apprentissage mobile et à la possibilité d'aider à faire. Le but est de permettre aux utilisateurs d'apprendre à faire, pour que ces derniers puissent refaire sans avoir à nouveau besoin d'aide. Que se soit pour comprendre et utiliser un

3 Démarche de conduite et stratégie de recherche

équipement ou le dépanner (à un moindre degré). Il est essentiel de veiller à ne pas dépasser cette limite et déborder ainsi sur la thématique « DoItForMe » ou « JustDoIt (without me) ».

HMTD permettant aux intervenants de se former, est-il possible de mesurer, gérer et tenir compte de la montée en compétence d'un intervenant ? Dans ce cas, peut-on lui laisser une plus grande liberté d'action et consulter les informations dont il a besoin en fonction de ce qu'il souhaite faire (Comprendre, Utiliser ou Dépanner) ?

Cette réflexion se porte aussi sur l'action « recherche des informations nécessaires aux intervenants », de la structure de scénario 2, et l'utilisation de dispositifs pouvant signaler, guider et vérifier automatiquement le niveau de compétence d'un utilisateur. Le problème de l'intrusion de tels outils dans la vie professionnelle des utilisateurs est aussi à mettre en avant. Peut-on permettre à des dispositifs de signaler en permanence la position exacte des intervenants y compris lors de leur temps de pose ? Une réflexion annexe concerne l'aspect intrusif de la collaboration, à savoir, est-ce que les intervenants contactés pourront refuser la communication ?

Pour finir, les actions de consultation d'information, de mise à jour des modes opératoires et de saisie de rapport en général, ne seront peut être pas possible sur l'ensemble des dispositifs. Dans ce cas précis, faudra-t-il suggérer aux intervenants un dispositif plus adapté et si oui, comment ?

Nous venons de définir le cadre de notre approche. Il s'agit à présent de faire le point sur ce qui existe tant au niveau des modèles qu'au niveau des prototypes afin d'éclairer les manques et d'essayer de les combler en fonction de nos objectifs.

3.1.5 « Démarche de configuration de l'ordinateur porté »

Autre aspect essentiel du projet HMTD : la « démarche de configuration de l'ordinateur porté » présentée dans [Champalle et al. 2006] et [Masserey et al. 2006]. Cette démarche est basée sur la modélisation de tâche applicative et l'utilisation de tâches et de techniques d'interaction afin de déterminer les dispositifs d'interaction appropriés (Figure 3).

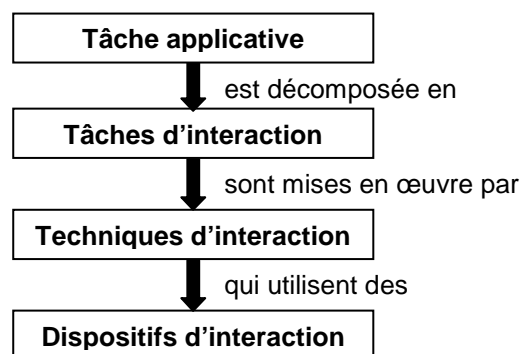


Figure 3 : Schéma global de décomposition.

L'objectif principal est d'étudier cette démarche dans son ensemble afin d'en vérifier la cohérence, son implication et utilisation dans le projet Help Me To Do. Pour ce faire, nous proposons plusieurs axes de réflexions :

- **Choix d'un formalisme pour la modélisation des scenarii**

Il est tout d'abord nécessaire de déterminer un formalisme permettant de modéliser les tâches applicatives issues des scenarii retenus. Dans la suite du mémoire, nous menons donc l'étude des formalismes les plus connus et les mieux adaptés à ce besoin.

3 Démarche de conduite et stratégie de recherche

▪ Recherche et utilisation de « Standards de tâche »

Dans un second temps, nous réfléchissons aux possibilités d'améliorer les formalisations de tâche en recherchant des « standards de tâche » déjà existants et des applications permettant de les utiliser. L'idée principale est de s'appuyer sur les travaux existants de la recherche pour progresser rapidement.

▪ Etude approfondie de la démarche et de ses composantes

Dans la dernière étape de l'analyse, nous étudions en détail la « démarche de configuration de l'ordinateur porté » afin de définir ce que sont les tâches applicatives, les tâches d'interaction, les techniques d'interaction et les dispositifs d'interaction. Cette étude nous permet par là même d'améliorer cette vision.

3.2 Bilan de l'analyse

Dans ce paragraphe, nous dressons le bilan de l'analyse de la thématique Help Me To Do et des principaux axes de réflexions dégagés. Il s'agit ici de définir la stratégie quant à la conduite du mémoire. Le schéma de la **Figure 9** offre un récapitulatif de cette vision commentée point par point.

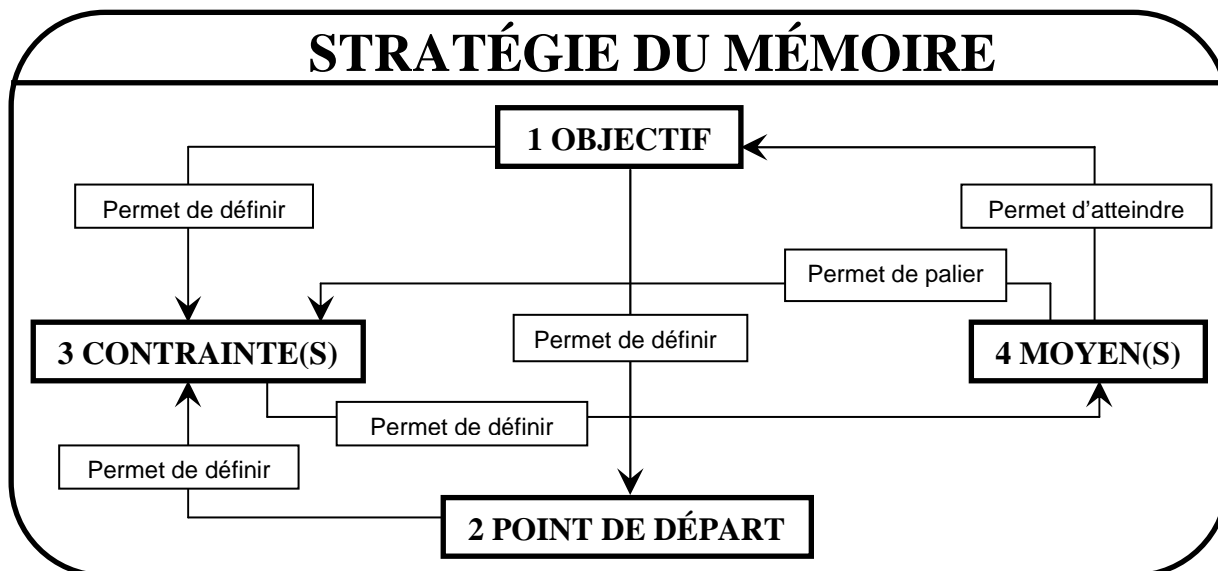


Figure 9 : Stratégie du mémoire.

3.2.1 Objectif

Le principal objectif est de nous impliquer dans le projet Help Me To Do. Dans la suite de l'étude nous appliquons donc la « démarche de configuration de l'ordinateur porté » sur un scénario concret que nous déterminons et traitons jusqu'au plus bas niveau. Pour satisfaire cette ambition, nous nous attachons en priorité à étudier au plus près les concepts et théorie HMTD pour les maîtriser et les améliorer si besoin est.

3.2.2 Point de départ

Les analyses précédentes et la définition de l'objectif permettent d'établir le point de départ quant à l'approche de la réalisation du mémoire. Nous dégagons les besoins et axes centraux suivant :

- l'apprentissage mobile ou M-learning, adapté aux enjeux domestiques et professionnels ;
- les concepts clefs et principalement les principes MOCOCO mettant en valeur les aspects :

3 Démarche de conduite et stratégie de recherche

- Mobilité,
- Collaboration,
- COntextualisation,
- la « démarche de configuration de l'ordinateur porté » point central de la thématique HMTD ;
- la mise en place de scenarii cohérents en rapport avec les besoins du projet ;

3.2.3 Contraintes

Les contraintes que nous identifions sont de plusieurs natures :

- l'appropriation des connaissances préalables nécessaires à une meilleure appréhension des enjeux et concepts de la thématique HMTD. Et notamment :
 - le M-learning,
 - les aspects MOCOCO,
 - l'ordinateur porté ou wearable computer,
 - la « démarche de configurations de l'ordinateur porté » ainsi que les tâches applicatives, les tâches, les techniques et les dispositifs d'interaction la composant,
 - le stockage in-situ, la traçabilité et la prescription d'opérations,
 - toutes les connaissances bibliographiques, ou non, nécessaires à la bonne compréhension de la thématique HMTD dans l'univers de la recherche en général.
- le temps, limité, qui peut déterminer le prototypage éventuel d'une solution, les orientations possibles du mémoire et pouvant conduire à ne pas répondre à la totalité des engagements ;
- la création de scenarii crédibles en rapport avec la thématique et les concepts du projet ;
- la recherche des formalismes appropriés et de toutes les informations pouvant graviter autour de ce besoin.

3.2.4 Moyens

Pour pallier aux difficultés mises en avant par les contraintes de notre approche, nous souhaitons nous appuyer le plus possible sur les connaissances des cadres du laboratoire ICTT et les travaux en cours ou déjà entrepris en son sein. Nous allons notamment faire appel aux recherches menées sur le projet IMERA (Interfaces Mobiles dans un Environnement Réel Augmenté), à son infrastructure et ses dispositifs d'interaction (TabletPCs, PDAs, étiquette RFID, Table Gate,...).

Nous ne nous limitons cependant pas à l'existant du laboratoire ICTT et nous désirons aussi prospecter à l'extérieur notamment sur la formalisation des scenarii ainsi que le choix des types de dispositifs et la manière de les implémenter. Dans ce cadre, les recherches menées sur l'approche MDA (Model Driven Architecture) forment un axe d'étude susceptible de nous intéresser.

Pour déterminer ou d'enrichir des scenarii réalistes répondant aux attentes du projet Help Me To Do, nous nous basons aussi sur notre imagination et notre expérience personnelle.

L'aspect formalisation de tâche étant important, nous pensons nécessaire, pour le bon déroulement de l'étude, de nous rapprocher des standards de tâches, c'est-à-dire des patterns de tâches, des patterns en général et des recherches portant sur l'ensemble des applications y faisant référence.

Le langage utilisé pour la mise au point des couches logicielles et l'utilisation et/ou le prototypage des dispositifs d'interaction est le langage Java plus à même d'offrir des développements réutilisables et intégrables dans les futurs projets du laboratoire.

Ce mémoire s'intégrant dans la vision du laboratoire et de ses cadres, il s'agit d'entreprendre un travail d'équipe et de régulièrement organiser des réunions « état des lieux », permettant de faire le point sur l'avancée des recherches afin de recadrer notre approche si besoin est.

3.3 Stratégie d'organisation du mémoire

Dans ce chapitre nous venons de mettre en lumière les réflexions et interrogations sur la thématique et les concepts du projet HMTD, cœur du mémoire, dressé le bilan de notre analyse et défini la stratégie déployée pour organiser la conduite du projet. Dans la suite de l'étude nous nous attachons donc logiquement à développer les points suivants :

- recherche et constitution de scénarii adaptés à la thématique HMTD en fonction des réflexions précédentes, de notre propre expérience et des travaux du laboratoire ICTT ;
- état de l'art des formalismes les plus adaptés aux besoins et des applications existantes susceptibles de servir l'étude ;
- recherche des standards de tâches et des patterns en général dans le but d'appréhender ce qui existe dans ce domaine et de l'intégrer à nos travaux si cela est nécessaire ;
- étude et amélioration de la « démarche de configuration de l'ordinateur porté » dans son ensemble ;
- mise en œuvre de nos résultats sur l'étude d'un cas concret.

4 Etude des formalismes et du concept de « pattern »

Il existe de nombreux formalismes dédiés à la représentation des modèles de tâches. Dans ce chapitre, nous en faisons un état des lieux et un descriptif avant de choisir le plus adapté aux contraintes du projet HMTD. Nous orientons ensuite les recherches sur les aspects de réutilisabilité et le concept de « pattern » dans le but d'améliorer nos arbres de tâches et faciliter notre approche.

4.1 Etat de l'art et comparaison des formalismes existants

4.1.1 GOMS (Goals, Operators, Methods, Selection Rules) [Card et al. 1983]

GOMS (Goals, Operators, Methods, Selection Rules) [Card et al. 1983] permet de décrire des séquences d'actions nécessaires pour atteindre un but et de les grouper dans des méthodes qui peuvent être associées à une règle de sélection permettant de savoir quand leur exécution est recommandée. Cependant GOMS ne considère que des tâches séquentielles, ce qui limite grandement son usage surtout dans le contexte d'interfaces avancées.

4.1.2 UAN (User Action Notation) [Hartson et al. 1992]

UAN (User Action Notation) [Hartson et al. 92] possède un ensemble plus riche d'opérateurs temporels. C'est un formalisme textuel avec lequel on peut décrire les relations temporelles entre différentes tâches asynchrones et, au final, les tâches élémentaires sont décrites par des tables qui spécifient : les actions de l'utilisateur, le retour du système, et les modifications de l'état de l'application. Son formalisme textuel a cependant été un frein à sa diffusion.

4.1.3 MOT (Modélisation par Objets Typés) [Paquette 1996]

MOT (Modélisation par Objets Typés) de Gilbert Paquette est un autre formalisme initialement conçu pour la représentation de connaissances [Paquette 1996]. Il distingue 4 types de connaissances : les concepts (représentés par des rectangles), les procédures (représentées par des ovales), les principes (représentés par des hexagones) et les faits (représentés par des rectangles aux angles tronqués), qui peuvent être reliées par 6 types de liens : instantiation (I), composition (C), spécialisation (S), précedence (P), intransitif/produit (I/P) et réglementation (R). Les tâches peuvent donc être représentées comme un ensemble de connaissances de type processus organisées en arbre par des liens de composition, les liens de précedence pouvant exprimer la notion de séquence entre tâches. Si cela est pauvre du point de vue de la représentation des tâches, MOT a l'avantage de pouvoir faire figurer d'autres connaissances (concepts, principes, etc.) et les relier aux tâches contrairement aux autres formalismes.

4.1.4 MAD (Méthode Analytique de Description des tâches) [Pierret-Golbreich et al. 1989]

MAD (Méthode Analytique de Description des tâches) est basé sur une méthodologie issue de l'ergonomie et développée par Dominique Scapin et son équipe [Pierret-Golbreich et al. 1989]. Ce formalisme s'appuie sur une décomposition hiérarchique des tâches reliées par des constructeurs : SEQ (pour exprimer l'exécution séquentielle des tâches), ALT (exprime l'alternative en plusieurs tâches), PAR (exprime l'exécution entrelacée de plusieurs tâches par un même agent), SIM (exprime l'exécution simultanée de plusieurs tâches par des agents distincts). Chaque tâche est caractérisée par :

- une identification : numéro et nom de la tâche ;
- des éléments de structures : but, état initial, pré-conditions, corps de la tâche, post-conditions, état final ;
- des attributs : FAC (tâche facultative), @ (boucle), PRIOR (tâche prioritaire), INTER (tâche interrompible) et un niveau de priorité.

4 Etude des formalismes et du concept de « pattern »

Le formalisme a évolué sous le nom de **MAD*** (Modèle Analytique de Description des tâches utilisateur orienté spécification d'interface) [Scapin et al. 2001]. Les ajouts les plus notables concernent l'apport des concepts orientés objets (introduction de classes de tâches, de l'héritage et des instances) ainsi que l'augmentation du nombre de constructeurs (rebaptisés opérateurs dans MAD*) et leur structuration en quatre catégories : opérateurs de synchronisation (SEquentiel, PARallèle, SIMultané), opérateurs d'ordonnancement (ET, OU, alternatif), les opérateurs temporels (début, fin, durée) et les opérateurs auxiliaires (élémentaire, inconnu). A noter aussi l'éditeur K-MADe, basé sur le formalisme MAD et développé par Baron M., Lucquiaud V., Autard D., Scapin D. L et dont la première version est disponible depuis octobre 2005 en version 1.4.

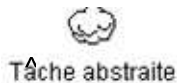
4.1.5 CTT (Concur Task Trees) [Mori et al.2002]

CTT (Concur Task Trees) [Mori et al. 2002] est un formalisme permettant de concevoir et de représenter des tâches applicatives sous la forme d'arbres de tâches détaillés. Ce formalisme offre plusieurs qualités :

- CTT est un formalisme que l'on retrouve souvent dans la littérature scientifique ;
- un éditeur graphique CTTE existe et est disponible ;
- ce formalisme est lié à certains travaux du laboratoire ICTT et notamment le modèle IRVO, composant de la « démarche de configuration de l'ordinateur porté » ;
- l'aspect « arbre de tâches » de CTT est facile à comprendre et à utiliser. On retrouve 4 catégories de tâches différentes :



Les tâches de l'utilisateur permettant de situer les actions cognitives et/ou manuelles de ce dernier.



Les tâches abstraites. Ce sont des tâches de plus haut niveau pouvant se décomposer en sous-tâche appartenant aux quatre catégories décrites.



Les tâches systèmes ou d'application. Ce sont des tâches où seul le système informatique intervient pour produire le résultat d'une requête par exemple.



Les tâches d'interaction. Ce sont des actions de l'utilisateur sur le système avec possibilité d'un retour immédiat.

Les tâches sont reliées entre elles par des opérateurs temporels. Il en existe huit types principaux qui sont :

- la concurrence : « T1 ||| T2 ». T1 et T2 peuvent être exécutées en parallèle. Une variante existe « T1 |□| T2 » où T1 et T2 doivent se synchroniser pour échanger des informations ;
- le choix : « T1 □ T2 » où T1 et T2 sont exécutées alternativement. L'exécution de l'une empêchant l'exécution de l'autre ;
- l'indépendance d'ordre : « T1 |=| T2 ». Les deux tâches étant exécutées l'une après l'autre dans un ordre quelconque ;
- la désactivation : « T1 [> T2 ». La tâche T1 étant définitivement stoppée au moment où la tâche T2 commence à s'exécuter ;
- l'activation : « T1 >> T2 ». Lorsque la tâche T1 s'achève, la tâche T2 commence à s'exécuter. Une variante existe « T1 □>> T2 » où la tâche T1 transmet des informations à la tâche T2 ;
- la suspension reprise « T1 |> T2 ». La tâche T2 peut suspendre l'exécution de la tâche T1 qui reprend au point d'interruption quand la tâche T2 se termine ;
- l'itération « T* ». La tâche est exécutée en boucle un nombre infini de fois jusqu'à ce qu'elle soit désactivée par une autre tâche. Une variante : « T(n) » permet de limiter la boucle à « n » itérations ;
- les tâches optionnelles « [T] » dont l'exécution est facultative.

4 Etude des formalismes et du concept de « pattern »

CTT prend en compte les aspects collaboratifs des tâches. Le modèle de tâches dans ce cas se compose de plusieurs arbres de tâches (Figure 10) :

- pour chaque rôle identifié, un arbre de tâches individuel est construit. Ces arbres sont similaires aux arbres mono utilisateurs décrits ci-dessous ;
- un arbre de tâches coopératif exprime les relations entre les différentes tâches individuelles. La principale différence est qu'il inclut des tâches coopératives qui impliquent des actions par deux ou plusieurs utilisateurs pour les accomplir. Ces tâches coopératives sont décomposées hiérarchiquement en sous-tâches jusqu'à ce qu'on atteigne des tâches exécutées par un seul utilisateur. Ces tâches individuelles apparaissent aussi dans le modèle de tâches du rôle associé : elles sont appelées tâches de connexion et une flèche double les différencie des autres tâches.

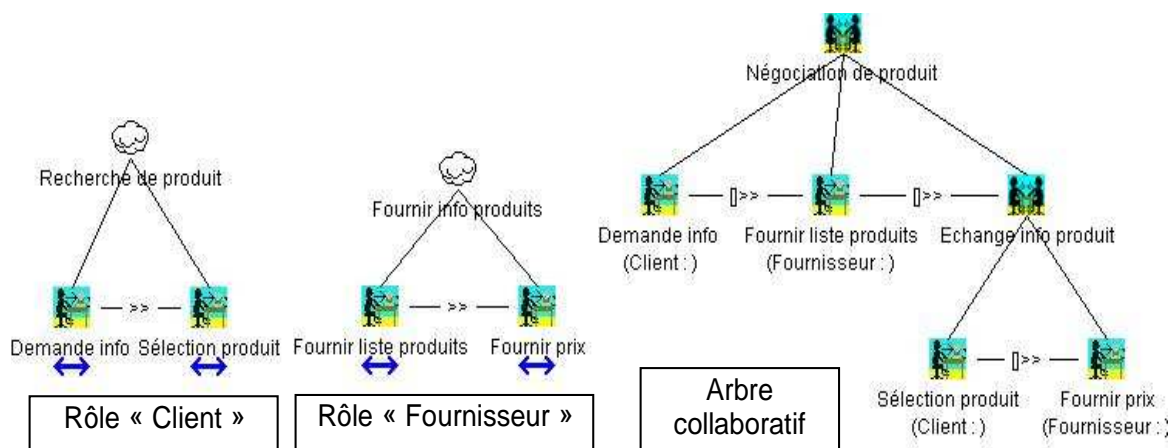


Figure 10 : Exemple de modélisation de tâches collaboratives avec CTT (d'après [Mori et al. 2002]).

4.2 Bilan de l'étude et choix du formalisme adapté pour la suite du mémoire

De l'étude et de la comparaison des différents formalismes pouvant être adaptés aux besoins, nous retenons le formalisme CTT (Concur Task Trees) [Mori et al. 2002]. Ce formalisme est particulièrement simple d'accès et très répandu dans le monde scientifique, il semble par conséquent le plus à même de servir de base de dialogue pour échanger et nous faire comprendre dans cette communauté. Ce dernier point introduit aussi le concept de réutilisabilité d'arbres de tâches déjà existants ou de formalisations susceptibles de faciliter notre approche. Nous ajoutons aux avantages du formalisme CTT, l'existence d'un éditeur graphique : CTTE. Cet éditeur est disponible et rapidement utilisable ce qui offre la possibilité de progresser plus efficacement dans nos travaux.

4.3 Réutilisabilité et patterns

Du concept de réutilisabilité dans la conception d'IHM et d'arbres de tâches, découle directement le concept de « Pattern ». Dans la suite de ce chapitre, et sans détailler l'ensemble des patterns existants, nous dressons un rapide état de l'art permettant d'identifier les types de patterns et les solutions logicielles intégrables dans le projet.

4.3.1 Le concept de « Pattern »

Le concept de pattern a fait son apparition à la fin des années 1970 grâce aux travaux de Christopher Alexander [Alexander et al. 1977]. Étudié tout d'abord dans le domaine de l'architecture, il a réellement intégré le monde informatique en 1995 avec la publication du livre « Design Patterns : Elements of reusable Object Oriented Software » du gang of four [Gamma et al. 1995].

En informatique et plus particulièrement dans le domaine de l'IHM et du génie logiciel, le terme de « Pattern », peut se traduire par celui de « Patron ».

4 Etude des formalismes et du concept de « pattern »

Les patterns d'IHM se concentrent principalement sur des solutions aux problèmes liés à la conception des systèmes interactifs. En fournissant des solutions bien connues aux IHM et aux problèmes d'utilisabilité et en capturant les meilleures expériences d'utilisateur, ils aident à la conception de meilleurs systèmes [Javaherry 2003].

Suivant [Sinnig 2004], les patterns peuvent guider (patterns de processus) et supporter (conception orientée patterns) l'amélioration de l'analyse des tâches et l'écriture de scénarii. En d'autres termes, le pattern d'IHM capture l'essence d'une solution satisfaisante à un problème de conception récurrent.

Les patterns sont souvent documentés comme suit :

- **Nom** : nom du pattern ;
- **Problème** : problème auquel répond le pattern ;
- **Contexte** : contexte d'utilisation dans lequel le pattern est applicable ;
- **Solution** : contour de la solution du problème ;
- **Motivation** : raisons pour lesquelles le pattern fonctionne ;
- **Exemple** : un exemple d'implémentation et d'utilisation ;
- **Pattern relatif** : exemple d'autres patterns approchants.

Les types de patterns existants étant nombreux, nous rappelons que notre approche est purement orientée « tâche ». La programmation, la navigation, la forme des boutons de commande ou des listes de sélections etc. ne figurent pas dans nos préoccupations. Ce que nous recherchons principalement au travers des patterns est la possibilité d'enrichir des tâches, découlant de scénarii, ainsi que leur formalisation, par le biais de la réutilisation et toutes les applications pouvant s'appuyer sur ce fonctionnement.

Nos recherches sur les patterns et les informations susceptibles de répondre à nos attentes, nous ont naturellement orientés sur des sites web références en la matière. Dans la suite de ce chapitre, les plus significatifs d'entre eux sont présentés.

4.3.2 Les patterns accessibles sur la toile

- <http://www.welie.com/patterns/index.php> (au 01/11/2007)

Martijn van Welie est actuellement Directeur du Design dans la société SATAMA où il dirige une équipe spécialisée en interaction et en design visuel. Assistant professeur de 2002 à 2004 à la Faculté des Sciences Informatiques d'Amsterdam, ses enseignements portaient sur le Web et les Groupware et ses recherches sur les Design Patterns. Il est une référence dans le domaine des patterns liés aux besoins utilisateur, aux applications et au design en général.

- <http://hillside.net/patterns/onlinepatterncatalog.htm> (au 01/11/2007)

Le Groupe Hillside est une société à but non lucratif encourageant les personnes à mettre en oeuvre des standards de programmation et de design. Ce site compte un nombre particulièrement important de « best practices ».

- <http://kettle.cs.berkeley.edu/ubicomp> (au 01/11/2007)

Ce site collaboratif est basé sur le principe du Wiki permettant aux personnes intéressées d'échanger, d'ajouter et de mettre à jour des données traitant des patterns dans le domaine ubiquitaire et l'informatique contextualisée.

4 Etude des formalismes et du concept de « pattern »

- <http://developer.yahoo.com/ypatterns/> (au 01/11/2007)

Ce site fait partie intégrante du « Yahoo !Developer Network » offrant des services web et des API pour faciliter la conception d'applications dédiées au web.

Bien qu'intéressant l'ensemble des patterns qui nous ont été présentés, ne répond pas entièrement à nos attentes liées à la réutilisation de modélisation de tâches et nous encourage ainsi à poursuivre les recherches. Nous en avons cependant tiré des enseignements très utiles quant à la conception et la cohérence des scénarii que nous désirons traiter par la suite.

Nous attirons cependant l'attention sur la difficulté d'utilisation de ces différents sites due à un classement parfois très difficile à appréhender et compliquant la recherche des informations.

4.3.3 Les patterns de tâche

Un autre axe exploratoire plus proche de nos besoins de modélisation est celui des « Patterns de tâche ». Ce concept introduit par [Breedvelt et al. 1997], est repris par Daniel Sinnig dans sa thèse « The complicity of patterns and model-based UI developpement » et intégré dans son « Pattern-Driven Model-Based Framework » [Sinnig 2004] dans le but de générer des interfaces (voir **Figure 11**).

D'après [Breedvelt et al. 1997], un pattern de tâche est utilisé comme une brique d'assemblage de tâches permettant de construire le modèle de tâche d'une application. Breedvelt ajoute que l'utilisation de tels patterns favorise la spécification des tâches et facilite leur lecture et leur compréhension. Sinnig complète cette définition en spécifiant qu'un pattern de tâche décrit les activités d'un utilisateur dans le but d'accomplir une action en particulier.

Afin de décrire les patterns de tâche qu'il utilise, Sinnig s'appuie sur le formalisme CTT (présenté précédemment) et propose une extension de ce dernier en introduisant un nouveau concept, permettant d'exprimer et d'en gérer les variations. Les **Figures 12 et 13** mettent en avant l'exemple du pattern login et d'une de ses variations issue de [Sinnig., 2004].

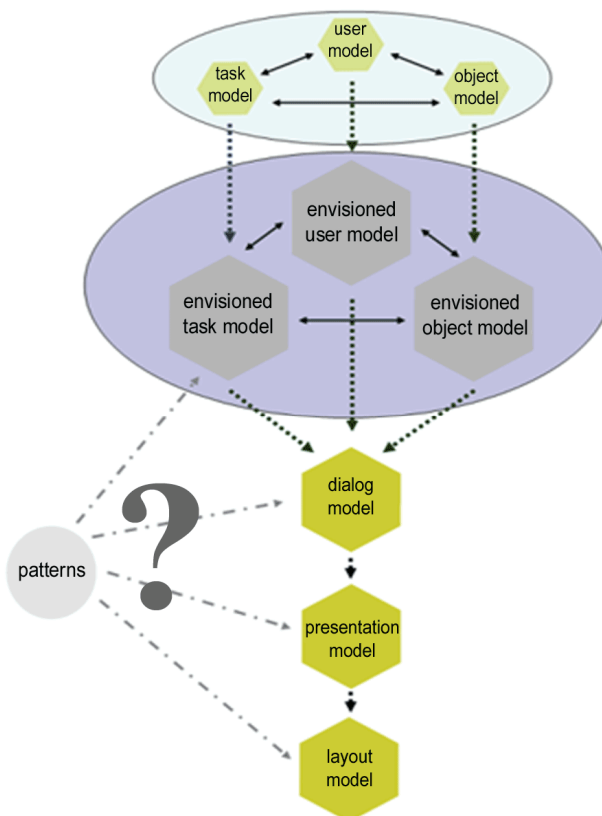


Figure 11 : Pattern-Driven Model-Based Framework d'après [Sinnig 2004].

4 Etude des formalismes et du concept de « pattern »



Figure 12 : Symbole d'un pattern de tâche [Sinnig 2004].

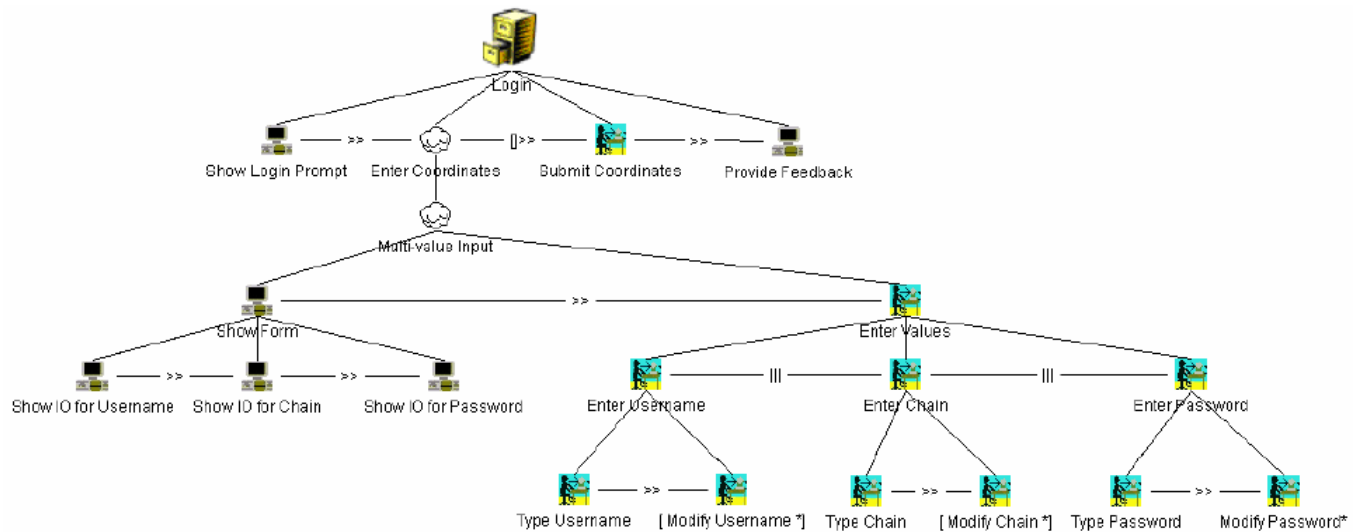


Figure 13 : Exemple de la variation du pattern de tâche « Login » issu de [Sinnig 2004].

Dans sa thèse, Sinnig définit très peu de patterns de tâche et uniquement en relation avec ses exemples ce qui ne nous apporte pas d'aide significative quant à leurs utilisations sur nos modélisations de tâches. Même si le concept de pattern de tâche se révèle très intéressant pour la conduite du projet, le reste de la démarche de Sinnig s'oriente vers la création d'interface ne correspondant ainsi plus à nos besoins concernant la « démarche de configuration de l'ordinateur porté ».

4.4 Bilan du chapitre

Dans ce chapitre nous avons établi un état de l'art et une comparaison des différents formalismes adaptés à nos besoins. Nous avons conclu cette étude en retenant le formalisme CTT et son éditeur CTTE simple d'accès et très répandu dans le monde scientifique. Ce choix introduisant le concept de réutilisabilité d'arbres de tâches déjà existants ou de formalisations susceptibles de faciliter notre approche, nous avons orienté nos recherches sur le concept de « pattern ». Au terme de l'ensemble des réflexions, nous avons pu resserrer le cadre du projet et fournir les outils nécessaires pour la suite du mémoire.

5 Les atomes d'interaction

Ce chapitre présente nos réflexions concernant le cœur de ce mémoire, à savoir la « démarche de configuration de l'ordinateur porté » permettant de déterminer les dispositifs d'interaction les plus adaptés au contexte d'une tâche applicative tout en minimisant leur nombre.

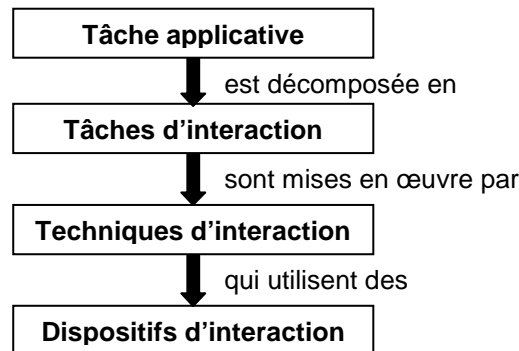


Figure 3 : Schéma global de décomposition.

Cette démarche, résumée dans la **Figure 3** et présentée en partie 2.8, est basée sur la décomposition de tâche applicative à l'aide de tâches et de techniques d'interaction jusqu'aux dispositifs d'interaction adaptés. Aspect essentiel de la démarche, l'élément technique d'interaction est considéré comme la primitive minimale d'une tâche d'interaction et par conséquent d'une tâche applicative. Les techniques d'interaction sont donc les constituants les plus fins d'une tâche applicative, que l'on ne peut plus décomposer sans prendre en compte les dispositifs rompant ainsi l'indépendance de la tâche vis-à-vis du contexte.

Cette décomposition suscite cependant de nombreuses questions. A savoir, qu'est-ce qu'une tâche applicative ? Une tâche d'interaction ? Une technique d'interaction et un dispositif d'interaction ? Est-ce que les techniques d'interaction peuvent être vraiment considérées comme primitives minimales d'une tâche d'interaction ? Existe-t-il un élément réellement atomique et indépendant des dispositifs pour les tâches applicatives et d'interaction ?

Tout au long de ce chapitre, l'objectif principal est d'étudier, et d'améliorer, cette démarche dans son ensemble afin d'en assurer la cohérence, son implication et utilisation dans le projet Help Me To Do.

Nous nous employons, dans un premier temps, à étudier et définir chaque étape de la démarche : les tâches applicatives, les tâches, les techniques et les dispositifs d'interaction en nous appuyant sur les connaissances scientifiques du domaine. Ce travail permet d'offrir une évolution du schéma global de décomposition de la démarche intégrant un nouveau composant indépendant des contextes et des dispositifs, que nous appelons « atome d'interaction » **Figure 20**.

Dans un second temps, nous analysons en détail les tâches d'interaction, retenues de l'étude précédente, en nous basant principalement sur les travaux de James D.Foley [Foley et al. 1984] et de David [David 2006]. Nous apprécions ainsi leurs pertinences et leurs exigences, avant de les réajuster si nécessaire et de déterminer les atomes d'interaction associés.

Nous concluons ce chapitre en dressant une liste aussi exhaustive que possible des tâches d'interaction revues et corrigées et des atomes d'interaction déterminés.

5.1 Description et définition des composants de « la démarche de configuration de l'ordinateur porté »

5.1.1 Les tâches applicatives

Une tâche applicative est pour nous issue de l'analyse du cahier des charges. Ces tâches sont liées aux besoins des utilisateurs et ne sont aucunement standardisées quant à leur nom, leur contenu, etc... Nous en fournissons la définition suivante retenue pour la suite de l'étude :

Une tâche applicative est une tâche telle qu'exprimée par les futurs utilisateurs. Il s'agit donc de tâches que les utilisateurs voudront accomplir. Ces tâches peuvent être multiples et variées et ne sont aucunement standardisées. Une tâche applicative peut être décomposée en une suite de tâches d'interaction.

5.1.2 Les tâches d'interaction

Le concept de « Tâche d'interaction » trouve historiquement ses origines dans les systèmes d'entrées logiques de la norme GKS [Bertrand 1985], des dispositifs logiques d'entrée de la norme PHIGS [Phigs 1989] ou des modèles de la norme OSF/Motif [OSF/Motif Style Guide Revision 1.0 1989] (voir Annexe 1). Mais c'est dans l'article de James D. Foley et al. « *The human Factors of Computer Graphics Interaction Techniques* » [Foley et al. 1984] qu'elles prennent vraiment corps pour la première fois. James D. Foley en détermine 6 différentes : Sélection, Position, Orientation (Orient), Chemin (Path), Quantifier (Quantify) et Saisie de texte (Text Input). Taxonomie de dispositifs obsolètes pour certains [Dragicevic 2004], elles sont cependant un bon point de départ pour notre étude concernant la décomposition de tâches applicatives en tâches d'interaction.

Afin de poursuivre cette analyse plus avant, il est essentiel de définir ce qu'est, une tâche d'interaction. Pour ce faire, nous nous inspirons de la définition de Foley [Foley et al. 1984] modifiée et complétée en fonction de nos attentes.

Une tâche applicative peut être décomposée en une suite de tâches d'interaction basiques minimales indépendantes des contextes d'utilisation et des dispositifs d'interaction. Ces tâches d'interaction forment les blocs ou briques de construction standardisés permettant de construire des tâches applicatives de plus haut niveau. Elles sont orientées utilisateur et sont les unités d'action primaires que l'utilisateur peut percevoir et appréhender dans la décomposition d'une tâche applicative et la description des actions utilisateur la composant.

5.1.3 Les techniques d'interaction

Les définitions et les utilisations des techniques d'interaction au sein de la communauté scientifique, sont assez nombreuses. Il en existe cependant deux interprétations intéressantes, entrant dans le cadre de la « démarche de configuration de l'ordinateur porté », que nous présentons et commentons dans ce paragraphe, avant de mettre en avant celle que nous choisissons pour l'étude.

5.1.3.1 Les techniques d'interaction de James D. Foley

Techniques d'interaction parmi les plus connues et utilisées aujourd'hui, les techniques d'interaction de Foley permettent de mettre en application les tâches d'interaction choisies précédemment et découlent en droite ligne de son article « *The human Factors of Computer Graphics Interaction Techniques* » [Foley et al. 1984]. Pour Foley, chaque technique d'interaction ouvre sur l'utilisation d'un ou plusieurs dispositifs d'interaction et peut mettre en application une ou plusieurs tâches d'interaction. Les techniques d'interaction de Foley ne sont par conséquent pas considérées comme indépendantes des dispositifs d'interaction.

Les Figures 14, 15, 16, 17 et 18 présentent l'ensemble des techniques d'interaction de Foley classées en fonction des tâches d'interactions précédentes et tirées de l'article « *The human Factors of Computer Graphics Interaction Techniques* ».

5 Les atomes d'interaction

Pour une meilleure compréhension, les techniques d'interaction de Foley apparaissent encadrées afin de faciliter leur reconnaissance.

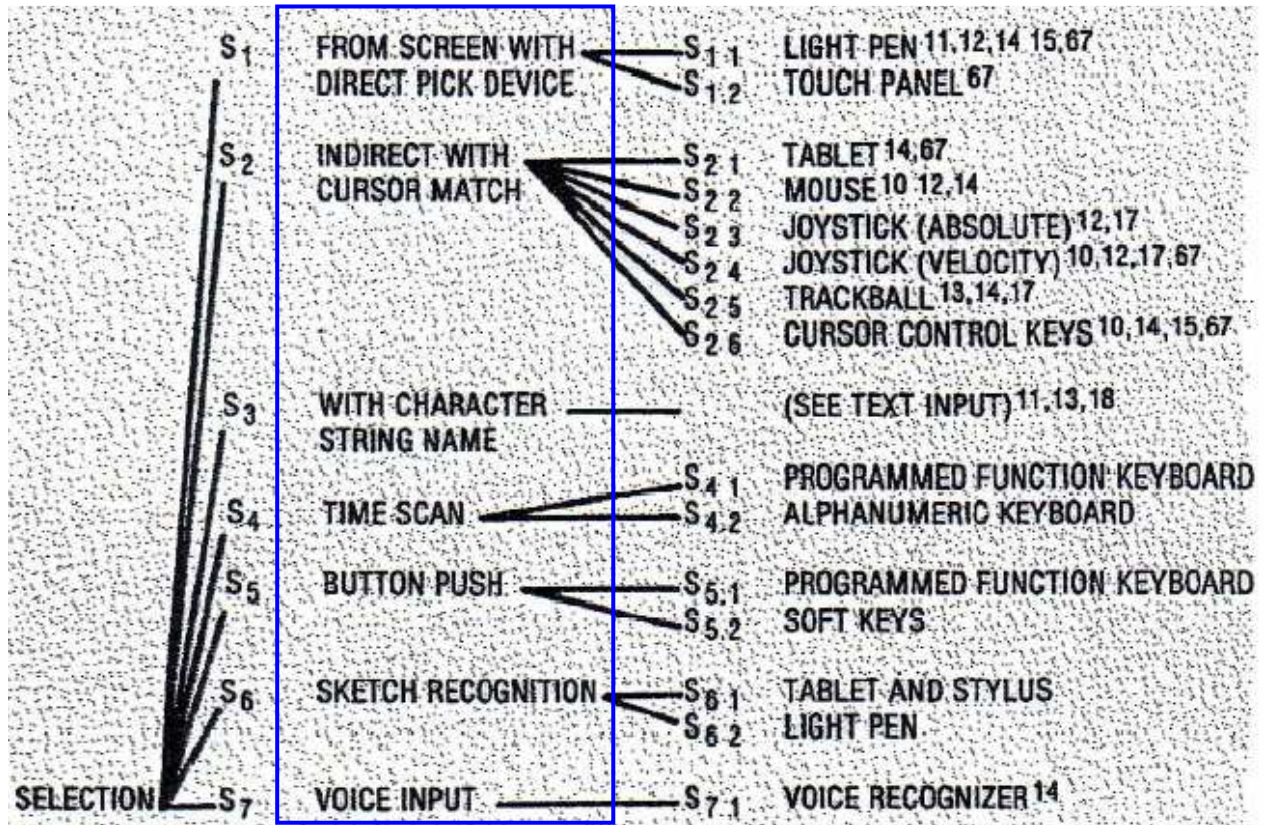


Figure 14 : Tâche d'interaction « SELECTION » et techniques d'interaction associées.

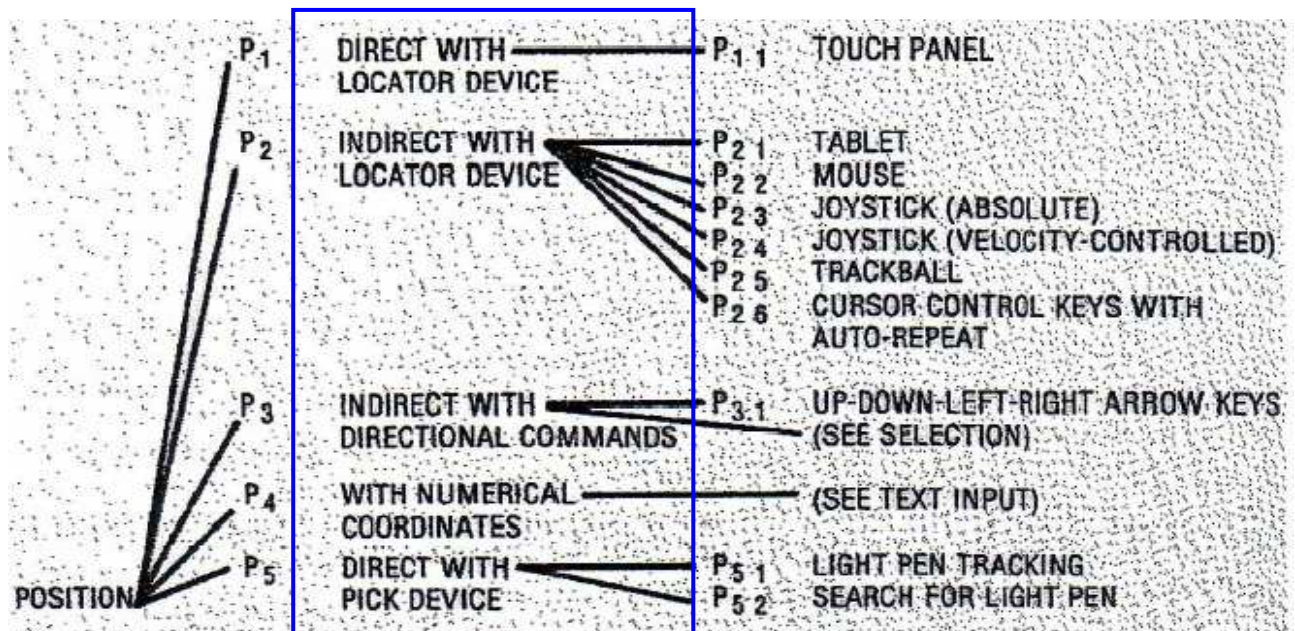


Figure 15 : Tâche d'interaction « POSITION » et techniques d'interaction associées.

5 Les atomes d'interaction

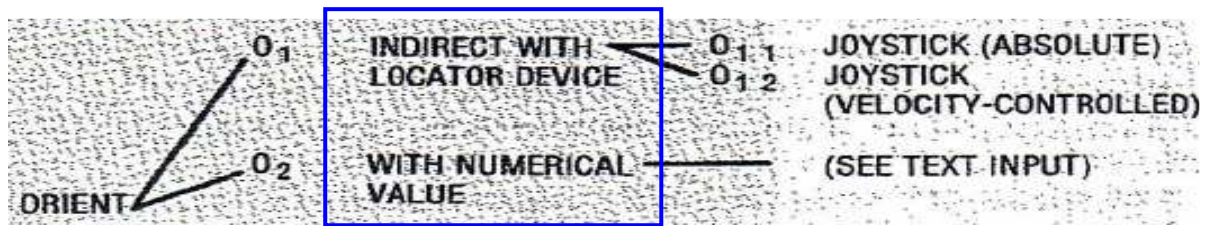


Figure 16 : Tâche d'interaction « ORIENTATION » et techniques d'interaction associées.

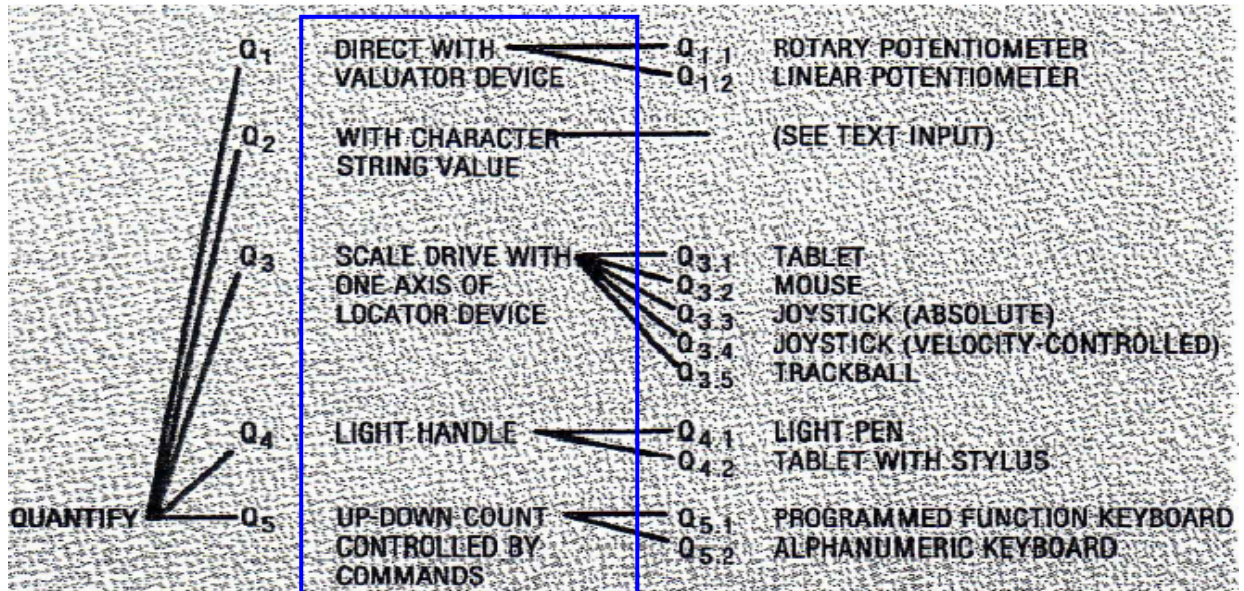


Figure 17 : Tâche d'interaction « QUANTIFIER » et techniques d'interaction associées.

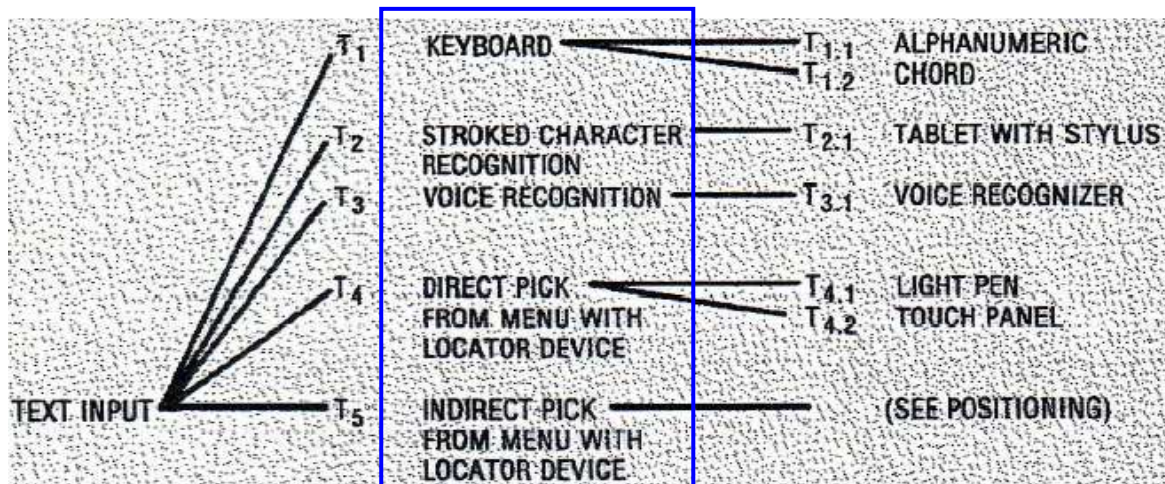


Figure 18 : Tâche d'interaction « SAISIE DE TEXTE » et techniques d'interaction associées.

Les techniques d'interaction associées à la tâche d'interaction « CHEMIN » (Path) ne sont pas présentées, ces dernières étant basées, d'après Foley, sur les techniques d'interaction des tâches d'interaction POSITION et ORIENTATION.

5.1.3.2 Les techniques d'interaction de Bertrand David

Les techniques d'interaction de David [David 2006] sont inspirées des standards graphiques tels GKS [Bertrand 1985], PHIGS [Phigs 1989] et des « case typical interaction techniques » de l'article de Foley « *The human Factors of Computer Graphics Interaction Techniques* » [Foley et al. 1984]. A l'opposé de Foley, David considère les techniques d'interaction comme indépendantes des contextes d'utilisation et des dispositifs d'interaction. Ce concept d'indépendance rejoint la « démarche de

5 Les atomes d'interaction

configuration de l'ordinateur porté », **Figure 3**, et est donc particulièrement intéressant pour notre étude justifiant que nous nous attardions sur la présentation des techniques d'interaction de David et leurs logiques. Synthétisées dans son cours sur les techniques et les tâches d'interaction, elles sont au nombre de 4 :

- **Menu** : indique le choix d'une action ;
- **Valeurs** : introduit la notion de saisie de valeurs alphanumériques ;
- **Coordonnées** : pour la collecte de coordonnées dans l'élaboration de dessin ;
- **Identification** : dont le but est la désignation d'objets.

Au travers de ces 4 techniques d'interaction, David établit un classement de « cas de concrétisation » et ce par dispositifs d'interaction. David accompagne sa taxonomie d'évaluation ergonomique des différents « cas de concrétisation » en rapport avec les dispositifs d'interaction.

La **Figure 19** introduit la classification de David, les « cas de concrétisation » étant encadrés pour une meilleure compréhension.

Dispositif	Identification	Menu	Valeurs	Coordonnées
Clavier a-numérique	Saisie du nom de l'élément Guidage d'un symbole <i>Peu utilisé</i>	Saisie du nom de l'item Fastidieux	Saisie de la valeur Moyen habituel	Saisie de coordonnées Fastidieux
Clavier de fonctions	Guidage d'un symbole par touches directionnelles Inapproprié	Une touche – un item Excellent	Valeurs prédéfinies Seulement <i>Possible</i>	Guidage d'un symbole par touches directionnelles <i>Peu commode</i>
Souris	Désignation par pointage indirect Excellent	Désignation par sélection Excellent Reconnaissance du geste	Désignation sur un clavier virtuel ou dans une zone de valeurs prédéfinies	Saisie point par point ou en continu Excellent

Dispositif	Identification	Menu	Valeurs	Coordonnées
Ecran tactile	Désignation par pointage direct Excellent	Désignation par sélection Excellent Reconnaissance du geste <i>Peu utilisé</i>	Désignation sur un clavier virtuel ou dans une zone de valeurs prédéfinies <i>Peu pratique</i>	Saisie point par point ou en continu Approprié, précis mais proportionnel
Tablette	Désignation par pointage indirect Excellent	Désignation par sélection Excellent Reconnaissance du geste <i>Peu utilisé</i>	Désignation sur un clavier virtuel ou dans une zone de valeurs prédéfinies <i>Peu pratique</i>	Saisie point par point ou en continu Approprié, précis et exact
Manche à balai	Désignation par pointage indirect Excellent	Désignation par sélection Excellent Reconnaissance du geste Fastidieux	Désignation sur un clavier virtuel ou dans une zone de valeurs prédéfinies Fastidieux	Saisie point par point ou en continu Approprié

Figure 19 : Technique d'interaction de DAVID et dispositif d'interaction associés.

Sur la base de ces deux visions, on constate que les techniques d'interaction de David se situent clairement un cran au dessus des techniques d'interaction de Foley. Force est de constater que le

5 Les atomes d'interaction

concept d'indépendance des techniques d'interaction de David par rapport aux contextes d'utilisation et aux dispositifs d'interaction rejoint pleinement le cadre de la « démarche de configuration de l'ordinateur porté ». Cependant, dans son cours, David ne fait pas apparaître la liaison entre ses propres techniques d'interaction et les tâches d'interaction empruntées à Foley, ce qui complique considérablement leurs utilisations.

5.1.3.3 Définition globale et choix des techniques d'interaction

Afin de clarifier notre position par rapport aux différentes perceptions de ce que peuvent être les techniques d'interaction, nous nous accordons sur la définition proposée par Foley [Foley et al. 1990] et complétée par Pierre Dragicevic [Dragicevic 2004]. A savoir : « *Une technique d'interaction décrit la manière de se servir d'un dispositif d'entrée pour accomplir une tâche sur l'ordinateur. Par exemple, un fichier peut être supprimé à la souris, soit à l'aide d'un menu contextuel, soit par glisser-déposer dans la corbeille. En pratique, une technique d'interaction transforme, interprète des données et produit le feedback nécessaire à l'utilisateur. Les techniques d'interaction sont le plus souvent caractérisées de façon abstraite et générique : par exemple, le menu contextuel et le glisser-déposer ne sont pas particulièrement liés à un dispositif spécifique, ni à la tâche spécifique de suppression de fichiers.* »

En s'appuyant sur cette définition, nous retenons qu'« *une technique d'interaction décrit la manière de se servir d'un dispositif d'entrée pour accomplir une tâche sur l'ordinateur* ». Par delà nous pouvons ainsi valider que les techniques d'interaction ne sont pas indépendantes des dispositifs d'interaction et par conséquent des contextes d'utilisation dont dépend leur choix. Parmi les deux perceptions précédentes des techniques d'interaction (paragraphes 5.4.1 et 5.4.2) celles de Foley sont les plus adaptées à notre définition. En effet, la plupart d'entre elles sont dépendantes de groupe de dispositifs. C'est typiquement le cas de la technique d'interaction « Voice input » qui ne peut s'opérer que via certains dispositifs spécifiques.

Au terme de notre démonstration, nous ne retenons pas les techniques d'interaction de David comme techniques d'interaction au sens strict de la définition choisie et de la « démarche de configuration de l'ordinateur porté ».

5.1.4 Dispositifs d'interaction

L'objectif de la démarche étant de permettre de décomposer une tâche applicative en une suite d'éléments interactifs et calculatoires afin de déterminer les dispositifs d'interaction les plus adaptés, nous retenons la définition suivante :

Un dispositif d'interaction représente toutes les formes de dispositifs physiques tant existants qu'ad hoc, tant portés que non-portés tant ubiquitaires que non-ubiquitaires.

Un dispositif d'interaction peut dès lors être de nature très diverse englobant les lunettes à écran opaque intégré ou de type « see-through » en passant par les gants numériques, les claviers alphanumériques physiques ou virtuels ou les différents types de souris ou de joysticks etc.

5.2 Réflexions et amélioration de la « démarche de configuration de l'ordinateur porté »

En fonction de l'analyse des composants de la démarche et des définitions précédentes, nous dressons le récapitulatif suivant :

- Les tâches d'interaction les plus conformes, dans leur logique, à nos attentes sont celles de James D. Foley que nous prenons donc en référence pour notre étude, à savoir : **SELECTION, POSITION, ORIENTATION, CHEMIN, QUANTIFIEUR et SAISIE de TEXTE** ;

5 Les atomes d'interaction

- Il a été aussi démontré que le composant « techniques d'interaction » n'est par définition pas indépendant des dispositifs d'interaction et des contextes d'utilisation. Cette analyse a permis de retenir les techniques d'interaction de Foley, associées aux tâches d'interaction du même auteur, comme les plus adaptées à ce critère :

SELECTION : From screen direct pick, Indirect locator, Time scan, Button push, Sketch recognition, Voice input,... **Figure 14**

POSITION : Direct with locator device, Indirect with locator device,... **Figure 15**

ORIENTATION (Orient) : Indirect with locator device, with numerical value. **Figure 16**

CHEMIN (Path) : basé sur les techniques d'interaction des tâches d'interaction POSITION et ORIENTATION.

QUANTIFIER (Quantify) : Direct with valuator device, with character string value, **Figure 17**

SAISIE de TEXTE (Text input) : Keyboard, Stroked character, Direct Pick,... **Figure 18**

Au terme de ce récapitulatif, nous relevons quelques remarques et observations concernant la « démarche de configuration de l'ordinateur porté ».

Tout d'abord, même si les tâches d'interaction de Foley semblent être, dans leur logique, les plus pertinentes en rapport avec nos critères de décomposition, une brève lecture de leur description révèle qu'il n'est pas si simple de les utiliser. Foley associe en effet à chacune de ses tâches d'interaction des exigences propres qui caractérisent selon lui leur utilisation :

- **SELECTION** : la taille de l'ensemble dans lequel doit s'opérer la sélection, si ce dernier est fixe ou, son étendue si sa taille est variable ;
- **POSITION** : position continue ou discrète dans un espace de dimension 1, 2 ou 3 ;
- **ORIENTATION** : les exigences sont les mêmes que pour la tâche d'interaction POSITION et les dimensions peuvent être remplacées par le terme « degrés de liberté » ;
- **CHEMIN** : le nombre maximum de positions ou d'orientations, l'intervalle entre chaque élément du « Chemin », la dimension : 2-D ou 3-D, tracé continu ou discret, la résolution et le type POSITION, ORIENTATION ou les deux ;
- **QUANTIFIER** : la résolution exprimée comme le nombre d'unités possibles et le mode de saisie continu ou discret ;
- **SAISIE de TEXTE** : la taille de l'ensemble des caractères possibles, la longueur maximum de la chaîne de caractères à saisir par l'utilisateur dans l'espace réservé.

Dans son article, Foley explique en détail ces exigences mais ne précise en rien comment les considérer afin de déterminer les bonnes techniques d'interaction et pointer les dispositifs d'interaction les plus appropriés. Ce fait pose quelques problèmes et oblige à s'intéresser à la pertinence de ces exigences pour les comprendre, appréhender la manière de s'en servir et éventuellement les redéfinir.

Dans un autre registre, nous ajoutons que les tâches d'interaction de Foley sont historiquement liées au domaine de la CAO et donc uniquement basées sur l'interaction graphique. Notre étude évoluant dans un contexte multimodal [Vigouroux et al. 1996], nous estimons nécessaire de vérifier si l'ensemble des tâches, des techniques et des dispositifs d'interaction de Foley peuvent être intégrées à une réflexion englobant plusieurs modalités tant en sortie qu'en entrée et dans un contexte plus important que la CAO. Dans ce cadre, nous considérons les tâches d'interaction de Foley comme incomplètes, voire sur certains points inadaptées, et estimons approprié de les redéfinir pour les réajuster si besoin est.

Nous ajoutons un dernier point concernant l'organisation de la démarche. Au début de ce chapitre, nous avons précédemment mis en avant que les techniques d'interaction, aspect essentiel de la démarche, étaient considérées comme les primitives minimales d'une tâche d'interaction, et par conséquent d'une tâche applicative, indépendantes des contextes d'utilisation et des dispositifs d'interaction. A l'alinéa 5.1.3.3 il a cependant été démontré que choisir une technique d'interaction

5 Les atomes d'interaction

conduit irrémédiablement à choisir un groupe de dispositifs, ce qui recule définitivement le choix des techniques d'interaction comme partie minimale et indépendante des contextes d'utilisation et des dispositifs d'interaction.

En résumé, et pour les raisons évoquées plus haut, nous concluons que les tâches d'interaction de Foley sont trop axées sur l'interaction graphique et pas assez complètes dans leurs descriptions tant au niveau de leurs définitions qu'au niveau de leurs exigences. Dans l'état, elles sont donc inadaptées à une utilisation dans un arbre de décomposition de tâche applicative sans une étude approfondie de chacune d'entre elles.

A ce stade de nos investigations, et en fonction de ces analyses, nous pensons qu'un élément manque entre les tâches d'interaction et la partie dépendante des contextes et des dispositifs contenant les techniques d'interaction et les dispositifs d'interaction. Ce chaînon manquant doit être l'élément d'une tâche d'interaction le plus fin, non décomposable et indépendant des contextes d'utilisation et des dispositifs d'interaction. Nous nommons donc « Atome d'interaction » cet élément en référence à ces caractéristiques et à la définition physique d'un atome. Dans le schéma de la **Figure 20** nous résumons cette nouvelle vision de la « démarche de configuration de l'ordinateur porté ».

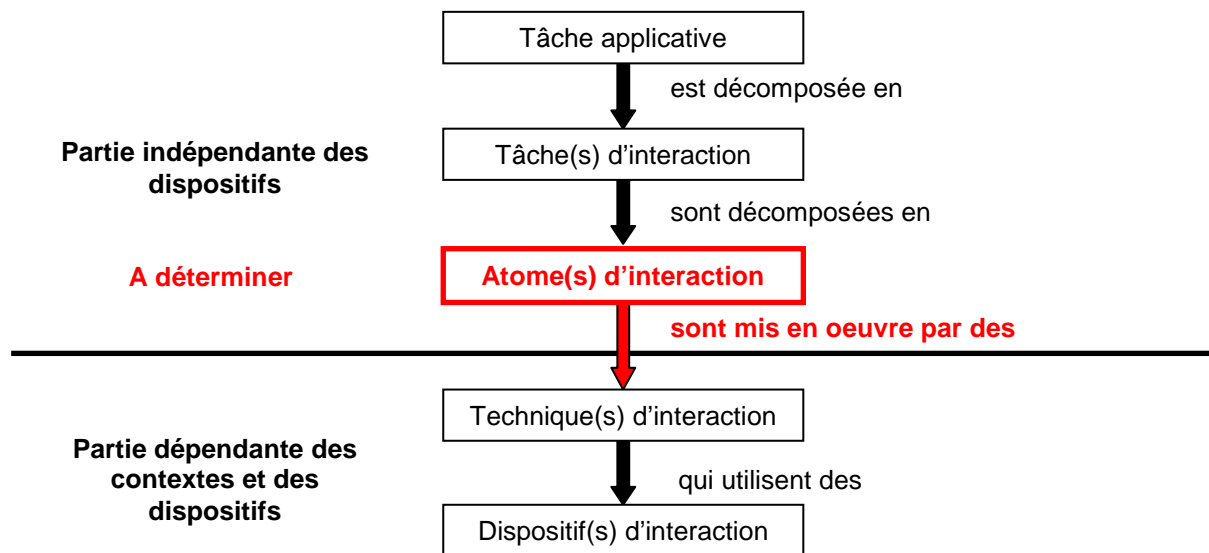


Figure 20 : Evolution du schéma global de décomposition.

Nous venons d'introduire, le besoin d'un niveau « Atome(s) d'interaction » dont nous ne connaissons pas encore la forme ni les propriétés. Afin de vérifier la cohérence de cette théorie nous allons œuvrer à les rechercher et les déterminer.

Dans ce but, nous considérons que les atomes d'interaction sont l'élément d'une tâche d'interaction le plus fin, non décomposable et indépendant des contextes d'utilisation et des dispositifs d'interaction. Nous partons donc de l'hypothèse que les atomes d'interaction sont les composants des tâches d'interaction et sont accessibles au travers de ces dernières.

Dans la suite du mémoire notre objectif est de décomposer les tâches d'interaction de Foley jusqu'à leurs plus bas niveaux possibles, indépendants des techniques d'interaction des contextes d'utilisation et des dispositifs d'interaction. Dans ce but, nous analysons en détail leurs descriptions pour en déterminer des exigences cohérentes susceptibles de servir de critères de décomposition permettant d'identifier ces mêmes niveaux.

Nous tentons ensuite de raccrocher les techniques d'interaction les plus adaptées à chaque niveau, parmi celles proposées par Foley, pour chaque tâche d'interaction étudiée. En dernier lieu, nous faisons appel aux techniques d'interaction de David, indépendantes des dispositifs d'interaction et des

5 Les atomes d'interaction

contextes d'utilisation, afin de s'en inspirer et déterminer les éléments nécessaires pouvant remplir le rôle d'atome d'interaction et englober les techniques d'interaction de Foley.

Nous synthétisons l'ensemble de notre approche dans les 5 points suivants :

1. Analyse détaillée de chaque tâche d'interaction de Foley en nous laissant la liberté d'en modifier le nombre, les caractéristiques et les exigences suivant leurs pertinences et nos propres réflexions.
2. Décomposition de chacune des tâches d'interaction de Foley suivant les exigences retenues pour en dégager les plus bas niveaux possibles, indépendants des techniques d'interaction, des contextes d'utilisation et des dispositifs d'interaction.
3. Pour chacun des niveaux identifiés, nous tentons de raccrocher les techniques d'interaction de Foley les plus adaptées parmi celles de la tâche d'interaction étudiée.
4. Nous faisons ensuite appel aux techniques d'interaction de David les plus à même d'englober les techniques d'interaction de Foley retenues et de servir d'atome d'interaction.
5. En dernier ressort nous proposons, par niveau, un bilan et un ou des atomes d'interaction de notre propre cru en rapport avec nos attentes et travaux.

L'ensemble de cette stratégie permet d'identifier les éléments nécessaires pouvant remplir le rôle d'atomes d'interaction.

5.3 Analyse détaillée de la tâche d'interaction SELECTION

5.3.1 Hypothèses et définitions

Concernant cette tâche d'interaction, Foley, [Foley et al. 1984] page 21,25-31, fournit une définition que nous reprenons en partie : « L'utilisateur opère une sélection dans un ensemble d'alternatives. L'ensemble peut être un groupe de commandes ou une collection d'entités composant l'interface d'une application ».

Les exigences dégagées par ce dernier pointent :

- la taille de l'ensemble, dans lequel doit s'opérer la sélection, si ce dernier est fixe ou,
- son étendue si sa taille est variable

Ces informations, assez floues, ne répondent pas vraiment à nos attentes. Nous nous tournons dès lors vers la norme graphique OSF/Motif [OSF/Motif Style Guide Revision 1.0 1989] et son modèle de sélection (Annexe 1) proposant plusieurs cas possibles :

- « Sélection d'un objet simple »;
- « Sélection d'une plage d'objet »;
- « Sélection d'objet additionnel (non contigus) incluant des plages multiples » ;
- « Désélection d'un objet additionnel ».

Une analyse rapide permet de retenir les cas d'OSF/Motif comme axe d'étude. En effet, ces exigences permettent de dégager une analyse particulière. A savoir : sélectionner quoi et dans quoi ? Que s'agit-il de sélectionner : un seul objet entre deux, un seul objet dans un ensemble d'objets, plusieurs objets dans un ensemble d'objets ?

A ce niveau de l'étude nous « rebaptisons » la tâche d'interaction SELECTION en **SÉLECTION d'entité(s)** et posons la définition de l'hypothèse suivante, se voulant fédératrice de nos attentes et permettant de poursuivre la décomposition :

5 Les atomes d'interaction

La tâche d'interaction SÉLECTION d'entité(s) représente l'action de sélectionner une entité isolée (Sélection simple) ou dans un ensemble d'entités, ou bien de sélectionner un ensemble d'entités contiguës ou non contiguës. Les entités n'étant pas forcément de même nature et leur nombre fixe ou variable.

En faisant référence à cette définition et aux exigences et contraintes de la tâche d'interaction « SÉLECTION d'entité(s) », on déduit le schéma récapitulatif suivant :

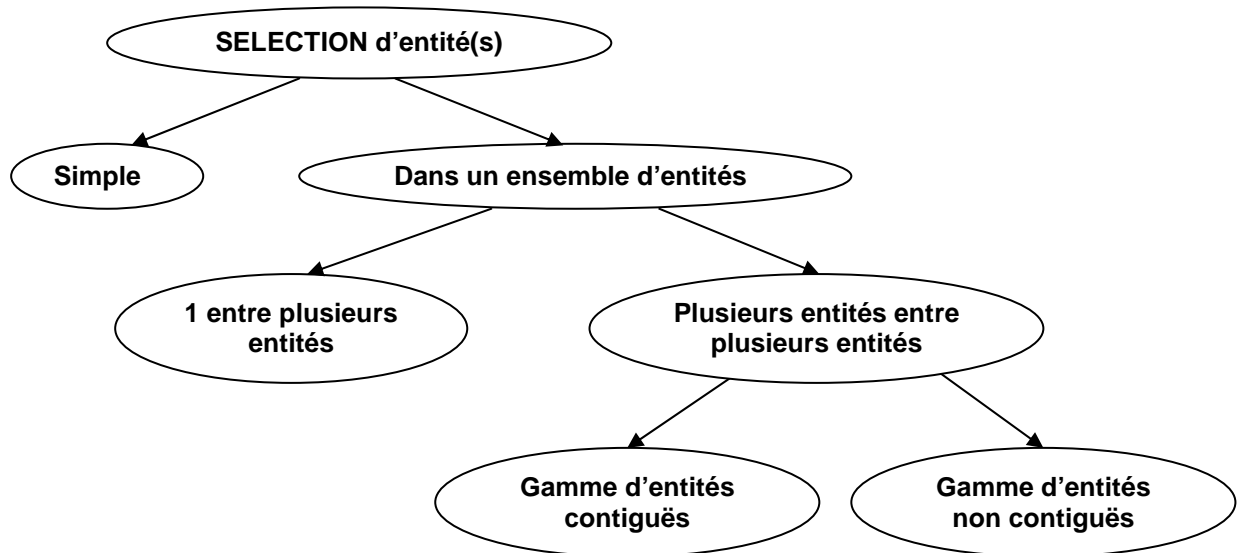


Figure 21 : Schéma récapitulatif de la tâche « SÉLECTION d'entité(s) ».

Remarque : au travers de ce schéma, nous souhaitons suivre une logique de décomposition de la tâche SÉLECTION d'entité(s) en fonction du besoin utilisateur et pas en fonction d'un contexte ou d'une plasticité quelconque. Nous ne cherchons donc pas, pour le moment, à déterminer des exemples concrets possibles pour chaque branche de l'arbre résultant.

Sur la base de ce schéma, la décomposition de la tâche « SÉLECTION d'entité(s) » à l'aide du formalisme CTT [Mori et al. 2002], Figure 22, met en évidence les plus bas niveaux suivants :

- « Sélection Simple » ;
- « Atteindre emplacement de l'entité / Atteindre emplacement de l'entité départ » ;
- « Sélection en une seule fois » ;
- « Mode sauvegarde sélection précédente » (niveau spécial que nous jugeons nécessaire d'explicitier en détail).

En s'appuyant sur ces premières constatations, nous poursuivons nos développements afin de déterminer les atomes d'interaction possible pour chacun de ces mêmes niveaux. Pour ce faire, nous tentons dans un premier temps de raccrocher les techniques d'interaction les plus adaptées parmi celles proposées par Foley avant de faire appel aux techniques d'interaction de David les plus à même d'englober les techniques d'interaction de Foley (voir partie 5.2).

Cette stratégie permet ainsi d'identifier les éléments nécessaires pouvant remplir le rôle d'atome d'interaction.

5.3.2 Formalisation CTT pour la tâche SÉLECTION d'entité(s)

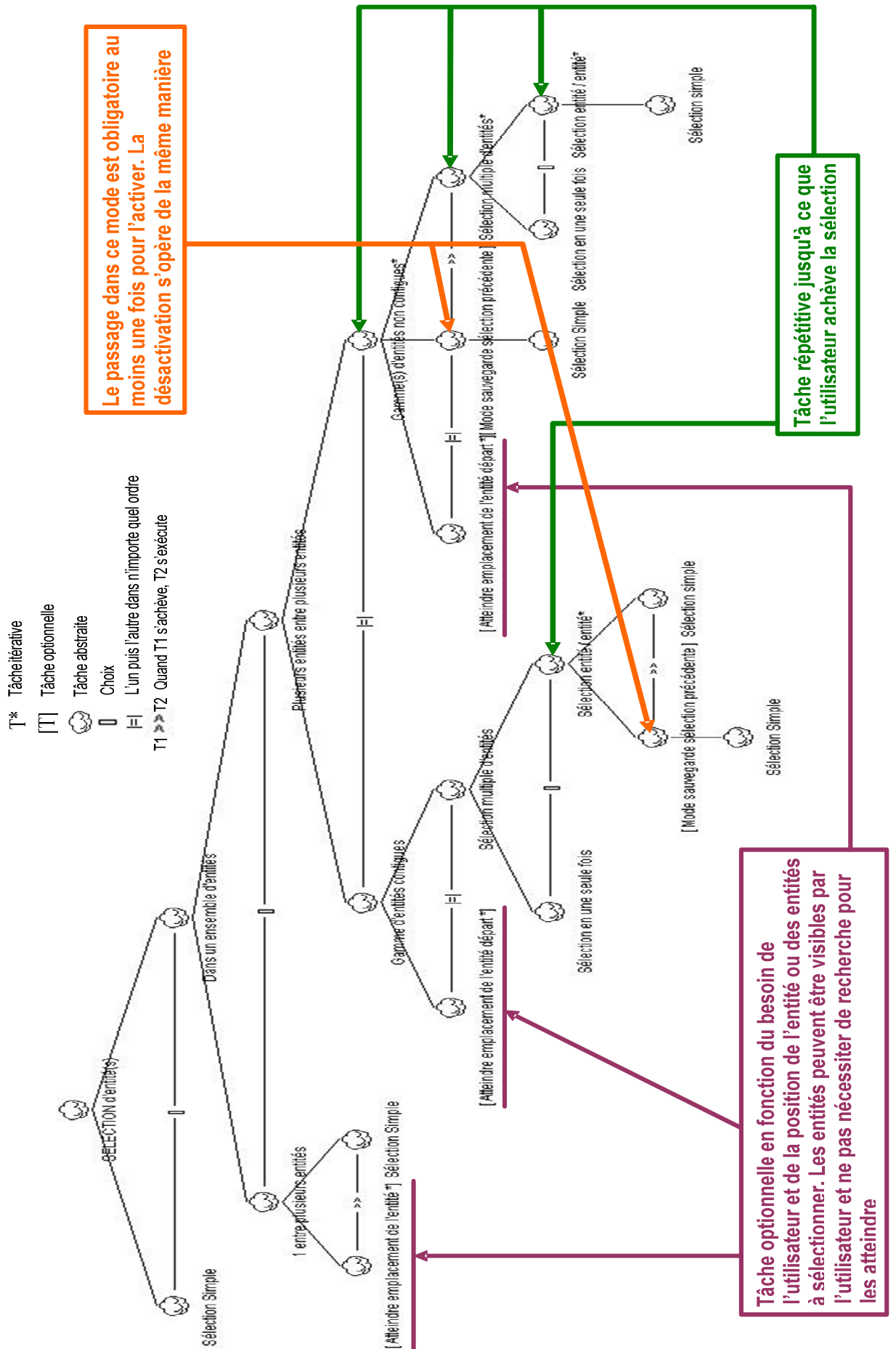


Figure 22 : Formalisation CTT pour la tâche « SÉLECTION d'entité(s) ».

5 Les atomes d'interaction

5.3.3 Niveau « Sélection simple »

Par « Sélection simple » on entend, la sélection d'une seule entité à un instant donné.

5.3.3.1 Les techniques d'interaction de Foley associées

En se basant sur les techniques d'interaction de Foley de la tâche d'interaction SÉLECTION, la « sélection simple » peut s'opérer de multiples manières :

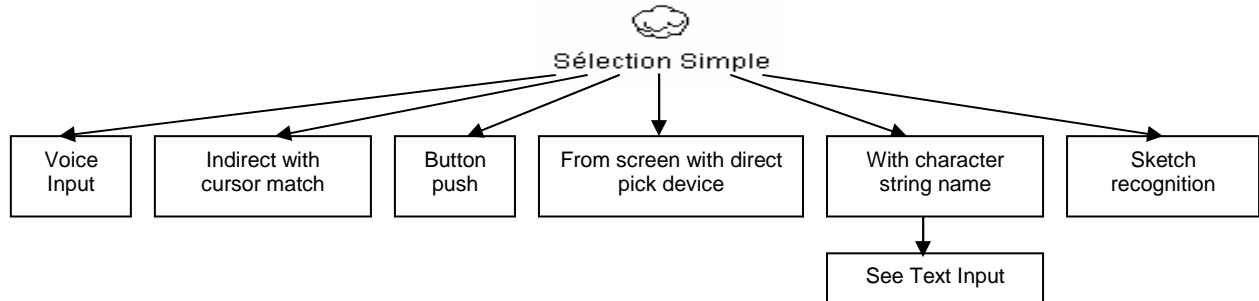


Figure 23 : Niveau « Sélection simple » et techniques d'interaction de Foley associées.

Remarque : Foley faisant intervenir un renvoi sur la tâche d'interaction SAISIE de TEXTE, nous restons donc momentanément fidèle à son découpage et le répercutons dans la suite du mémoire. Nous signalons cependant que l'étude de la tâche d'interaction SAISIE de TEXTE n'étant pas encore intervenue, nous n'allons pas plus loin dans l'analyse.

5.3.3.2 Les techniques d'interaction de David associées

Concernant les techniques d'interaction de la taxonomie de David, la sélection simple peut s'opérer par l'« Identification ».

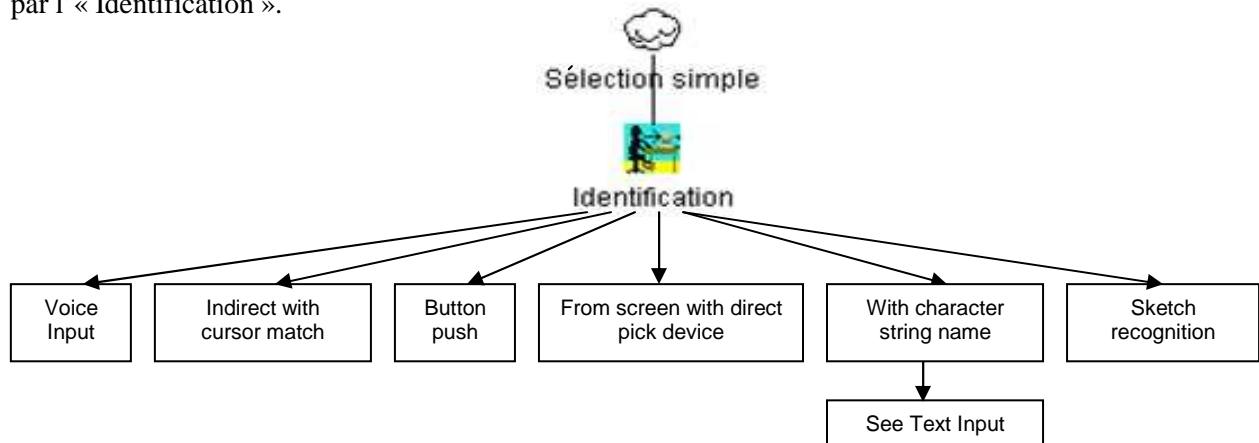


Figure 24 : Niveau « Sélection simple » et techniques d'interaction de David et Foley associées.

5.3.3.3 L'atome d'interaction « Identification »

A ce stade du projet, la technique d'interaction « Identification » de David semble être l'« Atome d'interaction » le plus approprié pour le niveau « Sélection Simple ». C'est donc ce dernier que nous retenons.

5.3.4 Niveau « Atteindre emplacement de l'entité » / « Atteindre emplacement de l'entité départ »

Dans le cadre d'une sélection d'entité entre plusieurs autres, la décomposition de la Figure 22 nous a naturellement conduit à faire apparaître le besoin nécessaire d'atteindre l'emplacement de l'entité à sélectionner ou de la première entité d'une gamme contiguë ou non contiguë.

Il s'agit, dans ce paragraphe, de prendre en compte ce besoin pour offrir à l'utilisateur une possibilité de « Navigation » au cas où l'entité ne serait pas visible, atteignable du premier coup ou bien que son identité soit inconnue de l'utilisateur.

5 Les atomes d'interaction

Nous ajoutons que ce niveau est optionnel pour les raisons évoquées ci-dessus : visibilité, atteignabilité, connaissance ou non de l'entité cible. Nous justifions d'autant plus le choix de rendre ce niveau optionnel en considérant :

- que le nombre d'entités peut être variable en fonction de leur enrichissement ;
- que la plasticité des interfaces peut amener à créer, en fonction des dispositifs, des hiérarchies de sous-ensembles d'entités obligeant à une « Navigation » de l'utilisateur pour atteindre l'entité cible.

5.3.4.1 Les techniques d'interaction de Foley associées

En se référant aux techniques d'interaction de Foley, les niveaux « Atteindre emplacement de l'entité » et « Atteindre emplacement de l'entité départ », répondant au besoin de « Navigation », ne sont pas clairement explicités.

On retient cependant à titre d'exemple la technique d'interaction « Time scan », [Foley et al. 1984] pages 21, 30, permettant de faire défiler automatiquement les entités pour aider l'utilisateur à atteindre et sélectionner l'entité souhaitée. Nous précisons que nous ne retenons de cette technique d'interaction que la partie « défilement », la partie « sélection » ne nous intéresse pas car traitée par une autre branche de l'arbre de décomposition de la tâche d'interaction « SELECTION d'entité(s) » **Figure 22**. Dans le même registre, on peut aussi s'inspirer de la technique d'interaction « Indirect with Cursor match », [Foley et al. 1984] pages 21, 28, faisant référence au dispositif de localisation. Pour cette technique d'interaction, nous ne retenons cependant que la partie permettant d'atteindre l'entité, la partie « sélection », là encore, ne nous intéressant pas.

Nous nous contentons donc seulement de citer ces deux techniques d'interaction comme exemples offrant en partie une solution à nos attentes.

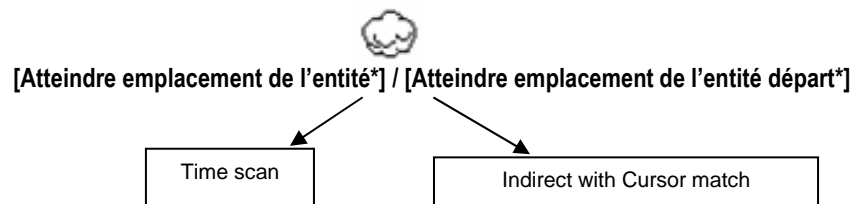


Figure 25 : Niveau « Atteindre emplacement de l'entité / Atteindre emplacement de l'entité départ » et techniques d'interaction de Foley associées.

Il est bien évident qu'une réponse partielle n'est ici absolument pas suffisante, mais permet de constater que Foley n'a pas clairement pris le besoin de « Navigation » en compte et n'offre pas de techniques d'interaction adaptées.

5.3.4.2 Les techniques d'interaction de David associées

En poursuivant notre approche, nous nous tournons vers les techniques d'interaction de la taxonomie de David. Cette étude complémentaire n'apporte cependant aucune technique d'interaction susceptible de répondre aux besoins de navigation.

5.3.4.3 L'atome d'interaction « Navigation »

En conclusion de l'étude sur les niveaux « Atteindre emplacement de l'entité / Atteindre emplacement de l'entité départ », nous n'avons pas identifié au travers de Foley ou de David de réelle possibilité de réponse quant à un atome d'interaction possible.

Nous proposons par conséquent, d'introduire un nouvel atome d'interaction en la notion de « Navigation » consistant à naviguer, à se déplacer dans un ensemble d'entités.

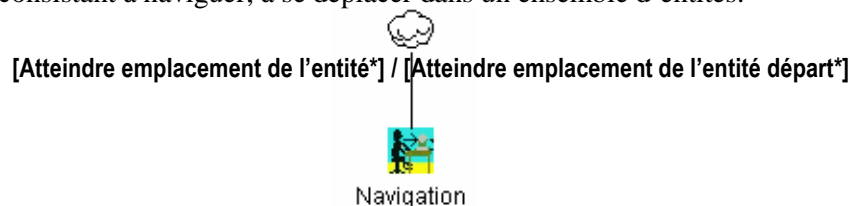


Figure 26 : Niveau « Atteindre emplacement de l'entité / Atteindre emplacement de l'entité départ » et atome d'interaction associé.

5 Les atomes d'interaction

5.3.5 Niveau « Sélection en une seule fois »

Ce niveau est une des deux solutions du noeud « Sélection multiple d'entités ». Les décompositions des Figures 21 et 22 ainsi que notre propre expérience conduisent à évoquer la possibilité de sélectionner une gamme d'entités contiguë en une seule fois et non entité par entité.

5.3.5.1 Les techniques d'interaction de Foley associées

Concernant les techniques d'interaction de Foley, le niveau « Sélection en une seule fois » répondant au besoin de « Sélection multiple », n'est pas explicité. Il est dès lors nécessaire de rechercher les techniques d'interaction de Foley permettant de près ou de loin d'opérer cette sélection.

Nous retenons les techniques d'interaction « Sketch recognition » et « Voice input » pour les raisons suivantes :

- « Sketch recognition », [Foley et al. 1984] pages 21, 24, 29, est une technique d'interaction permettant à l'utilisateur de faire une série de gestes de type tracé, reconnaissable et identifiable par le système, en vue d'une sélection. Nous pensons que cette technique d'interaction peut s'appliquer à la sélection d'un groupe d'entités en une seule fois ;
- « Voice input » est une technique faisant intervenir la modalité vocale. Nous utilisons cette technique à titre d'exemple en estimant pouvoir l'utiliser d'une quelconque manière pour le niveau « Sélection en une seule fois ».

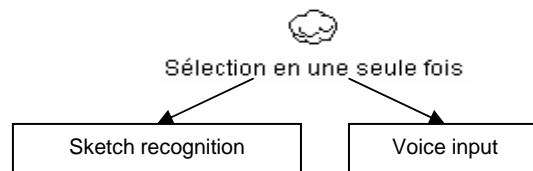


Figure 27 : Niveau « Sélection en une seule fois » et techniques d'interaction de Foley associées.

Ces techniques d'interaction ne fournissent pas une réponse clairement suffisante au niveau « Sélection en une seule fois ». Foley n'ayant pas pris en compte cette action, nous poursuivons l'exploration en direction des techniques d'interaction de la taxonomie de David.

5.3.5.2 Les techniques d'interaction de David associées

Au travers des techniques d'interaction de la taxonomie de David, le niveau « Sélection en une seule fois » semble pouvoir s'opérer uniquement par « Coordonnées », seule technique dont la taxonomie de David permet d'associer la saisie en continu de points, c'est à dire un tracé de type « Sketch ».

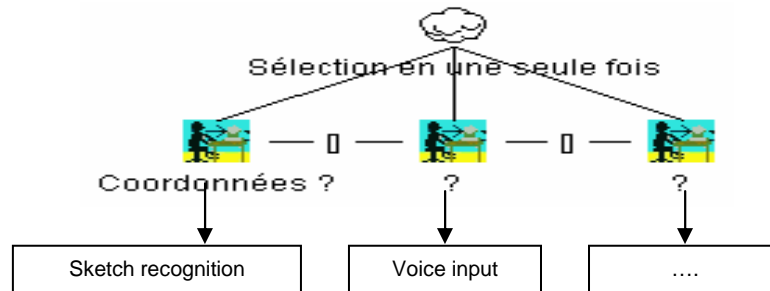


Figure 28 : Niveau « Sélection en une seule fois » et techniques d'interaction de David et Foley associées.

Une brève analyse permet de constater que quelques possibilités s'offrent via les techniques d'interaction de Foley et très peu par celles de David.

5.3.5.3 Bilan provisoire

Au stade de cette étude, il n'existe aucune solution concrète à apporter. Nous n'avons cependant pas d'opinion arrêtée sur le niveau « Sélection en une seule fois » et remettons à plus tard la suite de

5 Les atomes d'interaction

l'analyse. Une piste éventuelle serait de considérer ce niveau comme un Atome d'interaction à part entière.

5.3.6 Niveau « Mode sauvegarde sélection précédente »

Les exigences de la tâche d'interaction « SÉLECTION d'entité(s) » et notre propre expérience conduisent à faire apparaître ce niveau correspondant au besoin de signaler la volonté de l'utilisateur de recourir à une sélection multiple. Il est à noter que nous choisissons de rendre ce niveau exécutable au moins une fois et donc optionnel pour la suite de la branche « Sélection entités/entités ». La désactivation de cette fonction peut s'opérer de la même manière que l'activation.

S'agissant pour l'utilisateur de sélectionner une fonction ou un mode, on opte ici pour une décomposition supplémentaire du niveau « Mode sauvegarde sélection précédente » en « Sélection simple ». En s'appuyant sur les résultats précédents (voir paragraphe 5.3.3 Niveau « Sélection simple »), on obtient le schéma suivant :

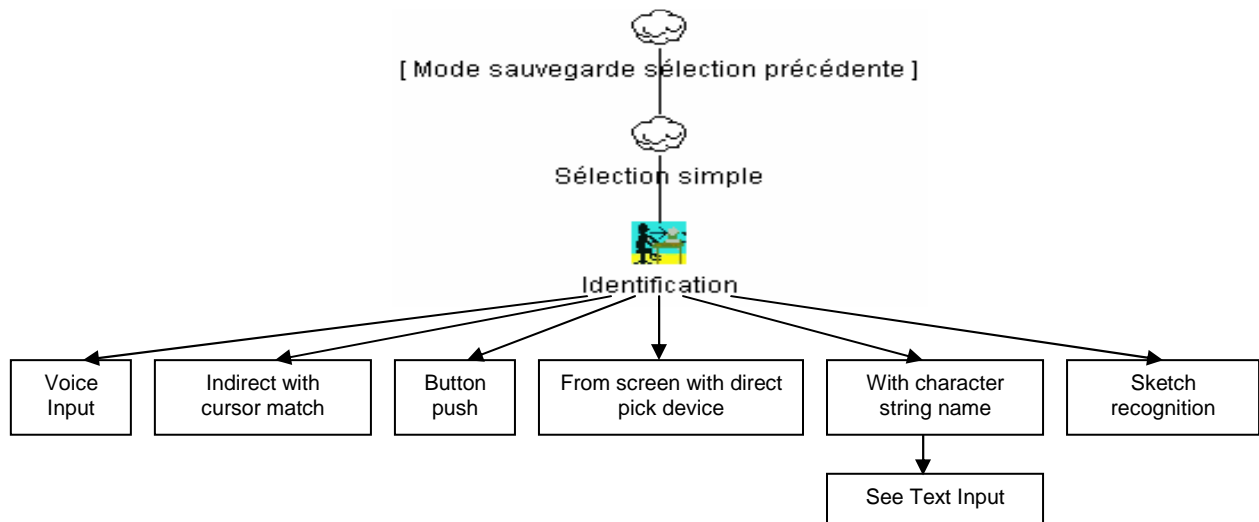


Figure 29 : Niveau « Mode sauvegarde sélection précédente » et atome d'interaction associé.

Nous signalons ici que le choix du « Mode de sauvegarde sélection précédente » pourrait aussi être perçu comme le déclenchement d'une action se rapprochant ainsi de la technique d'interaction « Menu » de David. Cette technique d'interaction est cependant trop orientée « système » et éloignée de nos attentes liées aux seules actions de l'utilisateur.

5.3.7 Bilan provisoire de l'étude sur la tâche d'interaction « SÉLECTION d'entité(s) »

A titre provisoire, en attendant l'analyse complète des autres tâches d'interaction permettant de compléter l'étude, les résultats des travaux sur la tâche d'interaction « SÉLECTION d'entité(s) » sont récapitulés par l'arbre de décomposition de la Figure 30.

Les atomes d'interaction possibles dégagés sont représentés avec ce sigle :



Cet arbre laissant apparaître des ressemblances et des redondances entre certaines branches, nous en proposons une simplification en 2 phases résumées dans les Figures 31 et 32.

Suite à ces simplifications les atomes d'interaction suivants sont validés :

- « Identification » inspiré de David et lié à la désignation d'entité(s) ;
- « Navigation » offrant à l'utilisateur la possibilité de naviguer, de se déplacer dans un ensemble d'entités afin d'atteindre l'emplacement de l'entité ou des entités à sélectionner.

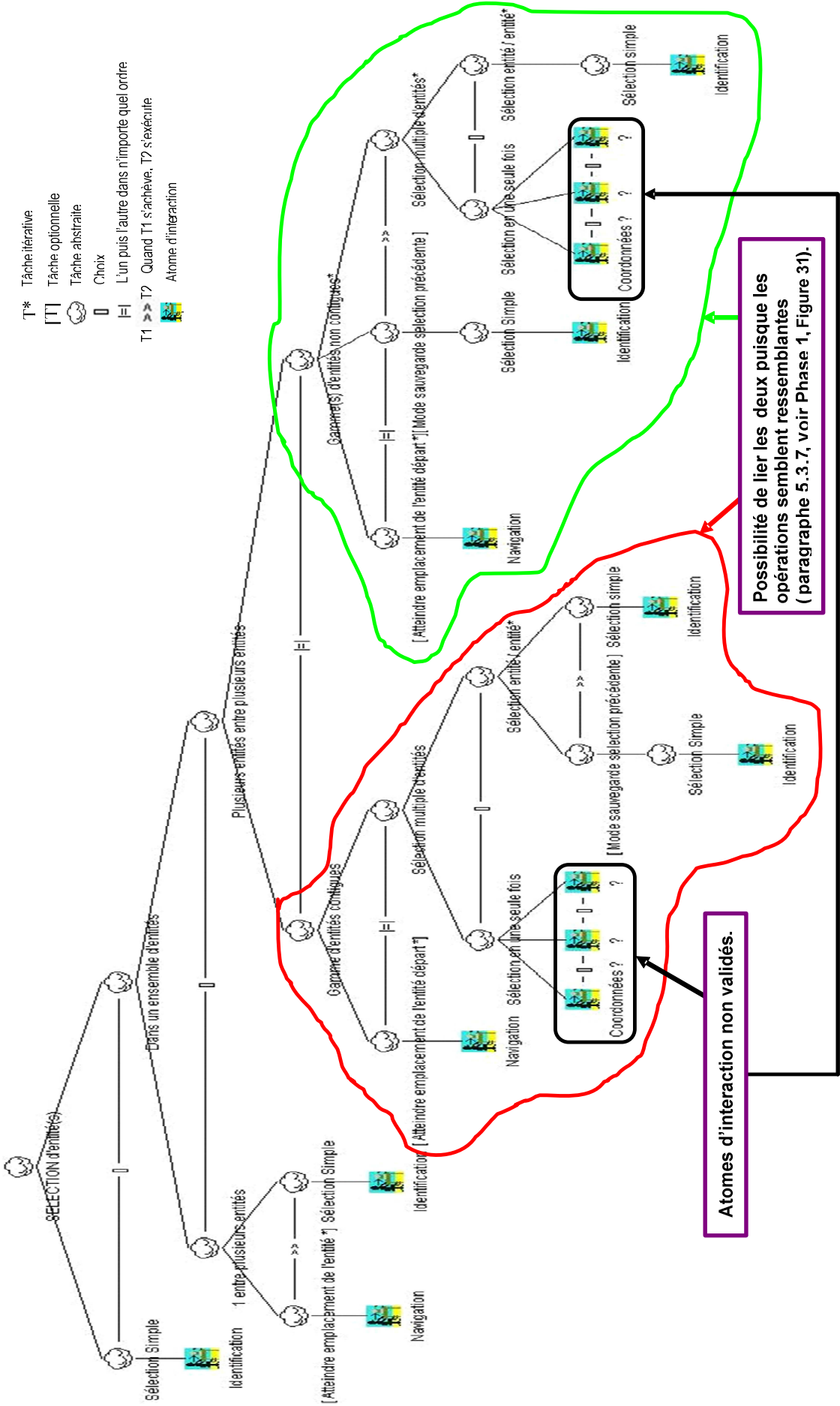
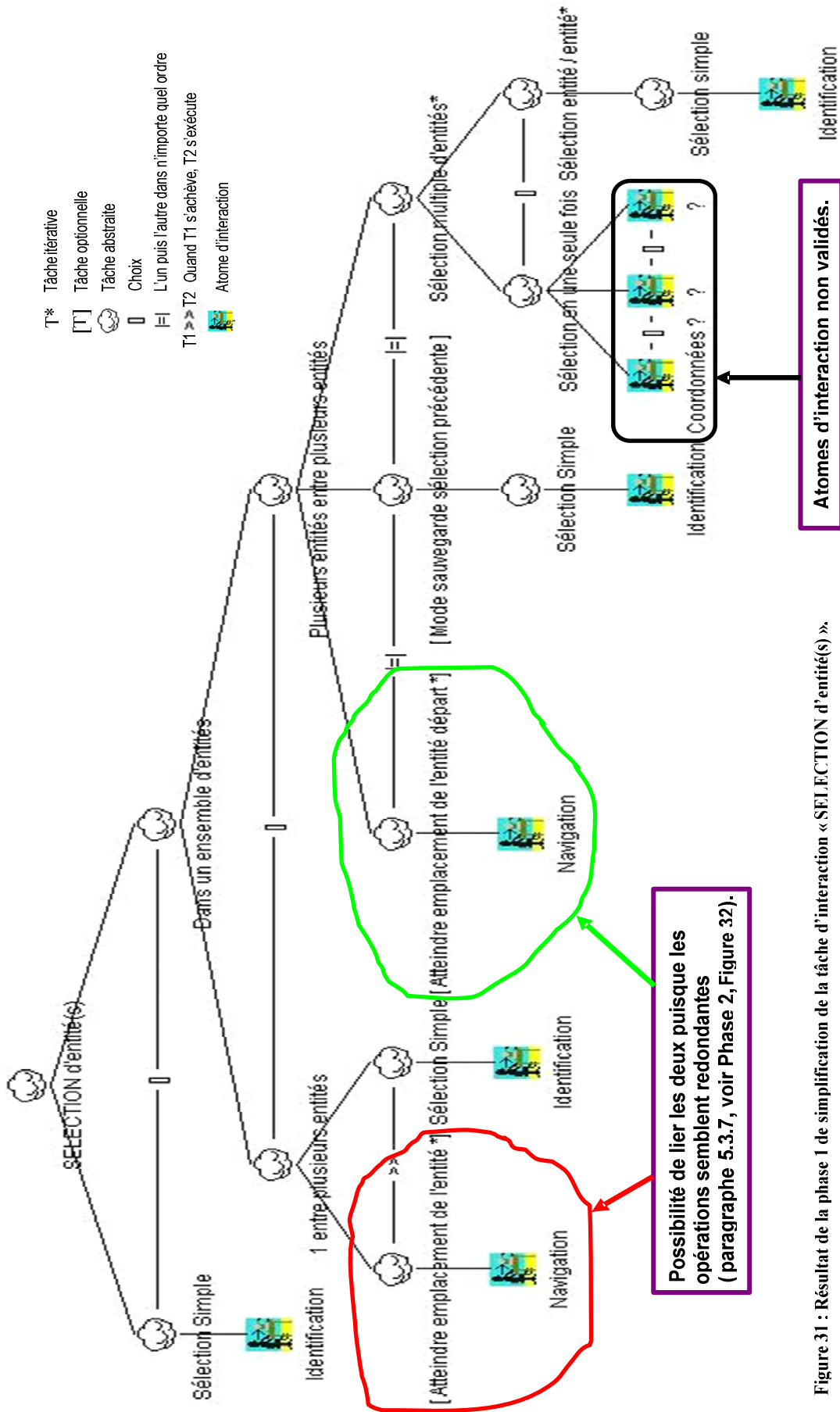


Figure 30 : Bilan provisoire de l'étude sur la tâche d'interaction « SELECTION d'entité(s) ».

5 Les atomes d'interaction

Phase 1 : Résultat de la simplification de l'arbre par fusion des ressemblances



Possibilité de lier les deux puisque les opérations semblent redondantes (paragraphe 5.3.7, voir Phase 2, Figure 32).

Atomes d'interaction non validés.

Figure 31 : Résultat de la phase 1 de simplification de la tâche d'interaction « SELECTION d'entité(s) ».

5 Les atomes d'interaction

Phase 2 : Résultat de la simplification de l'arbre par élimination des redondances

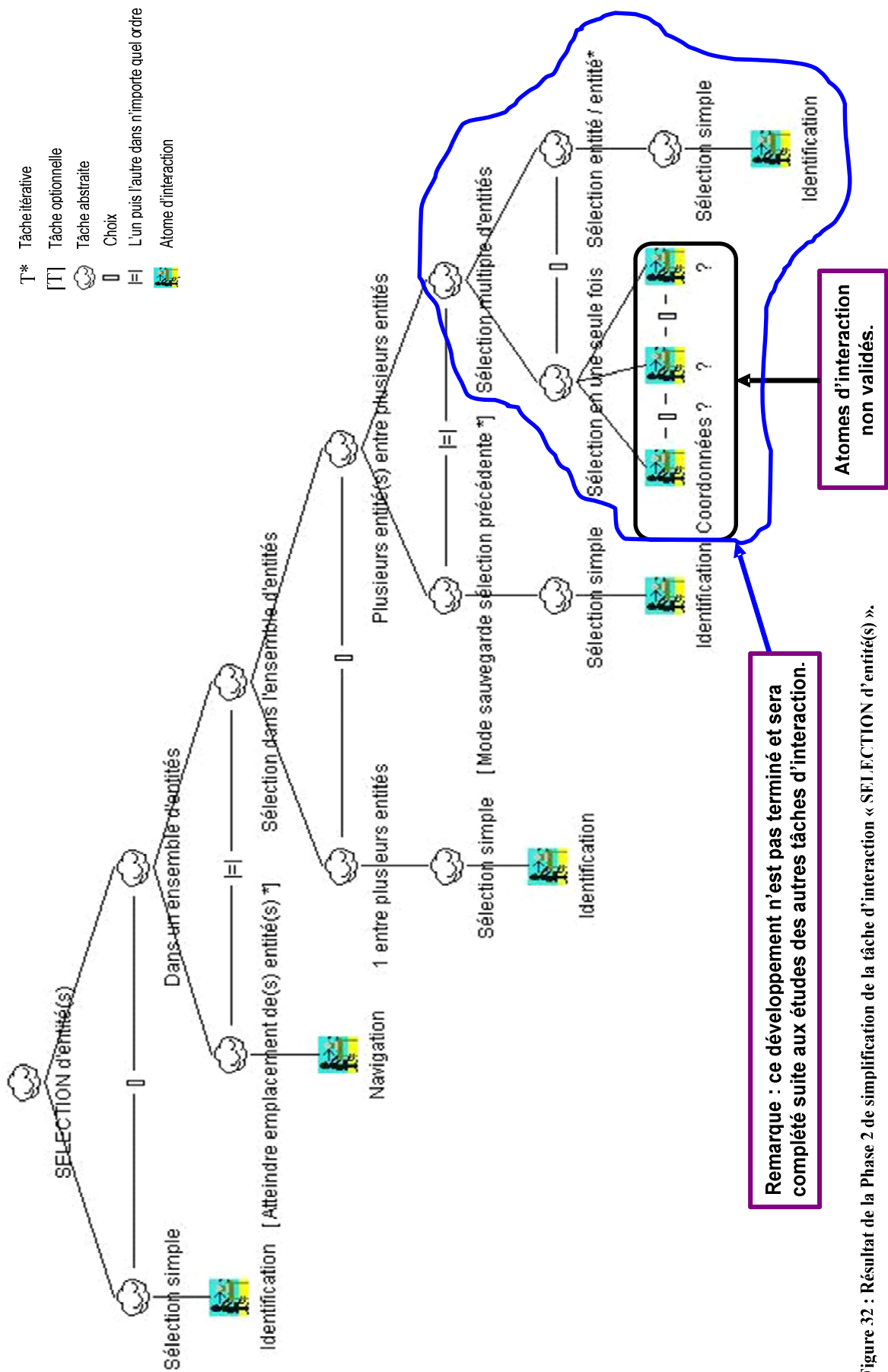


Figure 32 : Résultat de la Phase 2 de simplification de la tâche d'interaction « SELECTION d'entité(s) ».

5.4 Analyse détaillée de la tâche d'interaction POSITION

5.4.1 Hypothèses et définitions

Concernant cette tâche d'interaction, Foley, [Foley et al. 1984] pages 22, 31-34, en fait la définition suivante : « En effectuant un positionnement, un utilisateur indique une position sur l'affichage interactif bien souvent pour placer une entité à une position particulière ».

Les exigences dégagées par ce dernier pointent :

- le positionnement d'une entité sur 1, 2 ou 3 Dimensions ;
- dans un espace continu ou discret ;
- la résolution représentant l'ensemble des coordonnées possibles.

Nous ajoutons à ces données que la tâche d'interaction POSITION doit se dérouler dans un repère global et non local à une entité. Nous ne retenons pas les exigences liées aux espaces continus ou discrets par une volonté de s'abstraire d'un certain contexte et de type de valeur en particulier. Pour des raisons similaires, on ne considère pas non plus l'exigence de la résolution pointant l'ensemble des coordonnées possibles.

Afin d'être tout à fait en phase avec la démarche de décomposition, nous « redéfinissons » la tâche POSITION en **INDIQUER une POSITION**.

Les exigences que nous retenons pour la tâche d'interaction « INDIQUER une POSITION » sont liées exclusivement aux dimensions. Afin d'étayer cette hypothèse et définir plus précisément la notion de dimension, on retient la définition mathématique suivante d'après <http://fr.wikipedia.org/wiki/Dimension>. (au 01/11/2007) :

« La Physique utilise beaucoup la notion mathématique d'espace vectoriel. On peut vulgariser cette notion en disant que la dimension d'un espace est le nombre de variables qui servent à définir un état, un événement. Ainsi par exemple, on dit classiquement que notre univers est à quatre dimensions, puisqu'un événement se définit par la position dans l'espace (x, y, z) et l'instant t auquel cet événement survient.

- Un objet volumique constant (c'est-à-dire dont les propriétés sont indépendantes du temps, du moins durant l'étude) est dit à **trois dimensions**, car il faut trois nombres (x, y, z) pour désigner un de ses points au sein de l'objet ;
- un objet plan (comme une feuille de papier) dont on néglige l'épaisseur est dit à **deux dimensions**, car il faut deux nombres (x, y) pour désigner un de ses points au sein de l'objet ;
- un objet linéaire (comme un fil) dont on néglige l'épaisseur est dit à **une dimension**, car il suffit d'un seul nombre x pour désigner un de ses points au sein de l'objet (abscisse curviligne) ;
- un objet ponctuel (comme un point) dont on néglige la taille est dit de dimension zéro, car une fois que l'on a désigné le point, on n'a besoin d'aucun paramètre pour trouver ce dernier... ».

De cette définition nous dégageons le cas de systèmes à 1, 2, 3 ou N dimensions que nous commentons dans la suite de l'étude, avant de conclure sur la définition retenue pour la tâche d'interaction « INDIQUER une POSITION ». Nous ne prenons pas en compte le cas de dimension zéro qui ne semble pas cohérent en regard de nos besoins.

5.4.1.1 Cas d'un système de dimension 1

En basant cette analyse sur la définition mathématique évoquée plus haut : « une entité linéaire (comme un fil) dont on néglige l'épaisseur est dit à une dimension, car il suffit d'un seul nombre x pour désigner un de ses points au sein de l'entité (abscisse curviligne) », on peut représenter les positions

5 Les atomes d'interaction

possibles dans un tel système par un ensemble de points variant sur la dimension 1. Dans cet ensemble, une position est donc constituée d'un point d'une seule coordonnée $\rightarrow A(x)$.

5.4.1.2 Cas d'un système de dimension 2

La définition mathématique mise en valeur précédemment nous apprend qu'une entité plan (comme une feuille de papier) dont on néglige l'épaisseur est dit à deux dimensions, car il faut deux nombres (x, y) pour désigner un de ses points au sein de l'entité. Nous en déduisons que la position d'une entité dans un espace à 2 dimensions est constituée d'un point composé de deux coordonnées (un par axe) $\rightarrow A(x, y)$.

5.4.1.3 Cas d'un système de dimension 3

Une entité volumique constante (c'est-à-dire dont les propriétés sont indépendantes du temps, du moins durant l'étude) est dit à trois dimensions, car il faut trois nombres (x, y, z) pour désigner un de ses points au sein de l'entité. Cette définition permet de déduire que dans un espace à dimension 3, une position est constituée d'un point composé de trois coordonnées (un par axe) $\rightarrow A(x, y, z)$.

5.4.1.4 Cas d'un système de dimension supérieure à 3

Aucun modèle de notre connaissance ne permet de traiter visuellement ces cas. Il s'agit cependant de rajouter un axe N (ou dimension N) à un repère à N-1 dimensions et par conséquent une coordonnée suivant un axe N. Cette définition nous autorise à déduire que dans un espace à dimension N, une position est constituée d'un point composé de N coordonnées (un par axe) $\rightarrow A(x, y, z, N)$. Nous considérons donc ce cas comme un enrichissement d'un système de dimension 3 puisque particulièrement proche.

En fonction de ces informations, nous retenons l'hypothèse de la définition suivante :

La tâche d'interaction *INDIQUER une POSITION* représente l'action d'indiquer une position, sur 1, 2, 3 dimensions ou plus dans un espace de valeurs.

En faisant référence à cette définition et aux exigences et contraintes de la tâche d'interaction « *INDIQUER une POSITION* », on déduit le schéma récapitulatif suivant :

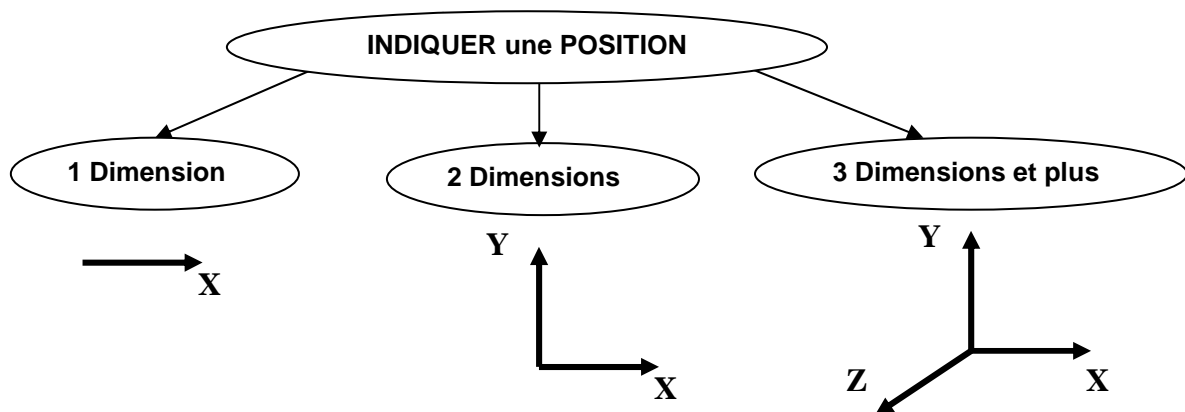


Figure 33 : Schéma récapitulatif de la tâche « *INDIQUER une POSITION* ».

La Figure 34 présente la décomposition de la tâche d'interaction *INDIQUER une POSITION* jusqu'à son plus bas niveau à l'aide du formalisme CTT [Mori et al. 2002].

5.4.2 Formalisation CTT pour la position de dimension 1/2/3 et plus

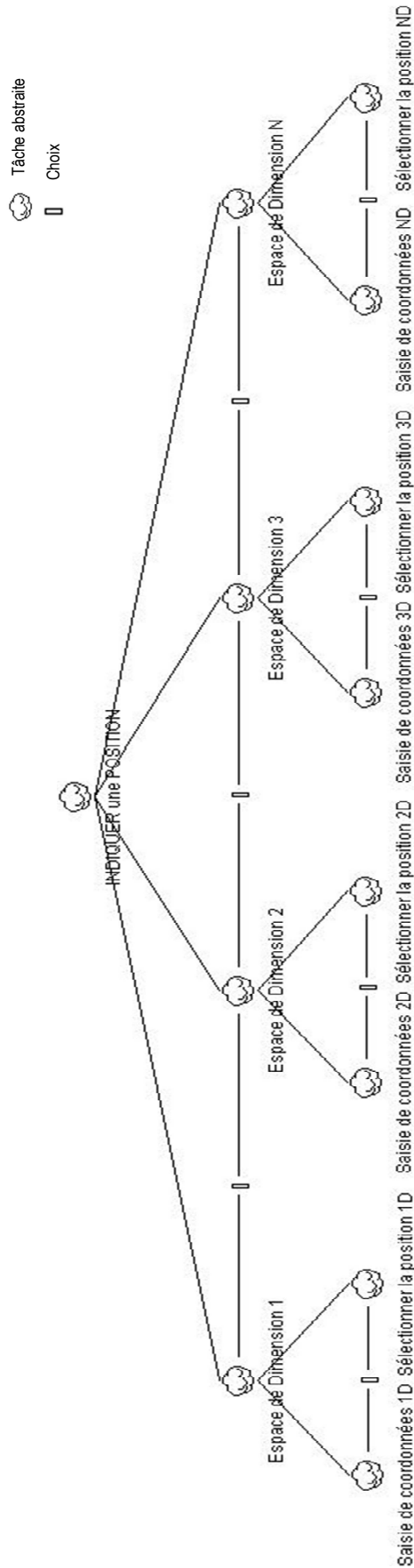


Figure 34 : Formalisation CTT pour la tâche d'interaction « INDIQUER une POSITION ».

Ce découpage fait apparaître les niveaux bas suivant de la tâche INDIQUER une POSITION :

- « Saisie de coordonnée 1D » ;
- « Sélectionner la position 1D » ;
- « Saisie de coordonnées 2D » ;
- « Sélectionner la position 2D » ;
- « Saisie de coordonnées 3D » ;
- « Sélectionner la position 3D » ;
- « Saisie de coordonnées ND » ;
- « Sélectionner la position ND ».

Cette décomposition peut sembler redondante et assez simpliste. Nous souhaitons cependant nous astreindre à cette discipline quitte à dégager une simplification d'ordre plus général par la suite. Nous pensons en effet, à ce stade de l'analyse, que les dispositifs d'interactions peuvent différer en fonction des dimensions. Nous laissons momentanément de côté le niveau concernant l'espace de dimension N pour y revenir plus loin dans le mémoire.

5 Les atomes d'interaction

5.4.3 Niveau « Saisie de coordonnées 1 D »

5.4.3.1 Les techniques d'interaction de Foley associées

Suivant les techniques d'interaction de Foley liées à la tâche d'interaction POSITION décrite dans son article, on retient :

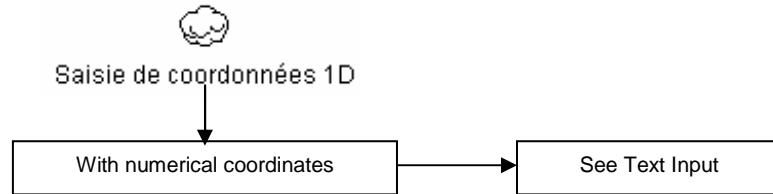


Figure 35 : Niveau « Saisie de coordonnées 1D » et techniques d'interaction de Foley associées.

La technique d'interaction de Foley « With numerical coordinates » est la seule susceptible de correspondre à nos besoins. Foley associant cette technique à la tâche d'interaction SAISIE de TEXTE, nous faisons apparaître cette dernière sans pour autant poursuivre son développement (voir remarque similaire au paragraphe 5.3.3).

5.4.3.2 Les techniques d'interaction de David associées

En se basant sur la taxonomie de David, on peut logiquement associer ce niveau à la technique d'interaction « Coordonnées » de ce dernier.

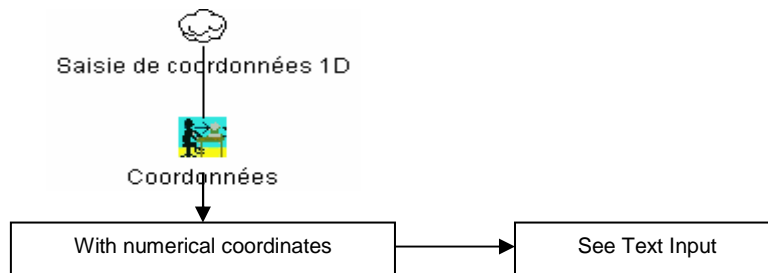


Figure 36 : Niveau « Saisie de coordonnées 1D » et techniques d'interaction « Coordonnées » de David et techniques d'interaction de Foley associées.

Il est cependant à noter que la saisie de coordonnées peut aussi se traduire ici par la saisie de valeurs numériques. Nous pourrions ainsi être amené à reconsidérer notre point de vue sur la technique d'interaction « Coordonnées » et proposer la technique d'interaction « Valeurs », autre technique d'interaction de David plus adaptée à ce besoin.

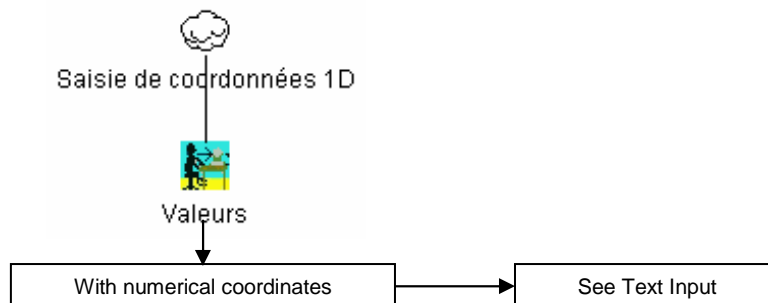


Figure 37 : Niveau « Saisie de coordonnées 1D » et techniques d'interaction « Valeurs » de David et techniques d'interaction de Foley associées.

5.4.3.3 Bilan provisoire de l'étude sur le niveau « Saisie de coordonnées 1 D »

En fonction de l'analyse du niveau « Saisie de coordonnées 1D », nous mettons en avant quelques réflexions et remarques concernant les atomes d'interaction éventuels « Coordonnées » et « Valeurs ».

5 Les atomes d'interaction

En effet, la technique d'interaction « Coordonnées » de David semble délicate à manipuler car trop adaptée, dans sa définition, à la saisie de coordonnées ou de tracé et pas à la saisie de valeurs. La technique d'interaction « Valeurs » n'est cependant pas une meilleure solution puisque ne donnant aucune information sur les types de valeurs (positives, négatives, décimales, entières,...) qu'elle permet de saisir.

De plus, il est difficile de retenir un atome d'interaction en rapport à la saisie de valeurs sans avoir au préalable exploré les tâches d'interaction QUANTIFIER et SAISIE de TEXTE qui pourraient faire apparaître des décompositions plus à même de répondre à nos questions.

Nous décidons de ne pas développer plus avant ce besoin et souhaitons compléter cette analyse en fonction des résultats futurs.

5.4.4 Niveau « Sélectionner la position 1 D »

En considérant que l'action de sélectionner une position dans un espace de dimension 1 revient à sélectionner un point dans un ensemble de points possibles et, en partant du principe qu'un point est une entité, il s'agit par conséquent de sélectionner une entité parmi un ensemble d'entités. En faisant appel aux résultats du chapitre précédent, sur la tâche d'interaction « SÉLECTION d'entité(s) » (paragraphe 5.3.7, Figure 32), on obtient le schéma suivant :

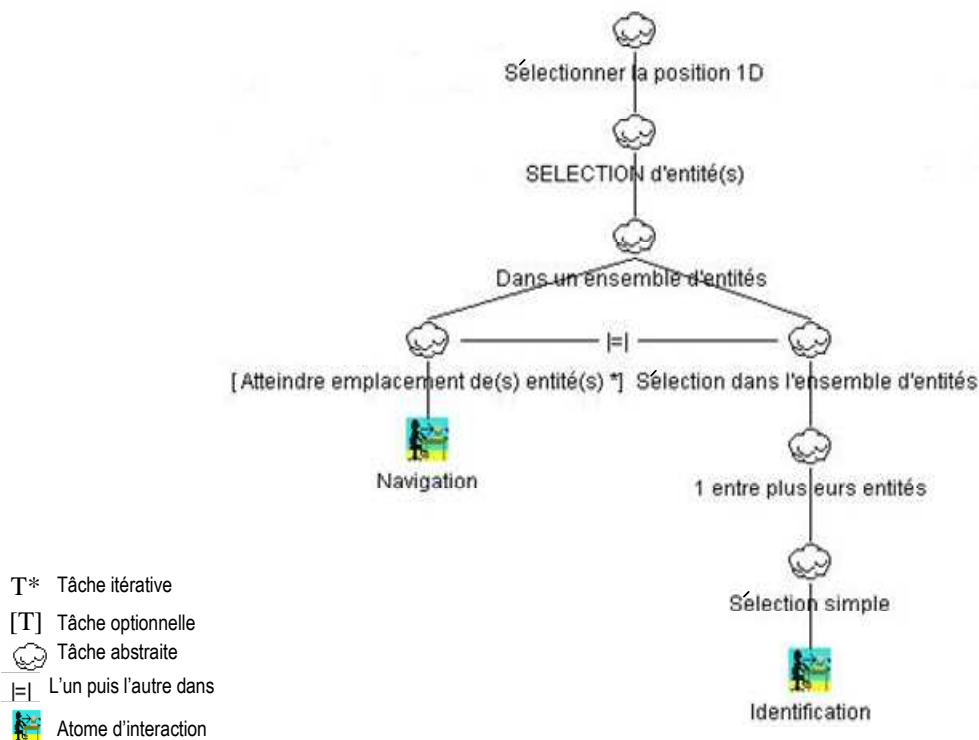


Figure 38 : Niveau « Sélectionner la position 1D » et atomes d'interaction associés.

Cette décomposition fait apparaître la possibilité, pour l'utilisateur, de se déplacer dans un ensemble d'entités (Navigation) afin d'atteindre celle qu'il souhaite sélectionner (Identification). Dans la suite de l'étude, nous tentons de raccrocher les techniques d'interaction de Foley les plus pertinentes pour chacun des atomes d'interaction « Identification » et « Navigation ».

5.4.4.1 Atome d'interaction « Identification »

En s'appuyant sur les résultats des études précédentes concernant le niveau « Sélection simple » et l'atome d'interaction « Identification » (paragraphe 5.3.3), nous réutilisons les mêmes techniques d'interaction de Foley ajoutées à celles de la tâche d'interaction POSITION parmi les plus pertinentes.

La décomposition de la Figure 39 présente l'ensemble de ces associations.

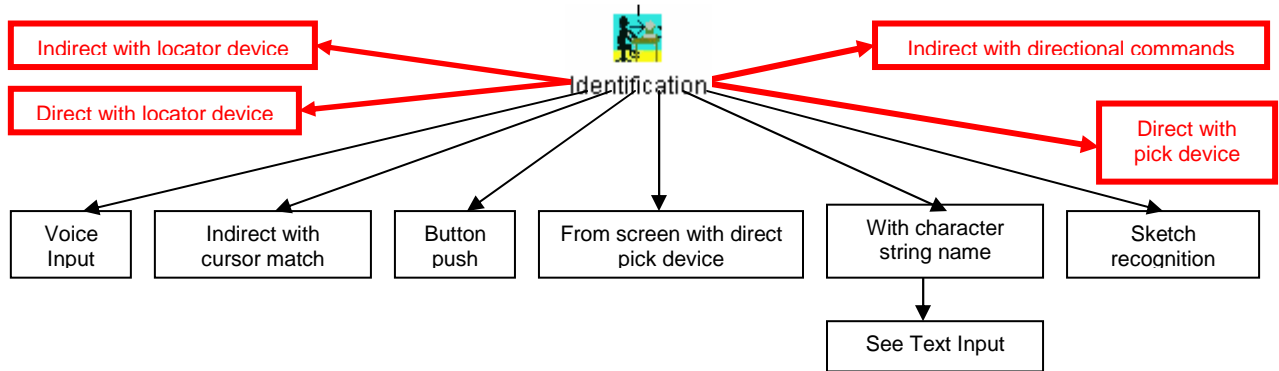


Figure 39 : Atome d'interaction « Identification » et techniques d'interaction Foley associées.

5.4.4.2 Atome d'interaction « Navigation »

Mis en avant au paragraphe 5.3.4, l'atome d'interaction « Navigation » offre la possibilité à l'utilisateur de naviguer, de se déplacer dans un ensemble d'entités pour atteindre l'entité à sélectionner. Au travers des techniques d'interaction de Foley de la tâche d'interaction POSITION, le niveau « Atteindre emplacement de(s) entité(s) » n'est pas clairement explicité.

Cependant, en s'appuyant sur l'approche de l'alinéa 5.3.4.1 du paragraphe 5.3.4, on peut s'inspirer, à titre d'exemple, des techniques d'interaction « Indirect with locator device » et « Indirect with directional commands » [Foley et al. 1984] pages 22, 33, offrant la possibilité de déplacer une entité ou un curseur au travers d'un ensemble de positions jusqu'à celle désirée par l'utilisateur.

Nous précisons, là encore, qu'on ne retient de ces techniques d'interaction que la partie « Navigation » apparaissant dans leurs descriptions. La partie « Identification » ne nous intéresse pas puisque traitée par une autre branche de l'arbre de décomposition de la Figure 38 hérité des travaux sur la tâche d'interaction « SELECTION d'entité(s) » en partie 5.3. Ces deux techniques d'interaction sont ainsi seulement citées comme exemples offrant en partie une solution à nos attentes.

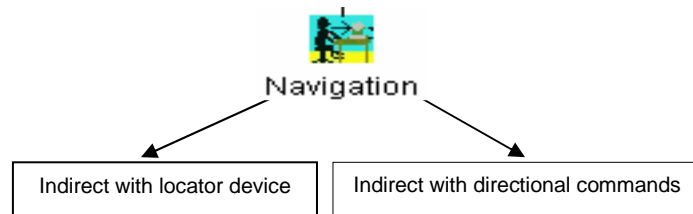


Figure 40 : Atome d'interaction « Navigation » et techniques d'interaction de Foley associées.

Il est bien évident qu'une réponse partielle n'est ici absolument pas suffisante, mais cette étude permet de constater que les techniques d'interaction « Indirect with locator device » et « Indirect with directional commands » apparaissent pour les deux atomes d'interaction « Identification », Figure 39, et « Navigation », Figure 40. Ces deux techniques d'interaction pourraient logiquement permettre en même temps de naviguer et d'identifier une ou des entités. Nos attentes portant simplement sur l'aspect « Navigation », cette solution ne nous intéresse pas. Cependant, ce travail permet d'ouvrir des remarques particulières.

5.4.5 Remarques particulières

Depuis le début des recherches sur les atomes d'interaction « Navigation » et « Identification », force est de constater que l'on ne peut pas déterminer des techniques d'interaction de Foley pertinentes et adaptées à nos besoins. Sur la base des travaux des paragraphes 5.3.4 et 5.4.4, on observe que les techniques d'interaction de Foley employées ne répondent pas à l'un ou l'autre des atomes d'interaction « Identification » ou « Navigation » mais aux deux en même temps. Nous citons ici quelques exemples :

5 Les atomes d'interaction

- « Time scan », issue de la tâche d'interaction de Foley SÉLECTION et employée à l'alinéa 5.3.4.1 ;
- « Indirect with cursor match », issue de la tâche d'interaction de Foley SÉLECTION et employée à l'alinéa 5.3.4.1 ;
- « Indirect with locator device » issue de la tâche d'interaction de Foley POSITION et employée aux alinéas 5.4.4.1 et 5.4.4.2 ;
- « Indirect with directional commands » issue de la tâche d'interaction de Foley POSITION et employée aux alinéas 5.4.4.1 et 5.4.4.2.

Cet aspect des choses permet de pousser notre réflexion et d'établir un constat intéressant :

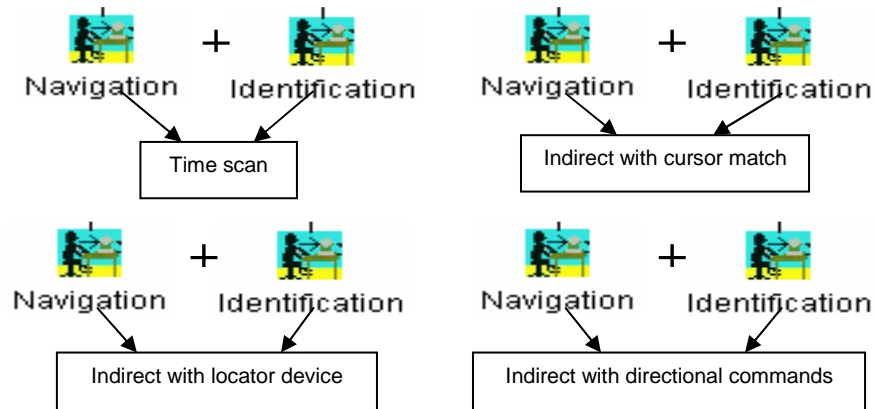


Figure 41 : Composition des techniques d'interaction de Foley en fonction des atomes d'interaction « Navigation » et « Identification ».

Nous ne développons pas plus loin les recherches sur le sujet mais soulevons cependant une question intéressante : est-ce que certaines techniques d'interaction pourraient être composées de plusieurs atomes d'interaction ?

Si cette possibilité est avérée, elle renforcerait notre point de vue sur l'existence et la nécessité des atomes d'interactions eux-mêmes.

Pour compléter ces remarques, nous ajoutons un dernier constat d'ordre plus général concernant une autre caractéristique des techniques d'interaction de Foley.

En partie 5.2, il a déjà été fait mention que les travaux de Foley étaient principalement liés au domaine de la CAO et de ce fait basés uniquement sur l'interaction graphique. Chacune de ces techniques d'interaction peut ainsi être logiquement reliée aux interactions graphiques elles aussi. Cette observation est renforcée par le fait que la plupart des techniques d'interaction de Foley offrent, dans leurs descriptions, un feedback visuel permettant à l'utilisateur d'en contrôler l'emploi. Dans un contexte multimodal [Vigouroux et al. 1996], lié à la démarche de décomposition, il est donc essentiel d'intégrer une réflexion englobant plusieurs modalités, tant en sortie qu'en entrée, et dans un contexte plus important que la CAO et l'interaction graphique. Ce constat amène à considérer qu'une technique d'interaction pourrait être non seulement composée d'un ou de plusieurs atome d'interaction mais aussi d'un ou de plusieurs types de feedback d'ordre visuel, haptique, tactile, sonore, etc.

5.4.6 Niveau « Saisie de coordonnées 2 D »

En s'appuyant sur l'analyse du niveau « Saisie de coordonnées 1 D » au paragraphe 5.4.3, nous pensons retrouver le même découpage que les **Figures 36** et **37** et mettons en relief les mêmes remarques sur les techniques d'interaction de David : « Coordonnées » et « Valeurs ». Pour les mêmes raisons, (alinéa 5.4.3.1), nous ne développons pas plus avant ce besoin et réservons la possibilité de compléter cette analyse en fonction des prochains résultats sur l'exploration des tâches d'interaction QUANTIFIÉ et SAISIE de TEXTE.

5 Les atomes d'interaction

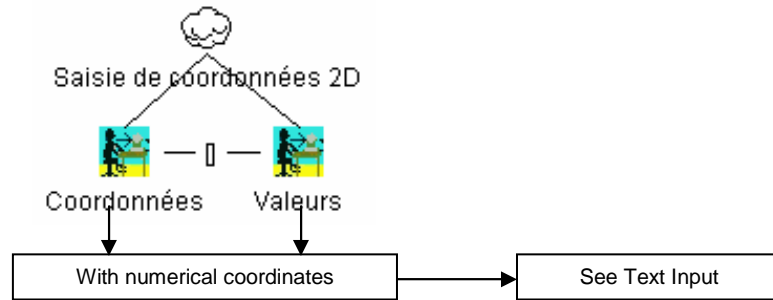


Figure 42 : Niveau « Saisie de coordonnées 2D » et techniques d'interaction de David et Foley associées.

5.4.7 Niveau « Sélectionner la position 2 D »

Sur la base des résultats du paragraphe 5.4.4 « Sélectionner la position 1 D », nous reprenons la même décomposition et les mêmes atomes d'interaction : « Navigation » et « Identification ».

5.4.8 Niveau « Saisie de coordonnées 3 D »

Au travers de l'analyse du paragraphe 5.4.3 « Saisie de coordonnées 1 D » et 5.4.6 « Saisie de coordonnées 2 D », on retrouve la même décomposition et les mêmes interrogations encore sans réponse concernant la saisie de coordonnées ou de valeurs.

5.4.9 Niveau « Sélectionner la position 3 D »

Concernant ce niveau, nous reprenons intégralement les résultats des paragraphes 5.4.4 « Sélectionner la position 1 D » et 5.4.7 « Sélectionner la position 2 D ».

5.4.10 Niveau « Saisie de coordonnées N D »

Il s'agit ici de pouvoir saisir des coordonnées dans un espace de dimension 4 ou plus. L'analyse de ce niveau met en avant les mêmes constats et interrogations qu'aux paragraphes 5.4.3 « Saisie de coordonnées 1 D », 5.4.6 « Saisie de coordonnées 2 D » et 5.4.8 « Saisie de coordonnées 3 D ».

5.4.11 Niveau « Sélectionner la position N D »

Ce niveau offre la possibilité de sélectionner une position dans un espace de dimension 4 ou plus. L'analyse des niveaux « Sélectionner la position 1 D », « Sélectionner la position 2 D » et « Sélectionner la position 3 D » des paragraphes 5.4.4, 5.4.7 et 5.4.9 peut être reprise intégralement.

Remarque : En tenant compte des difficultés certaines pour sélectionner une position dans un espace de N dimensions, nous souhaitons améliorer cette analyse en fonction des résultats futurs.

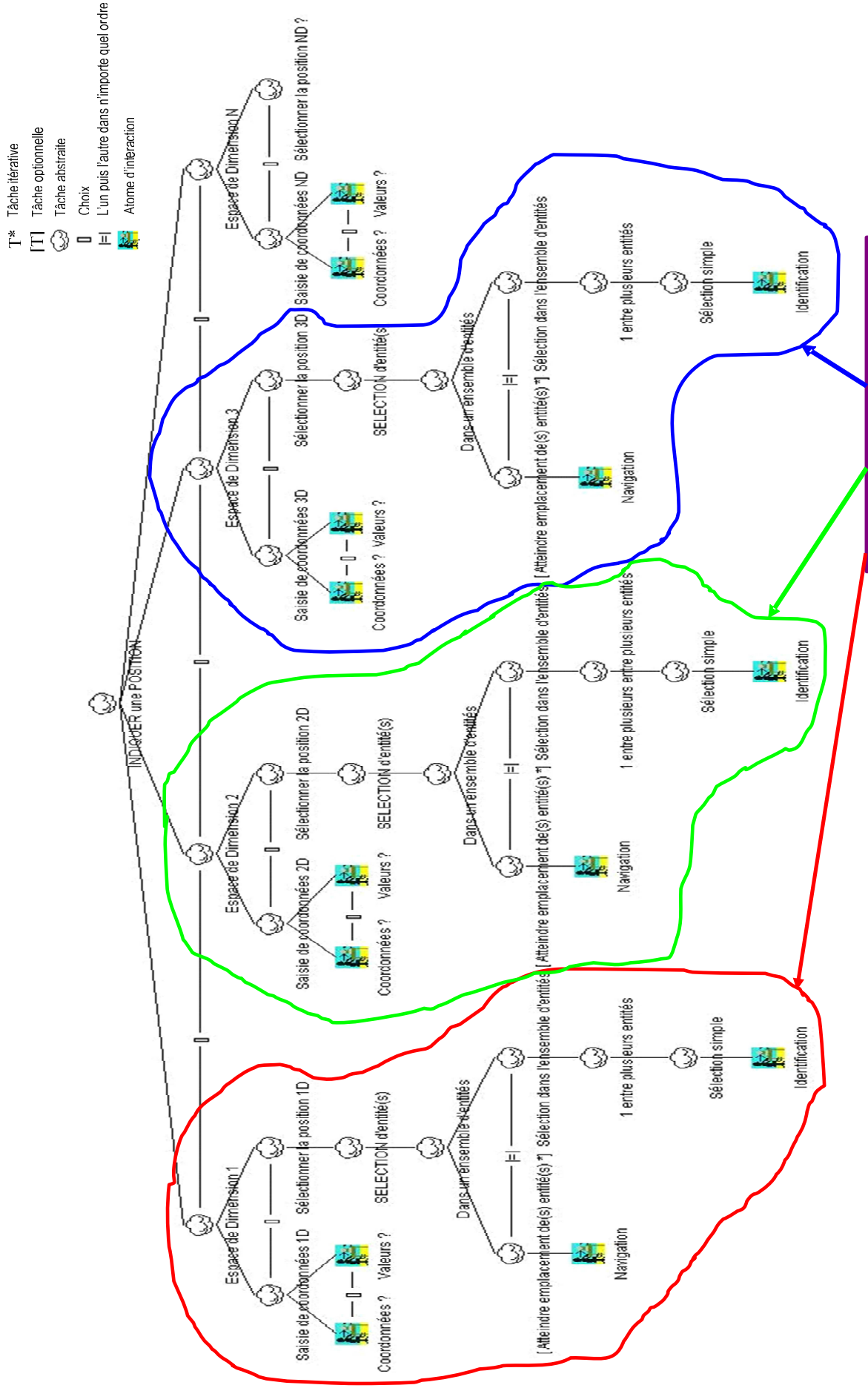
5.4.12 Bilan provisoire de notre étude sur la tâche d'interaction « INDIQUER une POSITION »

A titre provisoire, en attendant l'analyse complète des autres tâches d'interaction permettant de compléter l'étude, les résultats des travaux sur la tâche d'interaction « INDIQUER une POSITION » sont récapitulés par l'arbre de décomposition de la Figure 43.

Les atomes d'interaction possibles dégagés sont représentés avec ce sigle :



Cet arbre laissant apparaître des redondances entre certaines branches, nous proposons une phase de simplification résumée dans la Figure 44.



Possibilité de lier les trois puisque les opérations semblent redondantes.

Figure 4.3 - Bilan provisoire de l'étude sur la tâche d'interaction « INDIQUER une POSITION ».

5 Les atomes d'interaction

Phase de simplification de l'arbre par élimination des redondances :

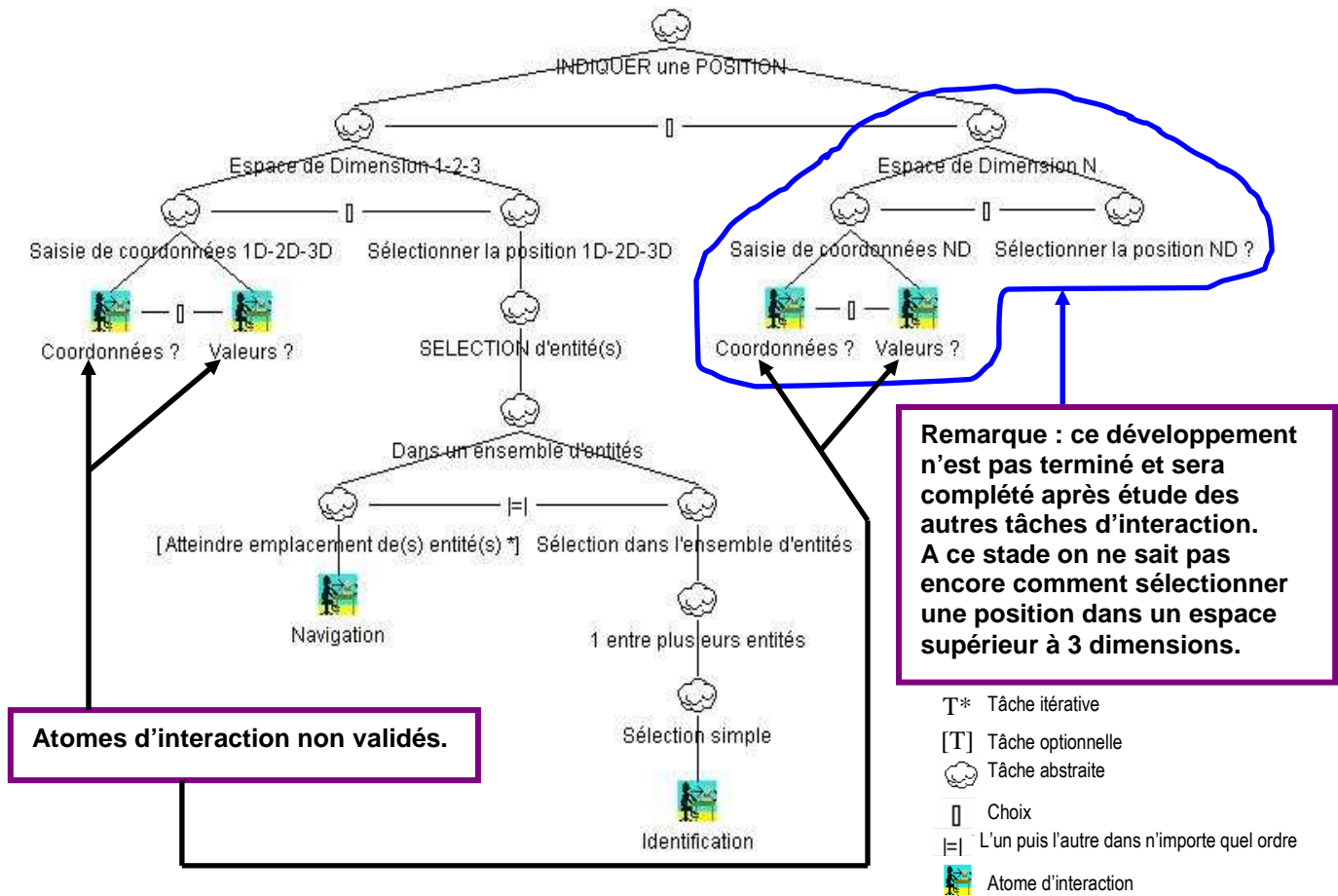


Figure 44 : Phase de simplification de la tâche d'interaction « INDIQUER une POSITION ».

En attendant l'étude des autres tâches d'interactions, les atomes d'interaction suivants sont validés :

- « Identification » inspiré de David et lié à la désignation d'entité(s) ;
- « Navigation » offrant à l'utilisateur la possibilité de naviguer, de se déplacer dans un ensemble d'entités afin d'atteindre l'emplacement de l'entité ou des entités à sélectionner.

5.5 Analyse détaillée de la tâche d'interaction ORIENTATION

5.5.1 Hypothèses et définitions

Concernant cette tâche d'interaction, Foley, [Foley et al. 1984] pages 22, 34-35, en fait la définition suivante « L'utilisateur oriente une entité dans un espace à 2 ou 3 dimensions. En 2 dimensions cela peut signifier l'orientation d'un symbole Nord Nord-Est et en 3 dimensions le contrôle du tangage, du roulis et du lacet d'un simulateur. ».



Figure 45 : Mise en lumière du tangage du roulis et du lacet dans un espace de dimension 3.

5 Les atomes d'interaction

Les exigences dégagées par ce dernier sont les mêmes que pour la tâche d'interaction POSITION, l'aspect dimension pouvant être remplacé par le terme de « degré de liberté » :

- le positionnement d'une entité sur 1, 2 ou 3 dimensions ;
- dans un espace continu ou discret ;
- la résolution représentant l'ensemble des valeurs possibles.

Concernant les dimensions, Foley émet des précisions :

- en 2 dimensions, il existe uniquement 1 seul degré de liberté ;
- en 3 dimensions, ils sont tous permis mais peuvent ne pas être tous autorisés : 1 seul degré de liberté dans un système de dimension 3 garde un sens car il autorise une seule rotation autour d'un axe arbitraire.

Suite à une étude détaillée de ces informations, nous ne retenons pas les exigences liées aux espaces continus ou discrets par une volonté de s'abstraire d'un certain contexte et de type de valeur en particulier. Pour des raisons similaires, on ne considère pas non plus l'exigence de la résolution pointant l'ensemble des valeurs possibles.

Nous enrichissons cependant cette définition en ajoutant que l'orientation d'une entité se conçoit par rapport à un repère local et non global à cette dernière. Il s'agirait donc d'une rotation autour d'un point (2 dimensions) ou de chacun des axes quand la dimension le permet. En 2 dimensions, une seule rotation est permise autour de l'axe perpendiculaire au plan et en 3 dimensions, 3 degrés de libertés permettent une rotation autour de chaque axe. Suivant le besoin de la tâche applicative, les degrés de libertés peuvent ne pas tous être autorisés : 1 seul degré de liberté autorisé dans un système de dimension 3 garde un sens car il autorise une seule rotation autour d'un axe arbitraire (X, Y ou Z).

Afin d'être tout à fait en phase avec la démarche de décomposition, nous « redéfinissons » la tâche ORIENTATION en **ORIENTATION d'entité**.

En s'appuyant sur le travail du paragraphe 5.4.1 « Hypothèses et définitions » de la tâche d'interaction INDIQUER une POSITION, les exigences que nous retenons sont essentiellement liées aux dimensions. Dans la suite de cette étude, nous commentons le cas de système à 1, 2, 3 ou N dimensions avant de conclure sur la définition retenue pour la tâche d'interaction ORIENTATION d'entité.

5.5.1.1 Cas d'un système de dimension 1

Concernant la description de ce système, nous fondons notre réflexion sur la définition mathématique évoquée au paragraphe 5.4.1 : « un objet linéaire (comme un fil) dont on néglige l'épaisseur est dit à une dimension, car il suffit d'un seul nombre x pour désigner un de ses points au sein de l'objet (abscisse curviligne). ». On peut ainsi représenter les orientations possibles dans un tel système par un ensemble de deux vecteurs de sens opposés. Il n'y a par conséquent que deux orientations possibles et aucune rotation autorisée. A défaut de nom spécifique pour l'orientation d'un objet en dimension 1, on opte pour le sens du courant (I) en physique soit ; positif vers la droite et négatif vers la gauche.



Figure 46 : Schéma récapitulatif du cas d'un système de dimension 1.

5.5.1.2 Cas d'un système de dimension 2

La définition mathématique mise en valeur au paragraphe 5.4.1, enseigne qu'« un objet plan (comme une feuille de papier) dont on néglige l'épaisseur est dit à deux dimensions, car il faut deux nombres (x, y) pour désigner un de ses points au sein de l'objet. ». En se référant à [Faure 2006], en dimension 2 les rotations ont toutes le même axe, perpendiculaire au plan. Sur la base de ces informations et l'hypothèse définie plus haut, on peut en déduire que dans un repère de dimension 2 local à un objet, pour des axes x et y , l'orientation s'effectue suivant l'axe des z . Suivant la même logique, pour un

5 Les atomes d'interaction

repère local d'axes y et z, l'orientation se fait suivant l'axe des x etc... Pour les systèmes de dimension 2 on retient arbitrairement le sens trigonométrique comme sens positif aux rotations.

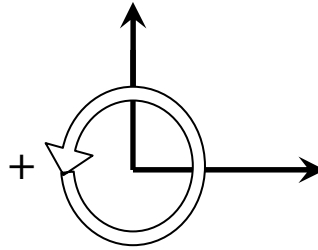


Figure 47 : Schéma récapitulatif du cas d'un système de dimension 2.

5.5.1.3 Cas d'un système de dimension 3

D'après la définition évoquée au paragraphe 5.4.1 : « Un objet volumique constant (c'est-à-dire dont les propriétés sont indépendantes du temps, du moins durant l'étude) est dit à trois dimensions, car il faut trois nombres (x, y, z) pour désigner un de ses points au sein de l'objet ». Une rotation s'effectuant suivant un axe, cette définition permet de déduire que dans un système local de dimension 3, un objet peut opérer une rotation suivant chaque axe (x, y, z), la tâche applicative et son contexte d'utilisation pouvant éventuellement influencer sur le nombre réel de degrés de rotation possibles au sein du repère. Pour les systèmes de dimension 3, on retient arbitrairement le sens trigonométrique comme sens positif aux rotations.

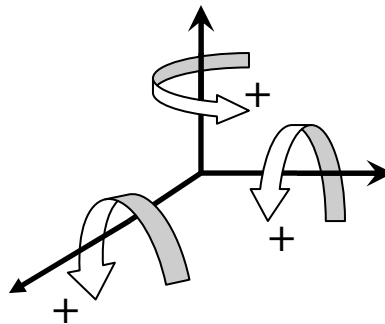


Figure 48 : Schéma récapitulatif du cas d'un système de dimension 3.

5.5.1.4 Cas d'un système de dimension supérieure à 3

Aucun modèle de notre connaissance ne permet de traiter visuellement ces cas. Il s'agit cependant de rajouter un axe N (ou dimension N) à un repère à N-1 dimensions et de ce fait une rotation autour de ce même axe. Nous considérons ce cas comme un enrichissement d'un système de dimension 3 car très proche de ce système.

En fonction de ces informations, nous choisissons de retenir l'hypothèse de la définition suivante :

La tâche d'interaction ORIENTATION d'entité représente l'action d'orienter une entité, sur 1, 2, 3 dimensions ou plus dans un espace de valeurs et par rapport à un repère local à cette dernière. Le terme de dimension pouvant être remplacé par celui plus commun de degrés de liberté, à raison d'un degré de rotation par axe.

En faisant référence à cette définition et aux exigences et contraintes de la tâche d'interaction « ORIENTATION d'entité », on déduit le schéma récapitulatif suivant :

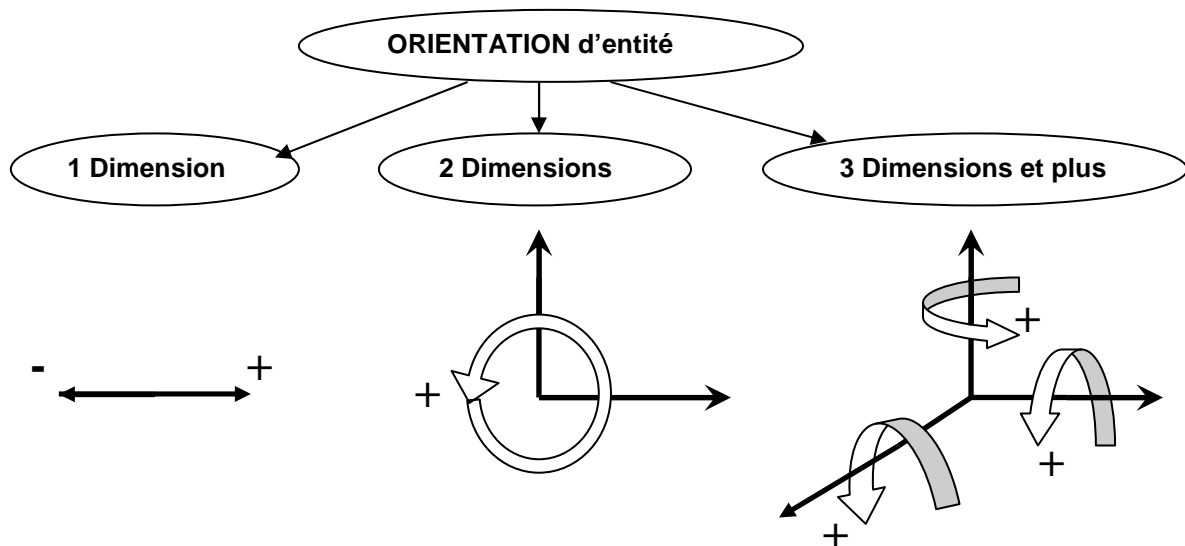


Figure 49 : Schéma récapitulatif de la tâche d'interaction « ORIENTATION d'entité ».

La Figure 50 présente la décomposition de la tâche d'interaction ORIENTATION d'entité jusqu'à son plus bas niveau à l'aide du formalisme CTT [Mori et al. 2002].

5.5.2 Formalisation CTT pour la tâche « ORIENTATION d'entité »

Sur la base du schéma de la Figure 49, la décomposition de la tâche « ORIENTATION d'entité » à l'aide du formalisme CTT [Mori et al. 2002], met en évidence les plus bas niveaux suivants :

- « Saisir le sens » ;
- « Sélectionner le sens » ;
- « Entrer le nombre de degrés de rotation » ;
- « Déplacer l'entité » ;
- « Entrer le nombre de degrés de rotation axe par axe ».

Dans cette décomposition, nous faisons aussi intervenir la sélection de l'entité à orienter, action nécessaire pour identifier l'entité à orienter. Cette action est commune à toutes les dimensions mais ne fait pas forcément appel aux mêmes techniques d'interaction et dispositifs d'interaction. Les niveaux « Sélection simple » et « Atteindre emplacement de(s) entité(s) » ne sont pas nouveaux et ont déjà été présentés et analysés aux paragraphes 5.3.3 et 5.3.4. Ils sont directement hérités de la tâche d'interaction « SELECTION d'entité(s) » et sont à l'origine des atomes d'interaction « Identification » et « Navigation ». La décomposition proposée a déjà été mise en valeur au paragraphe 5.4.4 pour l'analyse du niveau « Sélectionner la position 1 D » de la tâche d'interaction « INDIQUER une POSITION ».

La décomposition de la Figure 50 peut sembler redondante mais nous souhaitons cependant nous astreindre à cette discipline quitte à dégager une simplification d'ordre plus général par la suite. Nous pensons en effet, à ce stade de l'analyse, que les dispositifs peuvent différer en fonction des dimensions. Nous laissons pour le moment de côté le niveau concernant l'espace de dimension N pour y revenir plus loin dans l'étude.

En s'appuyant sur ces premières constatations, nous poursuivons nos développements afin de déterminer les atomes d'interaction possible pour chacun de ces mêmes niveaux. Pour ce faire, nous tentons dans un premier temps de raccrocher les techniques d'interaction les plus adaptées parmi celles proposées par Foley avant de faire appel aux techniques d'interaction de David les plus à même d'englober les techniques d'interaction de Foley.

Cette stratégie, mise en avant en partie 5.2, permet ainsi d'identifier les éléments nécessaires pouvant remplir le rôle d'atome d'interaction.

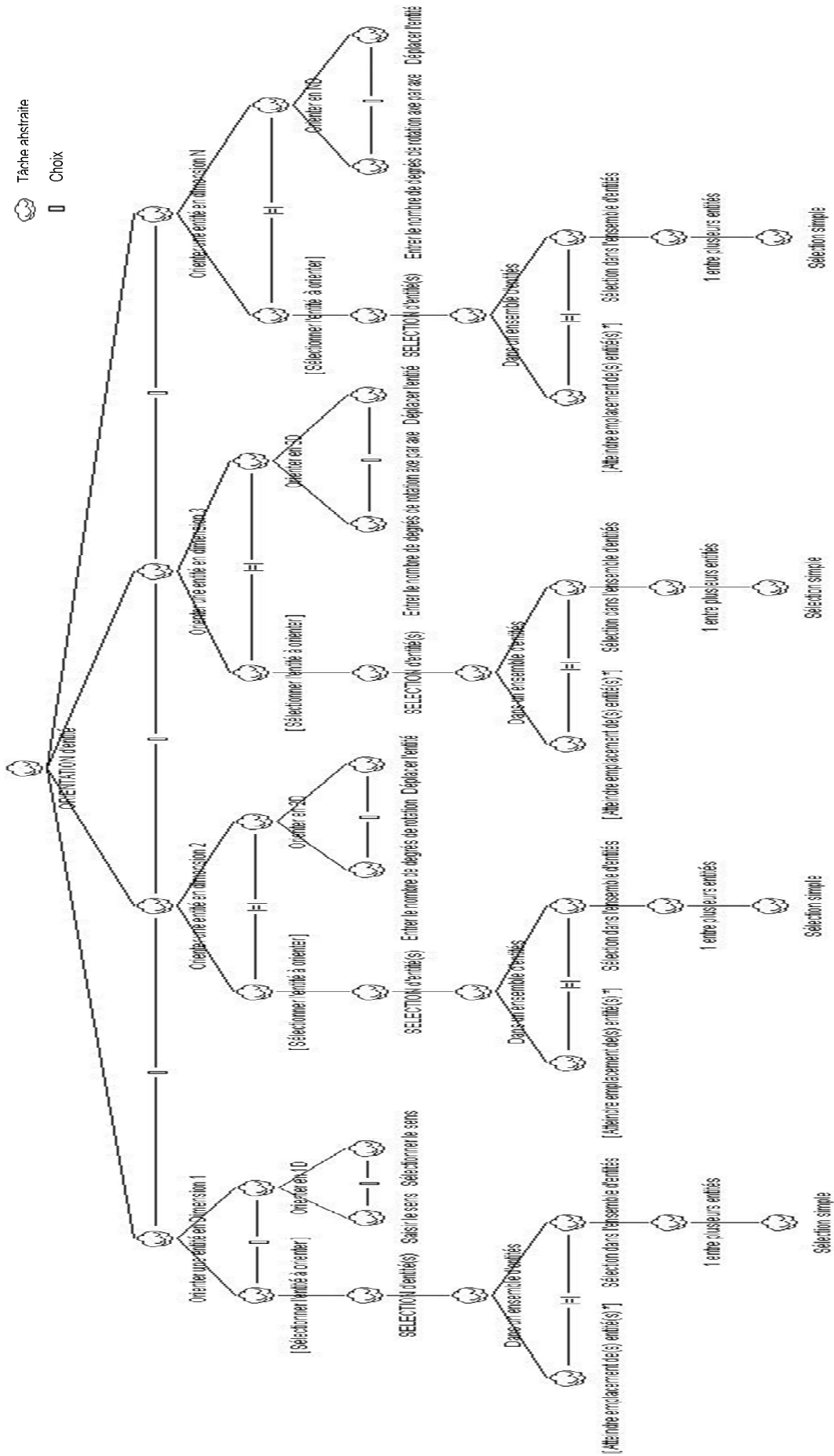


Figure 50 : Formalisation CTT pour la tâche d'interaction « ORIENTATION d'entité ».

5 Les atomes d'interaction

5.5.3 Niveau « Saisir le sens »

Le niveau « Saisir le sens » fait référence à la notion d'entrer la valeur du sens d'orientation.

5.5.3.1 Les techniques d'interaction de Foley associées

En se basant sur les techniques d'interaction de Foley concernant la tâche d'interaction ORIENTATION on obtient :

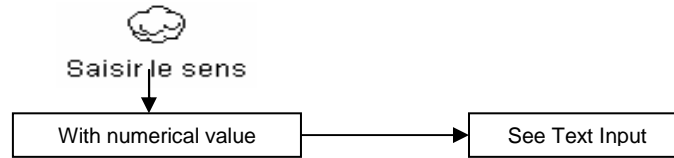


Figure 51 : Niveau « Saisir le sens » et techniques d'interaction de Foley associées.

La technique d'interaction de Foley « With numerical value » est la seule susceptible de correspondre aux besoins. Foley associant cette technique à la tâche d'interaction SAISIE de TEXTE, nous faisons apparaître cette dernière sans pour autant poursuivre son développement (voir remarques similaires aux paragraphes 5.3.3 et 5.4.3).

5.5.3.2 Les techniques d'interaction de David associées

Au travers de la taxonomie de David, on peut logiquement associer la technique d'interaction « Valeurs » à la technique d'interaction de Foley « With numerical value ». La technique d'interaction « Valeurs » étant cependant déjà associée à la technique d'interaction de Foley « With numerical coordinates » (paragraphe 5.4.3), il semble naturel de traduire dans le schéma de la Figure 52 l'ensemble de ces possibilités.

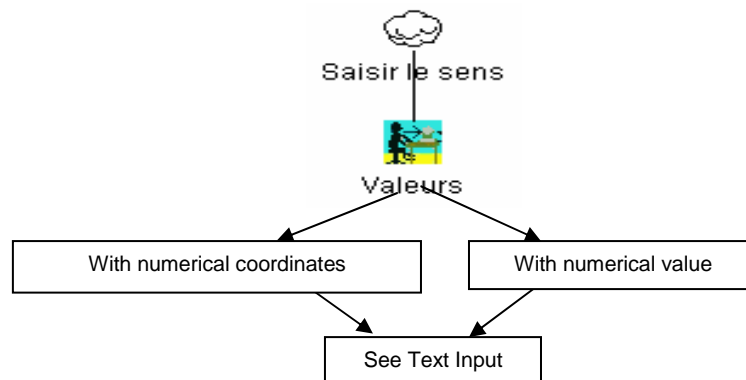


Figure 52 : Niveau « Saisir le sens » et techniques d'interaction de David et Foley associées.

5.5.3.3 Bilan provisoire de l'étude sur le niveau « Saisir le sens »

D'après les remarques du paragraphe 5.4.3, nous mettons en avant quelques réflexions. On constate en effet, que la technique d'interaction « Valeurs », ne donne aucune information sur le type de valeur (positives, négatives, décimales, entières,...) qu'elle permet de saisir. Il est, de plus, difficile de pouvoir retenir un atome d'interaction en rapport à la saisie de valeurs sans avoir au préalable exploré les tâches d'interaction QUANTIFIÉ et SAISIE de TEXTE qui pourraient faire apparaître des décompositions plus à même de répondre à nos attentes. Nous décidons de ne pas développer plus avant ce besoin et souhaitons compléter cette analyse en fonction des résultats futurs.

5.5.4 Niveau « Sélectionner le sens »

Ce niveau de sélection offre la possibilité à l'utilisateur de choisir le sens d'orientation dans un espace à une dimension. Dans cet espace, l'utilisateur doit donc opérer une sélection parmi deux sens (voir Figure 28). En partant du principe que ces sens peuvent être assimilés à des entités, nous faisons appel aux résultats de la tâche d'interaction « SÉLECTION d'entité(s) » (paragraphes 5.3.6, Figure 29, et

5 Les atomes d'interaction

5.3.7, Figure 32) et de la tâche d'interaction « INDIQUER une POSITION » (alinéa 5.4.4.1, Figure 39). S'agissant, pour l'utilisateur, de sélectionner un sens ou un autre, nous proposons une décomposition supplémentaire du niveau « Sélectionner le sens » en « Sélection simple ». En se fondant sur les résultats des études précédentes concernant le niveau « Sélection simple » et l'atome d'interaction Identification (alinéa 5.4.4.1), nous réutilisons les mêmes techniques d'interaction de Foley ajoutées à celles de la tâche d'interaction ORIENTATION parmi les plus pertinentes.

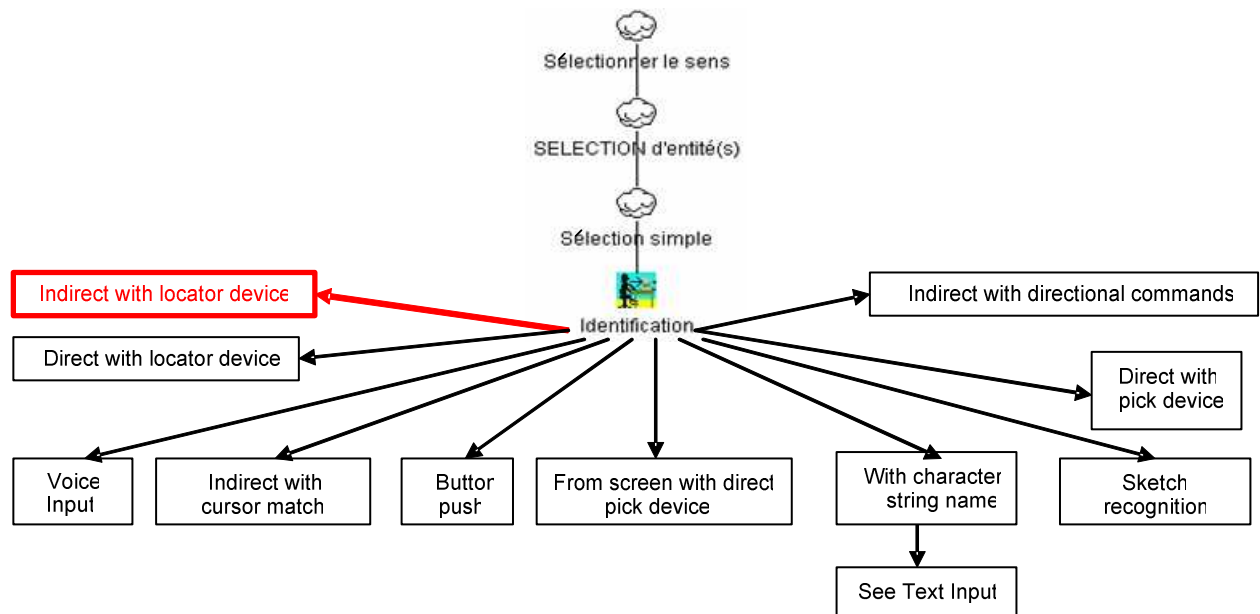


Figure 53 : Niveau « Sélectionner le sens » et atome d'interaction associé.

La technique d'interaction « Indirect with locator device », liée aux deux tâches d'interaction de Foley POSITION et ORIENTATION, apparaît en rouge.

5.5.5 Niveau « Entrer le nombre de degrés de rotation »

Le niveau « Entrer le nombre de degrés de rotation » met en avant la possibilité pour l'utilisateur de saisir l'angle d'orientation d'une entité par valeurs numériques dans un espace de dimension 2. En faisant référence aux analyses des paragraphes 5.5.3 Niveau « Saisir le sens » et 5.4.3 Niveau « Saisie de coordonnées 1 D », on obtient la décomposition suivante :

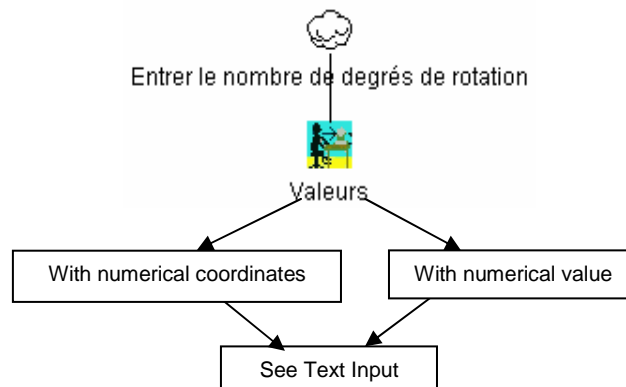


Figure 54 : Niveau « Entrer le nombre de degrés de rotation » et technique d'interaction de David et Foley associées.

Pour les mêmes raisons évoquées aux paragraphes 5.5.3 et 5.4.3, nous décidons de ne pas développer plus avant ce besoin et souhaitons compléter cette analyse en fonction des prochains résultats.

5 Les atomes d'interaction

5.5.6 Niveau « Déplacer l'entité »

Ce niveau répond au besoin de déplacer une entité dans le but de l'orienter.

5.5.6.1 Les techniques d'interaction de Foley associées

D'après les techniques d'interaction de Foley de la tâche d'interaction ORIENTATION on obtient :

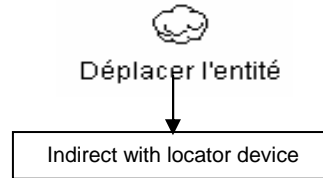


Figure 55 : Niveau « Déplacer l'entité » et technique d'interaction de Foley associé.

5.5.6.2 Les techniques d'interaction de David associées

Au travers des techniques d'interaction de la taxonomie de David, on ne détermine aucune technique susceptible de répondre à ce besoin précis.

5.5.6.3 L'atome d'interaction « Déplacement »

En conclusion de l'étude sur le niveau « Déplacer l'entité », nous n'identifions pas de réelle possibilité de réponse quant à un atome d'interaction possible et proposons de reprendre la notion de « Déplacement » en tant qu'atome d'interaction.

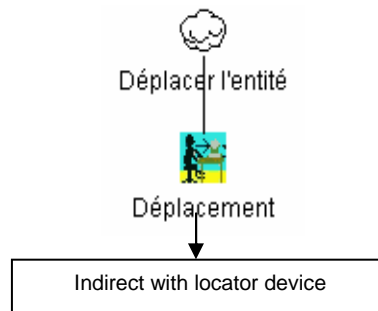


Figure 56 : Niveau « Déplacer l'entité » et atome d'interaction associé.

5.5.7 Niveau « Entrer le nombre de degrés de rotation axe par axe »

Au travers de ce niveau, il s'agit de saisir l'orientation d'une entité par valeurs numériques dans un espace de dimension 3. 3 rotations étant possible dans un tel espace, l'utilisateur saisit les degrés de rotation axe par axe (ex : X=0°; Y=-90°; Z = 0°). Nous obtenons le même découpage qu'aux paragraphes 5.5.3 et 5.5.5.

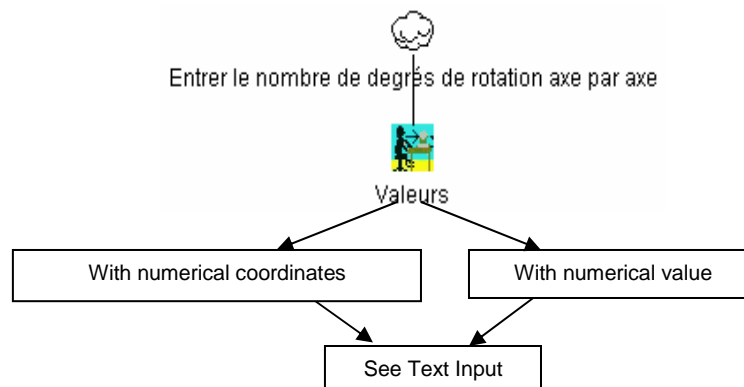



Figure 57 : Niveau « Entrer le nombre de degrés de rotation axe par axe » et techniques d'interaction de David et Foley associées.

5 Les atomes d'interaction

Pour les raisons évoquées aux paragraphes 5.5.3 et 5.4.3, nous pensons que cette analyse doit être complétée en fonction de l'étude des tâches d'interaction de Foley QUANTIFIEUR et SAISIE de TEXTE. Nous décidons de ne pas développer plus avant ce besoin et réservons la possibilité de compléter cette analyse en fonction des prochains résultats.

5.5.8 Bilan provisoire de l'étude sur la tâche d'interaction « ORIENTATION d'entité »

A titre provisoire, en attendant l'analyse complète des autres tâches d'interaction permettant de compléter l'étude, les résultats des travaux sur la tâche d'interaction « ORIENTATION d'entité(s) » sont récapitulés par l'arbre de décomposition de la **Figure 58**.

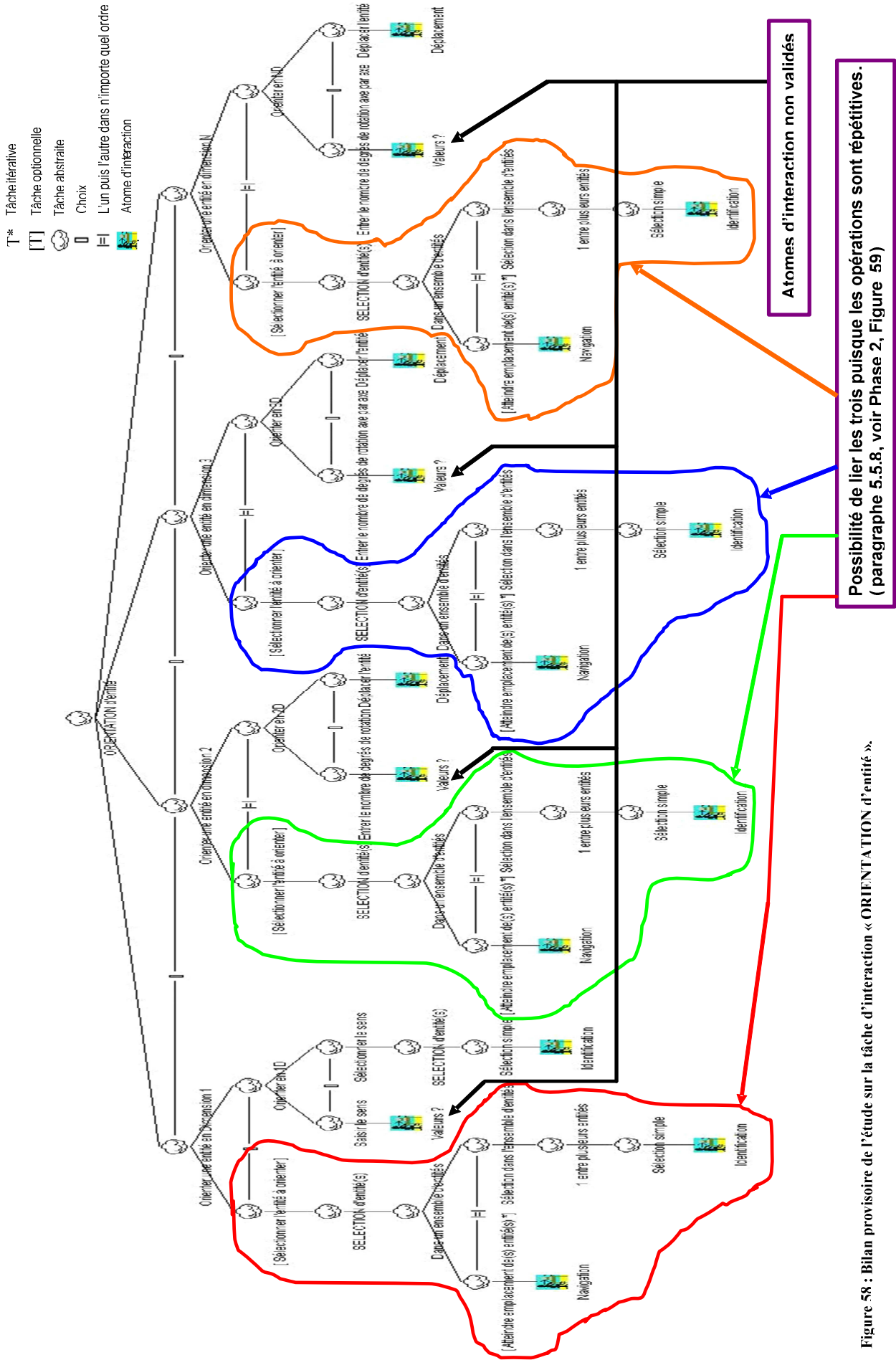
Les atomes d'interaction possibles dégagés sont représentés avec ce sigle : 

Cet arbre laissant apparaître des ressemblances et des redondances entre certaines branches, nous en proposons une simplification en 2 phases, résumées dans les **Figures 59** et **60**.

En attendant l'étude des autres tâches d'interactions, les atomes d'interaction suivants sont validés :

- « Identification » inspiré de David et lié à la désignation d'entité(s) ;
- « Navigation » offrant à l'utilisateur la possibilité de naviguer, de se déplacer dans un ensemble d'entités afin d'atteindre l'emplacement de l'entité ou des entités à sélectionner ;
- « Déplacement » permettant de déplacer une entité dans le but de l'orienter.

Il est à noter que cette décomposition n'est pas complète. En effet, les niveaux « Saisir le sens » et « Entrer le nombre de degrés de rotation axe par axe » n'offrent toujours pas d'atomes d'interaction satisfaisants et sont par conséquent encore dépendants de la décomposition des prochaines tâches d'interaction de Foley.



Possibilité de lier les trois puisque les opérations sont répétitives. (paragraphe 5.5.8, voir Phase 2, Figure 59)

Figure 58 : Bilan provisoire de l'étude sur la tâche d'interaction « ORIENTATION D'ENTITE ».

Phase 1 : Résultat de la simplification de l'arbre par élimination des répétitions

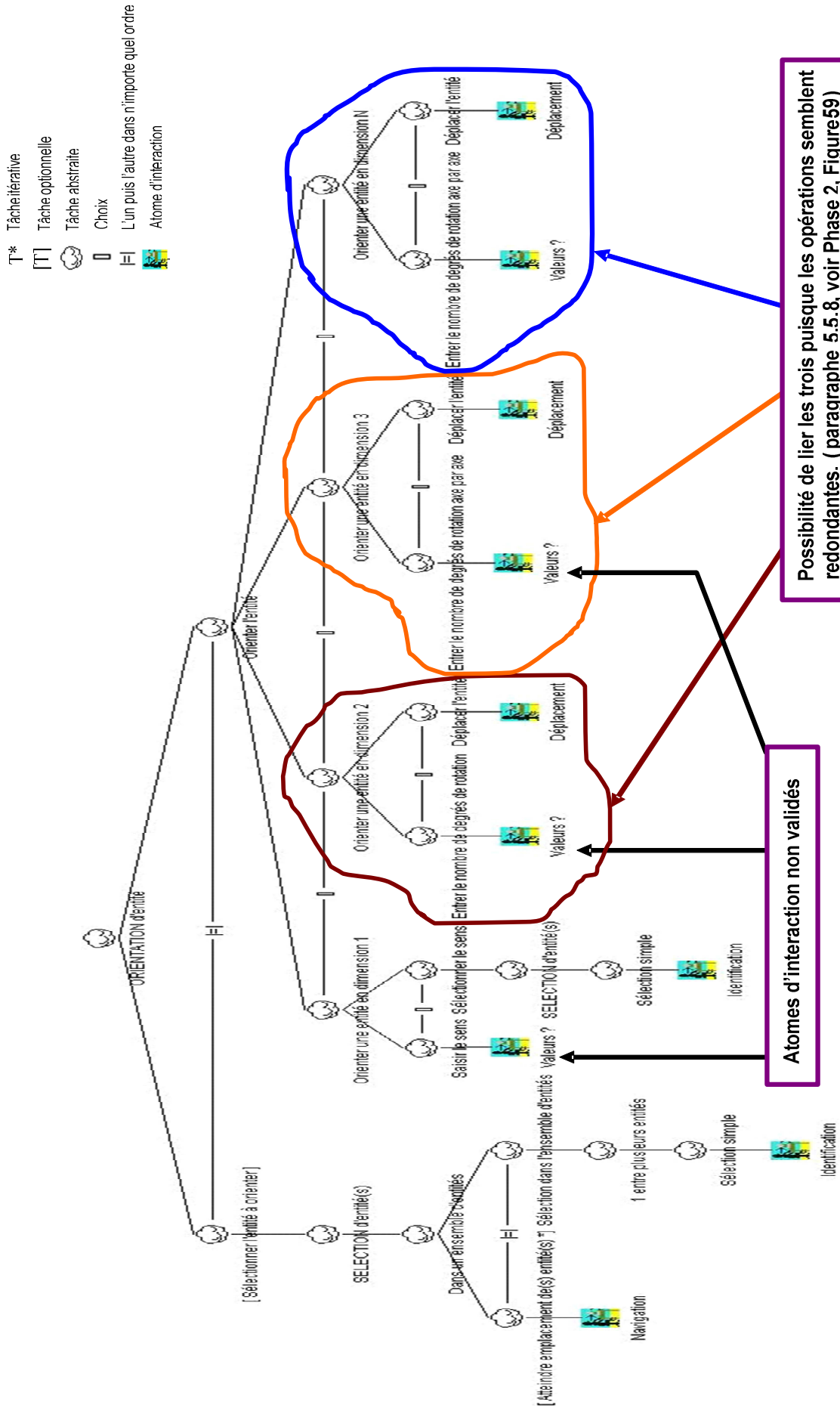


Figure 59 : Résultat de la phase 1 de simplification de la tâche d'interaction « ORIENTATION d'entité ».

Phase 2 : Résultat de la simplification de l'arbre par fusion des redondances

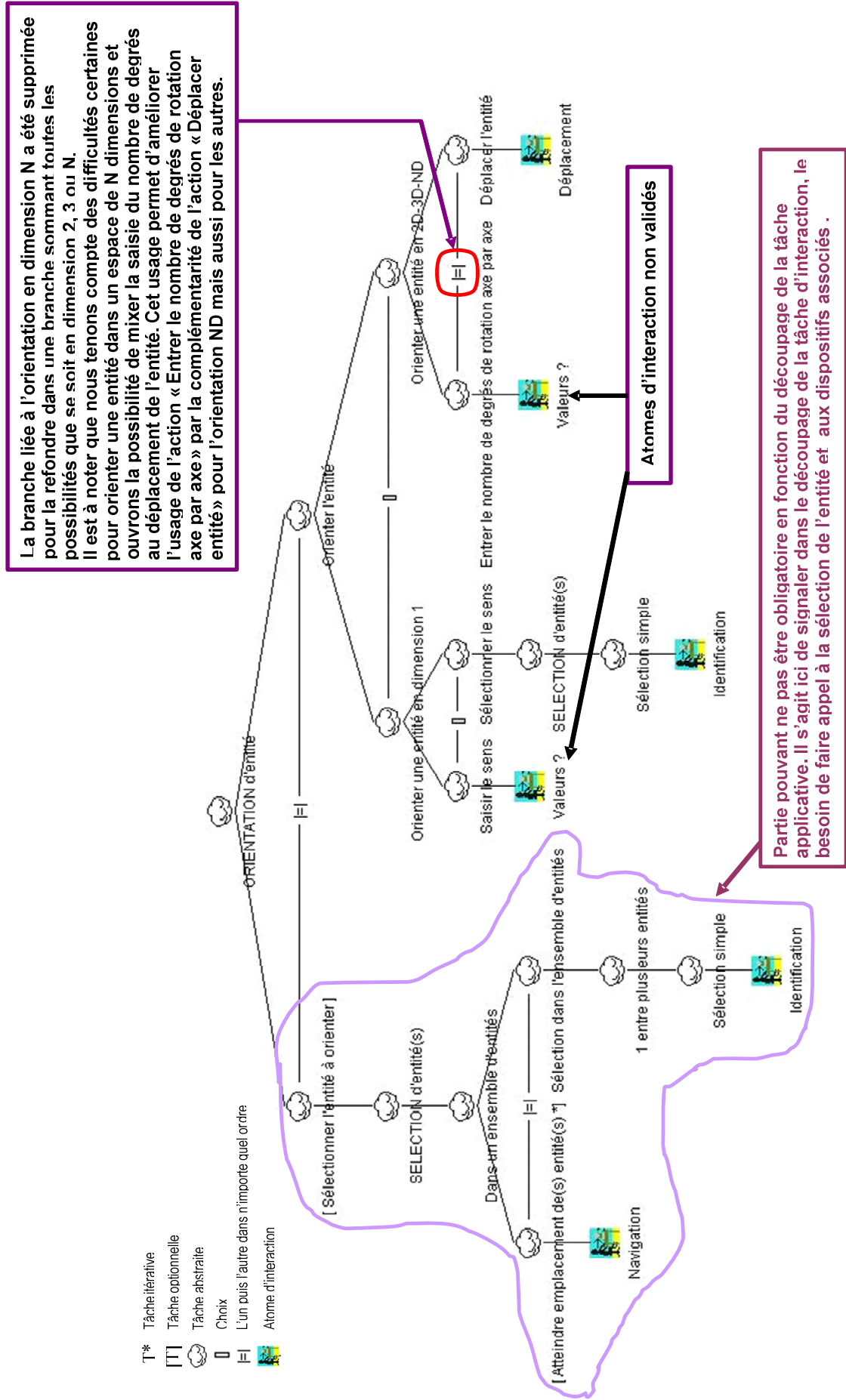


Figure 60 : Phase 2 de simplification de la tâche d'interaction « ORIENTATION d'entité ».

5.6 Analyse détaillée de la tâche d'interaction Chemin

5.6.1 Hypothèses et définitions

Pour développer cette partie nous utilisons le mot CHEMIN, traduction française du mot anglais « Path ». Concernant cette tâche d'interaction, Foley, [Foley et al. 1984] pages 22,35-36, propose la définition suivante :

« L'utilisateur construit un chemin, qui est une série de positions ou d'orientations créé pendant un temps fini. Nous considérons que la création d'un chemin est une tâche d'interaction fondamentale, même si elle consiste en d'autres tâches primitives (POSITION ou ORIENTATION), puisqu'elle fait intervenir la dimension fondamentale du temps et parce que nous pensons que la perception de la tâche par l'utilisateur s'en trouve modifiée. Dans la construction d'un chemin, les séries de positions ou d'orientations et leur ordre sont le centre d'intérêt de l'utilisateur ».

Les exemples cités par Foley pour étayer son argumentation font état de « chemin » de position généré par un utilisateur lors de la création d'une esquisse, du tracé d'une route sur une carte, du parcours d'un circuit imprimé ou de « chemin » d'orientations (et de positions) basé sur la simulation d'un vol au-dessus d'un paysage modélisé.

Les exigences dégagées par Foley pointent :

- le nombre maximum de positions ou d'orientations si ces dernières doivent être sauvegardées ; cette sauvegarde étant envisagée pour la création d'une forme mais pas pour une simulation de vol ;
- le besoin de connaître l'intervalle entre chaque élément du « Chemin », certains étant basés sur le temps avec un nouvel élément acquis pour un intervalle de temps spécifique (typiquement 33 ms pour une simulation temps réel) ;
- la dimension : 2-D ou 3-D ;
- le concept de boucle ouverte ou fermée, à savoir : tracé continu ou discret ;
- la résolution représentant l'ensemble des valeurs possibles (ex : 360°) ;
- le type : POSITION, ORIENTATION ou les deux.

Comme indiqué dans cette définition, l'utilisateur porte principalement son intérêt sur le « chemin » en lui-même. Dans le cas d'un tracé à main levée, par exemple, c'est le tracé qui importe à l'utilisateur et pas l'ensemble des points qui le compose. Il en va de même de l'orientation dans le cas d'un simulateur de vol.

Pour ce faire une idée plus précise de cette tâche d'interaction, il est essentiel d'en commenter les exigences afin de dégager les plus pertinentes d'entre elles :

- Le nombre maximum de positions ou d'orientations si ces dernières doivent être sauvegardées. Cette sauvegarde est envisagée pour la création d'une forme mais pas pour une simulation de vol.

Cette exigence peut éventuellement encore se poser sur certains dispositifs en fonction de leur(s) capacité(s) de stockage limitée(s). Ce type de critère pouvant aisément être rajouté au moment de la sélection des dispositifs adéquats, cette exigence ne semble, par conséquent, pas assez fondée pour être retenue dans le cas d'une décomposition de la tâche d'interaction CHEMIN suivant la logique par exigence établie en partie 5.2.

- L'intervalle entre chaque élément du « Chemin ». Certains tracés sont basés sur le temps avec un nouvel élément acquis pour un intervalle de temps spécifique (typiquement 33 ms pour une simulation temps réel). D'autres tracés sont, quant à eux, plus basés sur la distance, avec un élément acquis toutes les fois où une distance D préétablie intervient.

5 Les atomes d'interaction

Cette exigence dépend, là encore, en grande partie des capacités des dispositifs. Ce type de critère pouvant aisément être rajouté au moment de la sélection des dispositifs, nous ne retenons pas cette exigence pour la suite de l'étude.

- La dimension : 2-D ou 3-D.

Cette exigence peut être justifiée dans le sens où un tracé peut s'opérer dans des espaces 2D ou 3D. Nous l'amplifions cependant en rajoutant les espaces 1D et ND.

- Le concept de boucle ouverte ou fermée, à savoir : tracé continu ou discret.

Foley fait ici référence à un tracé de type discret : point par point, ou continu, c'est-à-dire un tracé à main levée. Compte-tenu de la définition de la tâche d'interaction CHEMIN, cette exigence n'est pas dénuée de fondement. C'est éventuellement une exigence possible à retenir pour une décomposition éventuelle.

- La résolution représentant l'ensemble des valeurs possibles (ex : 360°).

Cette exigence n'ayant pas été retenue pour les tâches d'interaction « INDIQUER une POSITION » et « ORIENTATION d'entité(s) », nous décidons de pas en tenir compte.

- Type : POSITION, ORIENTATION ou les deux.

Dans la mesure ou la définition de la tâche d'interaction CHEMIN de Foley, stipule qu'un chemin est composé soit d'un ensemble de positions, soit d'orientations ou des deux, nous ne pensons pas nécessaire de mettre à nouveau en valeur cette exigence.

A l'issue de l'analyse des exigences de la tâche d'interaction CHEMIN, seules les exigences « Boucle fermée ou ouverte » et « Espace 1D-2D-3D-ND » semblent se dégager et susciter un quelconque intérêt pour une décomposition possible. Les autres exigences citées par Foley n'apparaissent, en effet, pas comme clairement significatives voire indiscutablement nouvelles. Nous souhaitons, de plus, apporter une exigence supplémentaire, à savoir que la tâche d'interaction CHEMIN se déroule dans un repère global.

Il est aussi important d'ajouter que cette tâche d'interaction étant principalement constituée des tâches d'interaction POSITION (partie 5.4) et ORIENTATION (partie 5.5), son unique intérêt semble résider dans la sauvegarde ou l'enregistrement des différentes positions lors d'un tracé quelconque ou d'orientations / positions pour une simulation de vol afin d'offrir le feedback du déplacement voulu par l'utilisateur. Dans le cadre de la démarche de configuration de l'ordinateur porté basée sur l'indépendance par rapport aux contextes d'utilisation et aux dispositifs d'interaction, il ne paraît donc pas utile, à ce stade de l'étude, de faire appel à une tâche d'interaction autre que POSITION ou ORIENTATION.

On constate en définitive, que la définition même de la tâche d'interaction CHEMIN ne laisse pas apparaître une raison d'exister aussi marquée que les autres tâches d'interaction déjà étudiées précédemment. C'est aussi la seule tâche d'interaction dont la définition, les exigences et l'intérêt en général n'entrent pas pleinement en adéquation avec la démarche et les définitions précédentes. En fait, tant par ses exigences que par sa définition, cette tâche est bien trop proche des dispositifs d'interaction et des contextes d'utilisation desquels nous souhaitons rester en retrait.

Au terme de cette première analyse, nous pensons que les informations en notre possession ne sont pas suffisantes pour justifier l'existence et le besoin de la tâche d'interaction CHEMIN et établir une définition ainsi qu'une décomposition dans les règles. Il paraît ainsi nécessaire de se rapprocher d'autres définitions afin de déterminer une hypothèse de départ aussi complète que possible ou d'infirmer le besoin de la tâche d'interaction CHEMIN.

5 Les atomes d'interaction

5.6.2 Discussions et autres définitions possibles pour la tâche d'interaction CHEMIN

Dans ce paragraphe le but est d'identifier une définition plus parlante de la tâche d'interaction CHEMIN au travers des normes graphiques GKS, PHIGS et des théories de David [David 2006].

5.6.1.2 Définition suivant GKS [Bertrand 1985] (Annexe 1)

La norme GKS présente la classe d'entrée STROKE et en établit la définition suivante :

« Donne une série de positions dans l'espace World Coordinate (espace virtuel de coordonnées cartésiennes). Les positions sont fournies par l'opérateur qui positionne un locator input device à un certain nombre d'endroits différents. ».

Cette définition n'apporte pas plus de précisions que celle de Foley.

5.6.1.3 Définition suivant Phigs [Phigs 1989] (Annexe 1)

La norme Phigs propose des dispositifs logiques d'entrée. La définition retenue est la suivante :

« **Releveur de trajectoire (locator)** : engendre une suite de points plutôt qu'un point unique (suivi de contour, par exemple avec le bouton de la souris enfoncé) ».

La norme Phigs rejoint en partie la définition de Foley en faisant apparaître le terme de contour sensiblement similaire à celui de tracé. Cette définition ne permet cependant pas de progresser plus avant.

5.6.1.4 Définition suivant David [David 2006] (Annexe 1)

Concernant cette tâche d'interaction, David lui préfère le nom de TRAJECTOIRE et fournit la définition suivante : « intervalle entre éléments en fonction du temps ou de l'espace Nb de points, degrés de liberté. ». Cette définition offre un condensé de celle de Foley sans apporter d'éclairage nouveau.

5.6.1.5 Discussions

Les définitions de David, des normes GKS, Phigs et les remarques associées, n'apportent pas une définition plus parlante de la tâche d'interaction CHEMIN. La définition la plus précise de cette tâche d'interaction reste celle de Foley, considérée incomplète au paragraphe 5.6.1.

En regard de ces informations, nous décidons d'étudier directement les exemples proposés par Foley dans sa définition de la tâche d'interaction CHEMIN. Dans la suite de l'étude, nous déterminons les arbres de décomposition correspondants afin de faire éventuellement apparaître la tâche d'interaction CHEMIN. Au terme de cette étude, nous pensons être en mesure de justifier ou d'infirmer l'existence et le besoin de cette même tâche d'interaction.

5.6.3 Décomposition des exemples de Foley : « Etablir un tracé » et « Simulation de vol »

Les principaux exemples retenus sont inspirés directement de la définition de Foley :

- établir un tracé lors de la création d'une esquisse, du tracé d'une route sur une carte ou de l'indication du parcours d'un circuit imprimé ;
- pilotage d'un avion au-dessus d'un paysage dans une simulation de vol.

5.6.3.1 « Etablir un tracé »

Activité favorite de certains dessinateurs ou occasionnelle suivant le besoin des utilisateurs, l'établissement d'un tracé permet d'obtenir la création d'esquisses, le tracé d'une route sur une carte ou le parcours d'un circuit imprimé. En s'appuyant sur les exigences « Boucle fermée ou ouverte » et « Espace 1D-2D-3D-ND » dégagées au paragraphe 5.6.1, la décomposition de la tâche « Etablir un tracé » est présentée dans la **Figure 61** suivante :

5 Les atomes d'interaction

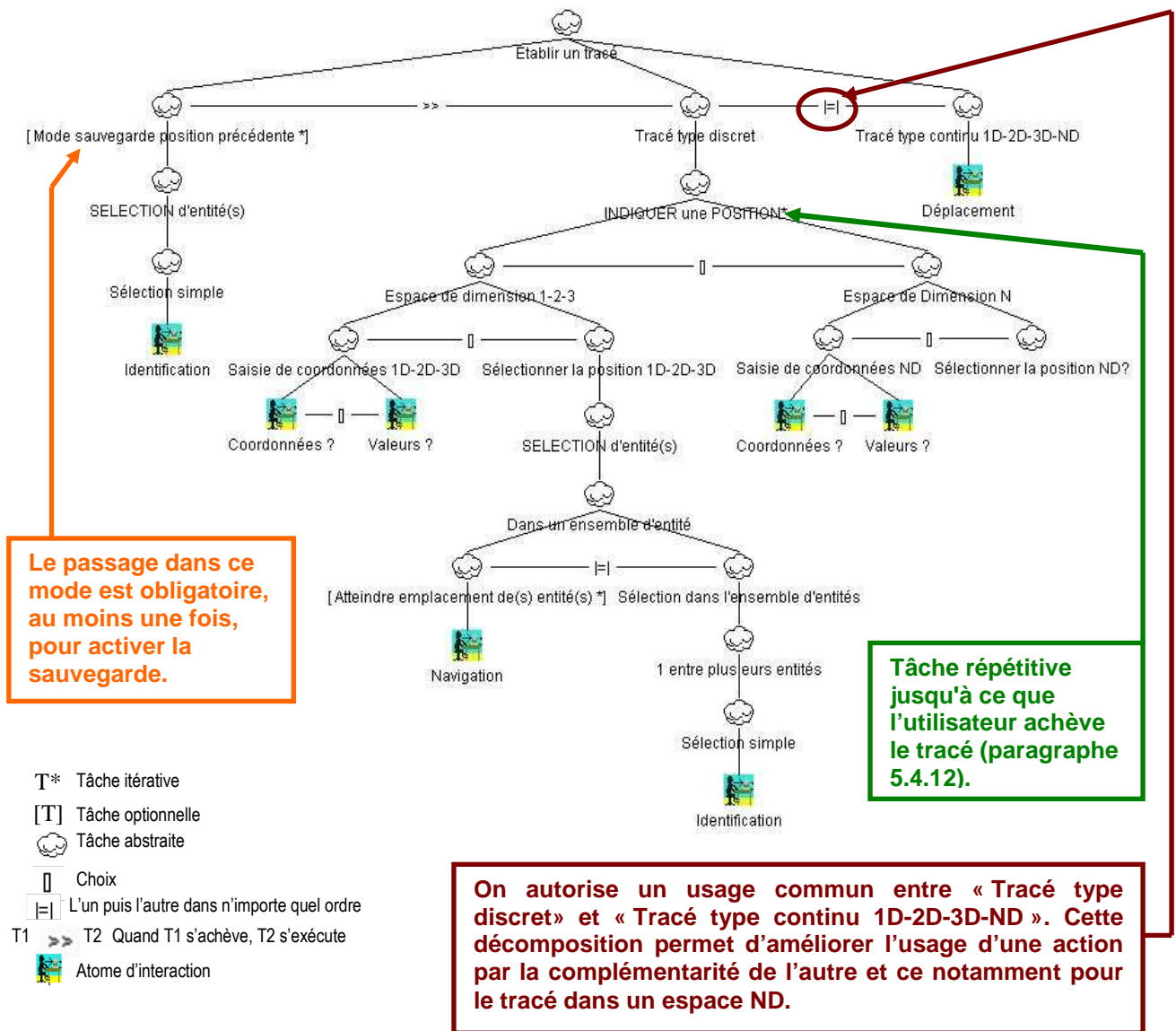


Figure 61 : Décomposition de la tâche applicative « Etablir un tracé ».

Nous considérons que l'exemple de la tâche applicative « Etablir un tracé » peut s'opérer de deux manières : un tracé de type discret, point par point où l'entrée d'un point se fait par la tâche d'interaction « INDIQUER une POSITION » et un tracé de type continu (à main levée) dans des espaces 1D-2D-3D-ND.

Dans l'établissement d'un tracé, chaque point (ou position) indiqué est relié automatiquement au précédent et l'ensemble des positions est sauvegardé pour le feedback. Ceci est faisable par l'activation du « Mode sauvegarde position précédente ».

La décomposition CTT, de la Figure 61, offre ainsi deux branches possibles qui permettent d'obtenir des résultats différents suivant la logique informatique employée (feedback visuel dans notre exemple) :

- La branche « Tracé type discret » est basée sur l'utilisation de la tâche d'interaction « INDIQUER une POSITION » permettant d'acquérir une volée de points éloignés et reliés automatiquement par des courbes **Exemple 1a** (Figure 62) ou des segments **Exemple 1b** (Figure 63).

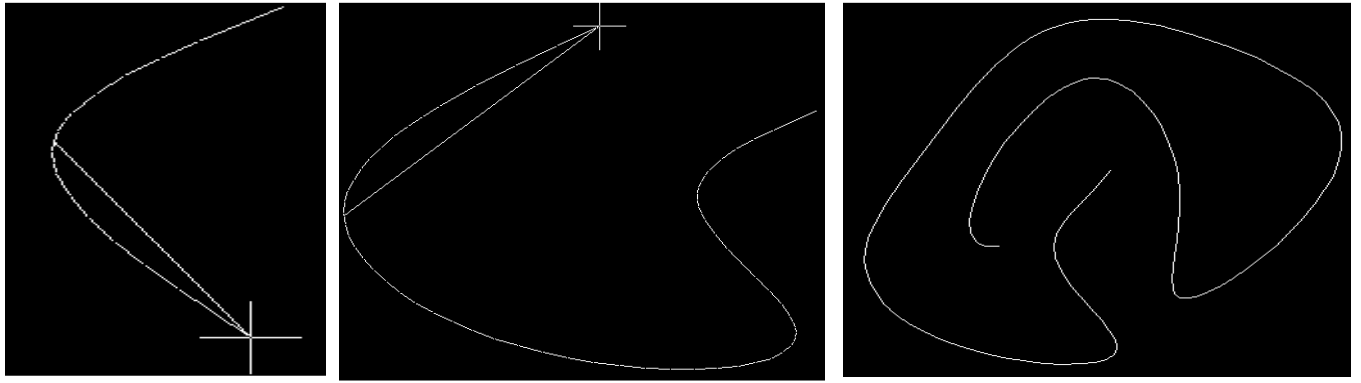


Figure 62 : Exemple 1a - établissement d'un tracé courbe point par point sous l'application « AutoCAD ».

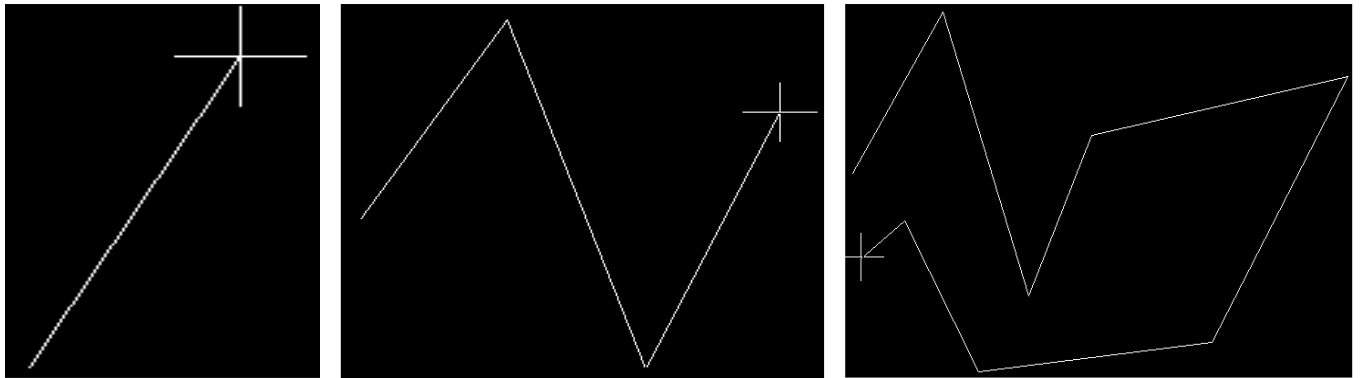


Figure 63 : Exemple 1b - établissement d'un tracé droit point par point sous l'application « AutoCAD ».

- La branche « Tracé type continu » permet d'obtenir un tracé de type main levée similaire à celui de l'**Exemple 2** (Figure 64). Pour aller plus loin, nous précisons que l'utilisateur sera amené à évoluer, à cheminer et à opérer un ou des déplacements d'un point A à un point B. Nous associons donc logiquement ces notions à l'atome d'interaction « Déplacement » déjà utilisé lors de la tâche d'interaction « ORIENTATION d'entité ».

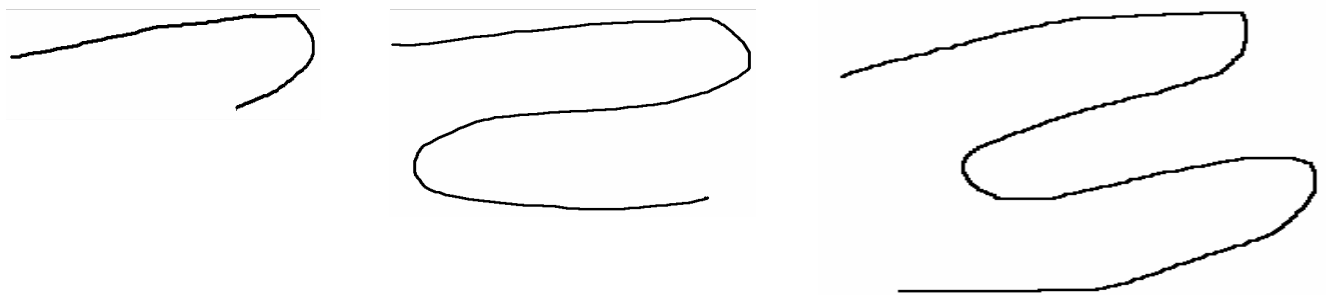


Figure 64 : Exemple 2 - établissement d'un tracé à main levée sous l'application « Paint » de Windows XP.

En conclusion de l'analyse de la tâche applicative « Etablir un tracé », la décomposition de la **Figure 61** ne laisse pas apparaître de nouveaux atomes d'interaction comme pour les tâches d'interaction précédentes. Nous notons cependant que cette tâche semble répondre favorablement aux critères permettant de la considérer comme une tâche d'interaction. Il est en effet possible de retenir 2 exigences principales « Boucle fermée ou ouverte » et « Espace 1D-2D-3D-ND » et associer l'atome d'interaction « Déplacement » sans passer par l'intermédiaire d'une autre tâche d'interaction.

5 Les atomes d'interaction

5.6.3.2 « Pilotage d'un avion dans une simulation de vol »

Nous axons cette fois l'étude sur un autre exemple de la tâche d'interaction CHEMIN de Foley : une simulation de vol au-dessus d'un paysage. Dans ce but, nous retenons une simulation de combat aérien comme centre de l'analyse et exposons ci-après les réflexions associées.

En aviation, le terme de cheminement signifie : « suivre les lignes naturelles caractéristiques bien visibles depuis un avion. Cette méthode peut être utilisée chaque fois qu'une partie du parcours amène à longer un repère naturel ou artificiel (autoroute, rivière importante) pendant un certain temps. Il est important de choisir de bons repères, facilement visibles et reconnaissables, comme les fleuves, les autoroutes, les côtes, les voies ferrées importantes. » ;

<http://www.aviationpassion.org/navigation.html>, *Les méthodes de navigation*. au 01/11/2007.

Une définition plus commune appelle aussi cheminement « le fait de se diriger, à vue, d'un point connu à un repère identifié, puis de celui-ci à un autre repère identifié. » ;

<http://www.techno-science.net/?onglet=glossaire&definition=904>, *Navigation à vue*. au 01/11/2007.

C'est cette dernière définition que nous retenons pour la suite de l'étude.

L'exemple s'appuyant sur une simulation de vol, nous décrivons une entité « Avion » progressant dans un espace de dimension 3. Cette progression est rendue possible par les gouvernes suivantes :

- gouverne de lacet (Yaw Control) ;
- aileron, Spoiler latéral (Roll Control) ;
- gouverne, stabilisateur horizontal (contrôle anti-tangage et compensation en cas de tangage).

On retrouve ici la définition retenue pour la tâche d'interaction « ORIENTATION d'entité » :



Figure 65 : Mise en lumière du tangage du roulis et du lacet dans un espace de dimension 3.

Le déplacement de l'entité « avion » se compose d'une suite de points différents permettant de faire évoluer l'avion dans son décor.

Dans une simulation de vol simplifiée (exemple « *Ace Combat X : Skies of Deception* », Figure 66), l'utilisateur ne s'occupe pas lui-même de saisir les points, mais simplement de mettre ou non les gaz et d'orienter l'appareil suivant les axes de la Figure 65 précédente. La position de l'avion est ainsi calculée par le système et le feedback graphique, c'est à dire la modification du décor, et ajustée en fonction des actions de l'utilisateur.

La simulation suivante, tirée du jeu « *Ace Combat X : Skies of Deception* », Figure 66, à l'avantage de nous propulser au cœur du sujet et de nous présenter un avion devant faire face à deux problèmes à têtes chercheuses. Ce jeu n'est que très peu basé sur le pilotage à proprement parler mais plus sur l'action. Les commandes de pilotage sont donc limitées et se concentrent surtout sur les managements de base :

- la diminution ou l'augmentation de la vitesse ;
- l'orientation autour du repère local à l'entité ;
- les commandes servant aux différentes armes.

5 Les atomes d'interaction



Figure 66 : Image tirée du jeu « Ace Combat X : Skies of Deception ».

Les Figure 67 et 68 ci après présentent les phases de décomposition successives et simplifiées de la tâche « Pilotage d'un avion dans une simulation de vol ». Par souci d'efficacité, nous ne faisons volontairement pas apparaître le verrouillage automatique des cibles ni tout ce qui est pris en compte par le système, comme l'enregistrement de l'action pour une rediffusion ultérieure.

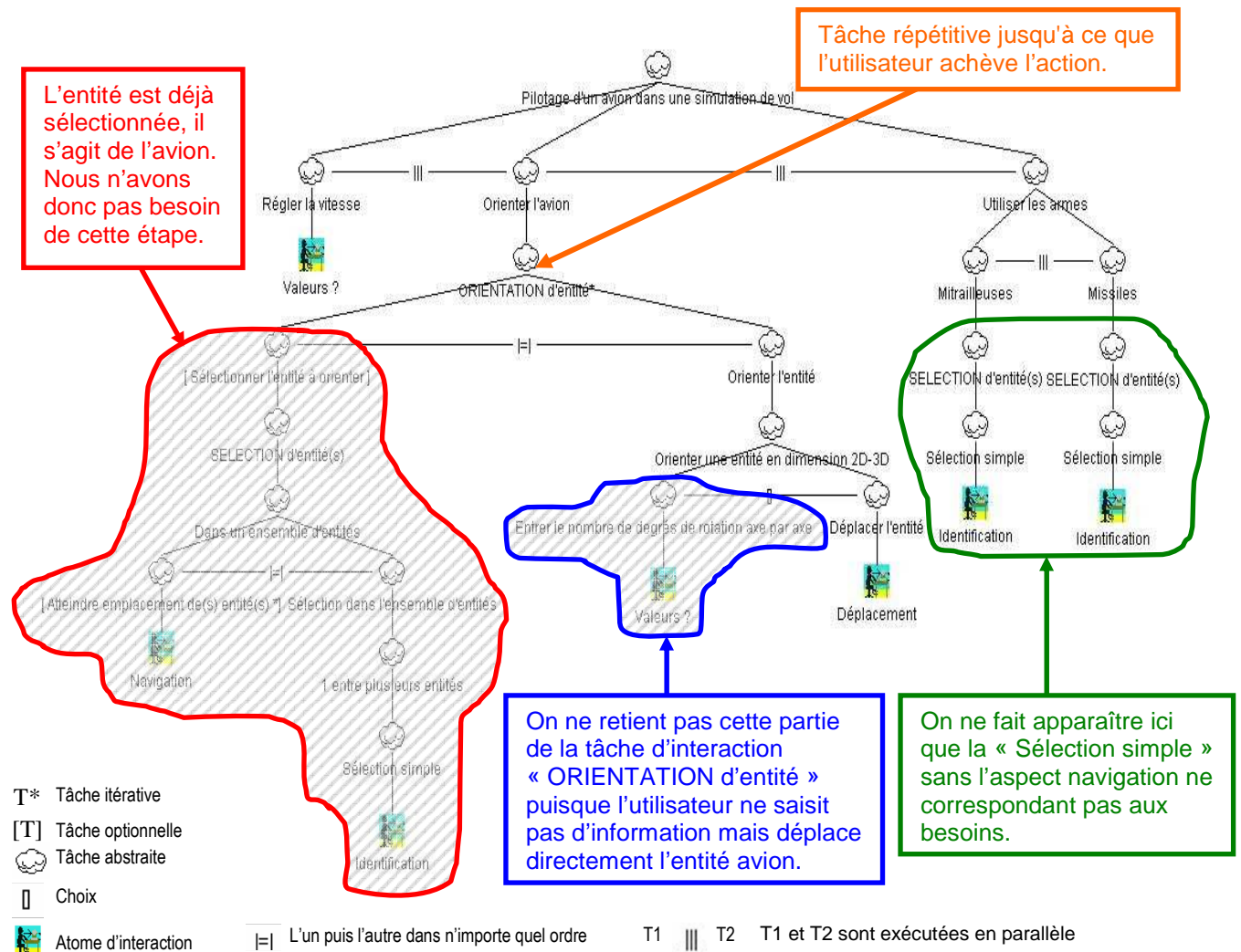


Figure 67 : Phase 1 de la décomposition de la tâche applicative « Pilotage d'un avion dans une simulation de vol ».

5 Les atomes d'interaction

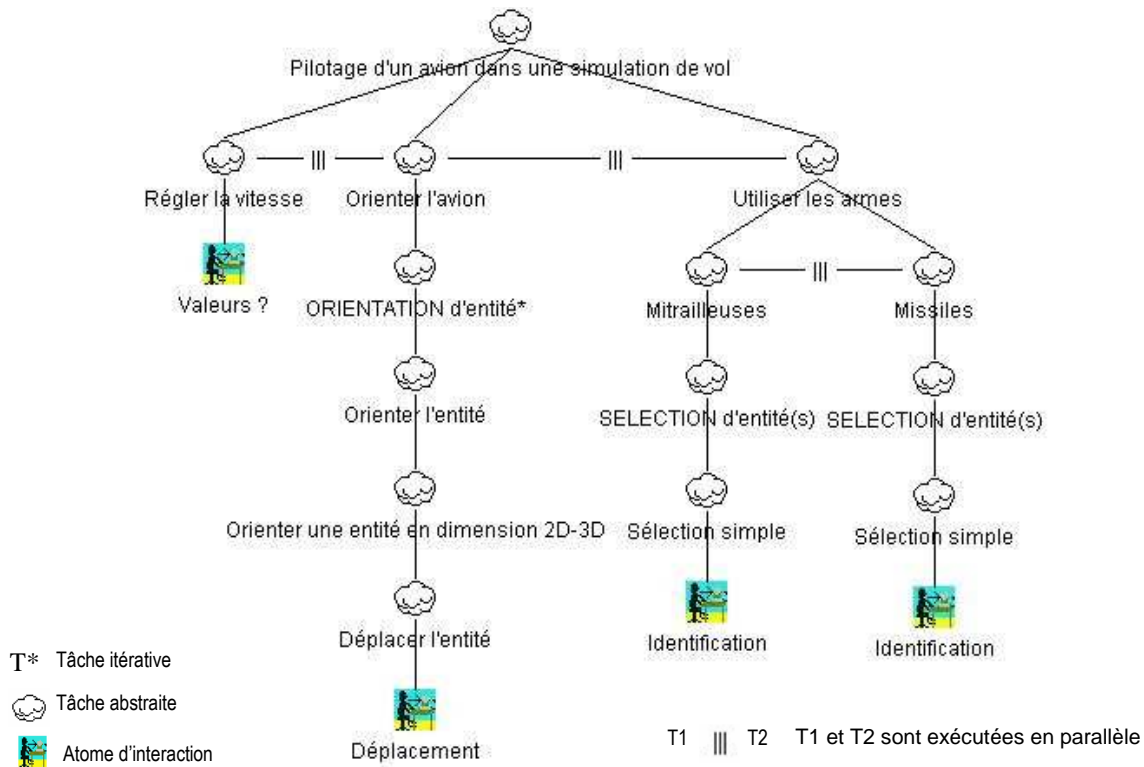


Figure 68 : Phase 2 de la décomposition de la tâche applicative « Pilotage d'un avion dans une simulation de vol ».

Au terme de l'analyse de l'exemple « Pilotage d'un avion dans une simulation de vol », la décomposition finale de la Figure 68 ne permet pas de dégager de nouveaux atomes d'interaction.

5.6.4 Conclusion de l'étude menée sur la tâche d'interaction CHEMIN

Durant la partie 5.6 nous avons analysé en détail la tâche d'interaction CHEMIN de Foley. Cette démarche a conduit dans un premier temps à étudier en profondeur la définition de la tâche d'interaction de Foley et les exigences dégagées par ce dernier (paragraphe 5.6.1). Cette réflexion n'a cependant pas permis de justifier l'existence et le besoin de la tâche d'interaction CHEMIN et d'établir une définition et une décomposition dans les règles. Il devenait ainsi nécessaire de se rapprocher d'autres définitions afin de déterminer une hypothèse de départ aussi complète que possible ou d'infirmer le besoin de la tâche d'interaction CHEMIN. Dans un deuxième temps, nous avons ainsi tenté d'identifier une définition plus parlante de la tâche d'interaction CHEMIN au travers des normes graphiques GKS et PHIGS et des théories de David [David 2006] (paragraphe 5.6.2). Cette stratégie n'a là encore pas apporté d'informations susceptibles de répondre à nos besoins. En regard de ce constat, nous avons décidé, dans un troisième temps, d'étudier directement les exemples proposés par Foley dans la définition de la tâche d'interaction CHEMIN afin d'être à même de justifier ou d'infirmer l'existence et le besoin de cette même tâche d'interaction (paragraphe 5.6.3). Les deux exemples retenus : « Etablir un tracé » et « Pilotage d'un avion dans une simulation de vol » ont été décomposés sans fournir de nouveaux atomes d'interaction. Nous avons cependant noté que la tâche applicative « Etablir un tracé » (alinéa 5.6.3.1) semblait répondre favorablement aux critères permettant de la considérer comme une tâche d'interaction. Il est en effet possible de retenir 2 exigences principales « Boucle fermée ou ouverte », « Espace 1D-2D-3D-ND » et d'associer l'atome d'interaction « Déplacement » sans passer par l'intermédiaire d'une autre tâche d'interaction ce qui confirme l'exemple « Etablir un tracé » comme tâche d'interaction à part entière.

En fonctions de ces développements, on retient l'exemple « Etablir un TRACE » comme tâche d'interaction à part entière et on pose la définition de l'hypothèse suivante :

5 Les atomes d'interaction

La tâche d'interaction « Etablir un TRACE » représente l'action de construire un tracé dans un espace de 1, 2, 3 dimensions ou plus dans un repère global. Ce tracé peut être construit de manière discrète, c'est-à-dire point par point, ou de manière continue, à main levée.

A titre provisoire, en attendant l'analyse complète des autres tâches d'interaction, nous présentons les résultats des travaux sur la tâche d'interaction « Etablir un TRACE » au travers de l'arbre de décomposition récapitulatif de la Figure 61.

Les atomes d'interaction possibles dégagés sont représentés avec ce sigle :



En attendant l'étude des autres tâches d'interactions, les atomes d'interaction suivants sont validés :

- « Identification » inspiré de David et lié à la désignation d'entité(s) ;
- « Navigation » offrant à l'utilisateur la possibilité de naviguer, de se déplacer dans un ensemble d'entités afin d'atteindre l'emplacement de l'entité ou des entités à sélectionner ;
- « Déplacement » déjà évoqué pour la tâche d'interaction « ORIENTATION d'entité » (paragraphe 5.5.8) et permettant dans ce cas précis, d'établir un déplacement dont le but est de définir un tracé.

Il est à noter que cette décomposition n'est pas complète. En effet, les niveaux « Saisi de coordonnées 1D-2D-3D » et « Espace de Dimension N » de la tâche d'interaction « INDIQUER une POSITION » n'offrent toujours pas d'atomes d'interaction satisfaisants et sont encore dépendants de la décomposition des prochaines tâches d'interaction de Foley (paragraphe 5.4.12).

5.7 Analyse détaillée de la tâche d'interaction QUANTIFIER

5.7.1 Hypothèses et définitions

Concernant cette tâche d'interaction, Foley, [Foley et al. 1984] pages 23, 36-37, en fait la définition suivante : « L'utilisateur spécifie une valeur pour quantifier une mesure, comme la hauteur d'une entité ou la valeur en ohms d'une résistance ».

Les exigences dégagées par ce dernier pointent :

- la résolution exprimée comme le nombre d'unités résolubles à spécifier :
les exemples cités par Foley font état de l'âge requérant environ 120 unités et les valeurs d'angle requérant 360 unités.
- le mode de saisie continu ou discret.
Foley fait ici référence non pas à la saisie de valeurs continues ou discrètes mais à la façon de saisir une quantité (une valeur) :
 - le mode de saisie continue fait référence à l'utilisation de technique de type scrollbar ou de type cadran lié au potentiomètre permettant de faire varier une valeur, de manière continue, jusqu'à fournir celle souhaitée par l'utilisateur ;
 - le mode de saisie discret fait référence à une saisie de valeur au clavier.

Une brève analyse de ces informations permet de constater que nous ne sommes pas complètement en accord avec les exigences de Foley. Nous pointons tout particulièrement l'exigence du mode de saisie continu ou discret que nous trouvons incohérent avec l'objectif d'indépendance vis-à-vis des dispositifs d'interaction et des contextes d'utilisation. De plus, la définition de Foley en elle-même ne semble pas assez complète puisque ne précisant pas le type de valeur à saisir.

Afin de consolider une définition et des exigences aussi complètes que possible, il est nécessaire de se rapprocher d'autres définitions.

5 Les atomes d'interaction

5.7.1.1 Définition suivant GKS [Bertrand 1985] (Annexe 1)

La norme GKS met en avant le système d'entrée logique « **Valuator** » permettant de fournir à l'application des valeurs réelles ou entières bornées. Cette seule définition offre déjà un complément de celle de Foley sur les types de valeurs possibles. Nous ne sommes cependant pas en phase avec la saisie de valeurs réelles puisque considérées comme infinies en mathématiques. Les valeurs entières semblent en définitive plus naturelles à la saisie que des valeurs décimales, réelles, booléennes etc...

5.7.1.2 Définition suivant Phigs [Phigs 1989] (Annexe 1)

Suivant la norme Phigs, le dispositif logique d'entrée « **Entrée de scalaire (valuator)** » autorise de renvoyer un réel. Cette définition, très proche, de celle de GKS, est principalement basée sur la saisie de valeurs réelles avec laquelle nous ne sommes pas en phase. Cette définition n'apporte pas d'éclairages supplémentaires.

En fonction de cette analyse, il est possible de dégager les exigences suivantes :

- les valeurs au grand complet, peuvent être connues ou inconnues. On rejoint ici l'exigence de Foley concernant la résolution exprimée comme le nombre d'unités résolubles à spécifier. Les exemples cités par Foley font état de l'âge requérant environ 120 unités et les valeurs d'angle requérant 360 unités ;
- les signes mathématiques tels la décimale, les signes « + » ou « - », la racine : « $\sqrt{\quad}$ » ou la fraction etc.. sont appréciées par nous comme des valeurs alphabétiques et non pas numériques. Nous citons l'exemple de la saisie de valeurs décimales considérée comme une tâche applicative faisant intervenir la saisie de valeurs numériques et alphabétiques ;
- la saisie de valeurs numériques entières naturelles est la partie la plus basse et naturelle concernant la saisie de valeur numérique de type chiffre ou nombre. On ne retient aucun autre ensemble, en fonction du deuxième point de nos exigences.

A ce niveau de l'étude nous « redéfinissons » la tâche d'interaction QUANTIFIER en **Saisie de VALEUR(s) NUMÉRIQUE(s)** et posons la définition de l'hypothèse suivante se voulant fédératrice de nos attentes et permettant de poursuivre la décomposition :

La tâche d'interaction « Saisie de VALEUR(s) NUMÉRIQUE(s) » représente l'action, pour un utilisateur, de saisir un chiffre ou des nombres entiers naturels, dans le but d'indiquer, de chiffrer, une quantité mesurable comme la hauteur d'une entité, la valeur en ohms d'une résistance, le montant d'une facture ou une valeur numérique entière naturelle quelconque. L'ensemble des valeurs possibles peut être connu (fixé) ou non (libre).

En faisant référence à cette définition nous déduisons le schéma récapitulatif suivant :

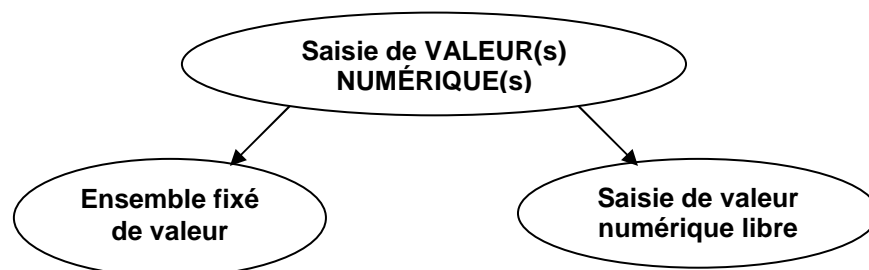


Figure 69 : Schéma récapitulatif de la tâche d'interaction « Saisie de VALEUR(s) NUMÉRIQUE(s) ».

Remarque : cet arbre est purement descriptif. Il représente graphiquement les attentes et exigences de la tâche « Saisie de VALEUR(s) NUMÉRIQUE(s) ».

5 Les atomes d'interaction

Sur la base de ces informations, nous décomposons la tâche d'interaction « Saisie de VALEUR(s) NUMÉRIQUE(s) » jusqu'à son plus bas niveau à l'aide du formalisme CTT [Mori et al. 2002].

5.7.2 Formalisation CTT pour la tâche « Saisie de VALEUR(s) NUMÉRIQUE(s) »



Figure 70 : Formalisation CTT pour la tâche d'interaction « Saisie de VALEUR(s) NUMÉRIQUE(s) ».

La décomposition de la tâche « Saisie de VALEUR(s) NUMÉRIQUE(s) » permet de faire apparaître les niveaux minimums suivants :

- « Ensemble fixé de valeur » ;
- « Saisie de valeur numérique libre ».

Afin de dégager les atomes d'interactions possibles pour chacun de ces niveaux, et en fonction de la stratégie présentée en partie 5.2, nous déterminons les techniques d'interaction de Foley et de David les plus adaptées et susceptibles de répondre à nos attentes.

5.7.3 Niveau « Ensemble fixé de valeur »

Le niveau « Ensemble fixé de valeur » met en avant le fait que l'ensemble des valeurs numériques possibles pour la tâche applicative sont bornées et connues. Nous nous inspirons ici de l'exemple de Foley pointant l'aspect des degrés de rotation allant de 0 à 360° et offrant à l'utilisateur, suivant le pas choisi, entre 0 et 359 possibilités de sélection.

5.7.3.1 Les techniques d'interaction de Foley associées

En s'appuyant sur les techniques d'interaction de Foley de la tâche d'interaction QUANTIFIÉ, on obtient :

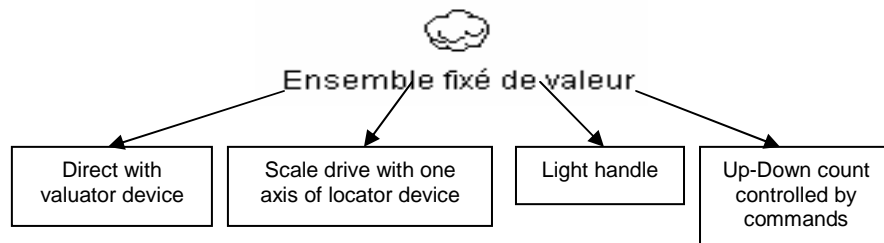


Figure 71 : Niveau « Ensemble fixé de valeur » et techniques d'interaction de Foley associées.

Compte-tenu des spécificités du niveau « Ensemble fixé de valeur », nous ne faisons pas intervenir la technique d'interaction « With character string value » non adaptée à un ensemble fixé de valeur numérique entière puisque ne prenant pas en compte l'aspect connu et borné des valeurs qui nous préoccupe. De plus, la technique d'interaction « With character string value » renvoie sur la tâche d'interaction SAISIE de TEXTE et les techniques d'interaction associées ce qui ne peut convenir puisque la tâche d'interaction « Saisie de VALEUR(s) NUMÉRIQUE(s) » est uniquement liée à la saisie de chiffres ou de nombres et non pas à la saisie de texte.

5.7.3.2 Les techniques d'interaction de David associées

Au travers de la taxonomie de David, on peut logiquement tenter d'associer la technique d'interaction « Valeurs » aux techniques d'interaction de Foley de la Figure 71. Cette dernière technique ne semble cependant pas adaptée à un ensemble fixé de valeur numérique entière puisque ne prenant pas en

5 Les atomes d'interaction

compte l'aspect connu et borné des valeurs. Ces propos sont confortés au travers des remarques et des techniques d'interaction de Foley qui lui ont déjà été associées auparavant : « With numerical coordinates » (paragraphe 5.4.3) et « With numerical value » (paragraphe 5.5.3). Ces mêmes techniques d'interaction renvoient sur la tâche d'interaction SAISIE de TEXTE et les techniques d'interaction en découlant ce qui ne peut convenir puisque la tâche d'interaction « Saisie de VALEUR(S) NUMÉRIQUE(S) » est uniquement liée à la saisie de chiffres ou de nombres et pas à la saisie de texte. Nous rappelons de plus que la technique d'interaction « Valeurs » ne donne aucune information sur les types de valeurs (positives, négatives, décimales, entières,...) qu'elle permet de saisir ce qui complique d'autant son utilisation.

5.7.3.3 Bilan provisoire de l'étude sur le niveau « Ensemble fixé de valeurs »

En conclusion de l'étude sur le niveau « Ensemble fixé de valeurs », on ne peut identifier au travers de Foley ou de David de réelle possibilité de réponse quant à un atome d'interaction possible.

En s'inspirant du niveau « Sélectionner la position 1 D » du paragraphe 5.4.4 de la tâche d'interaction « INDIQUER une POSITION », il est cependant possible d'émettre une hypothèse concernant le niveau « Ensemble fixé de valeur ». En effet, l'ensemble des valeurs étant borné et connu, et en partant du principe, dans ce cas précis, qu'une valeur peut être assimilée à une entité, il s'agit ainsi pour l'utilisateur d'opérer la sélection d'une entité dans un ensemble d'entités.

Sur la base des résultats de la partie 5.3 de la tâche d'interaction « SÉLECTION d'entité(s) » et aux remarques particulières du paragraphe 5.4.5, on obtient la décomposition de la **Figure 72** suivante, associant l'ensemble des techniques d'interaction de Foley les plus adaptées aux atomes d'interaction « Navigation » et « Identification ».

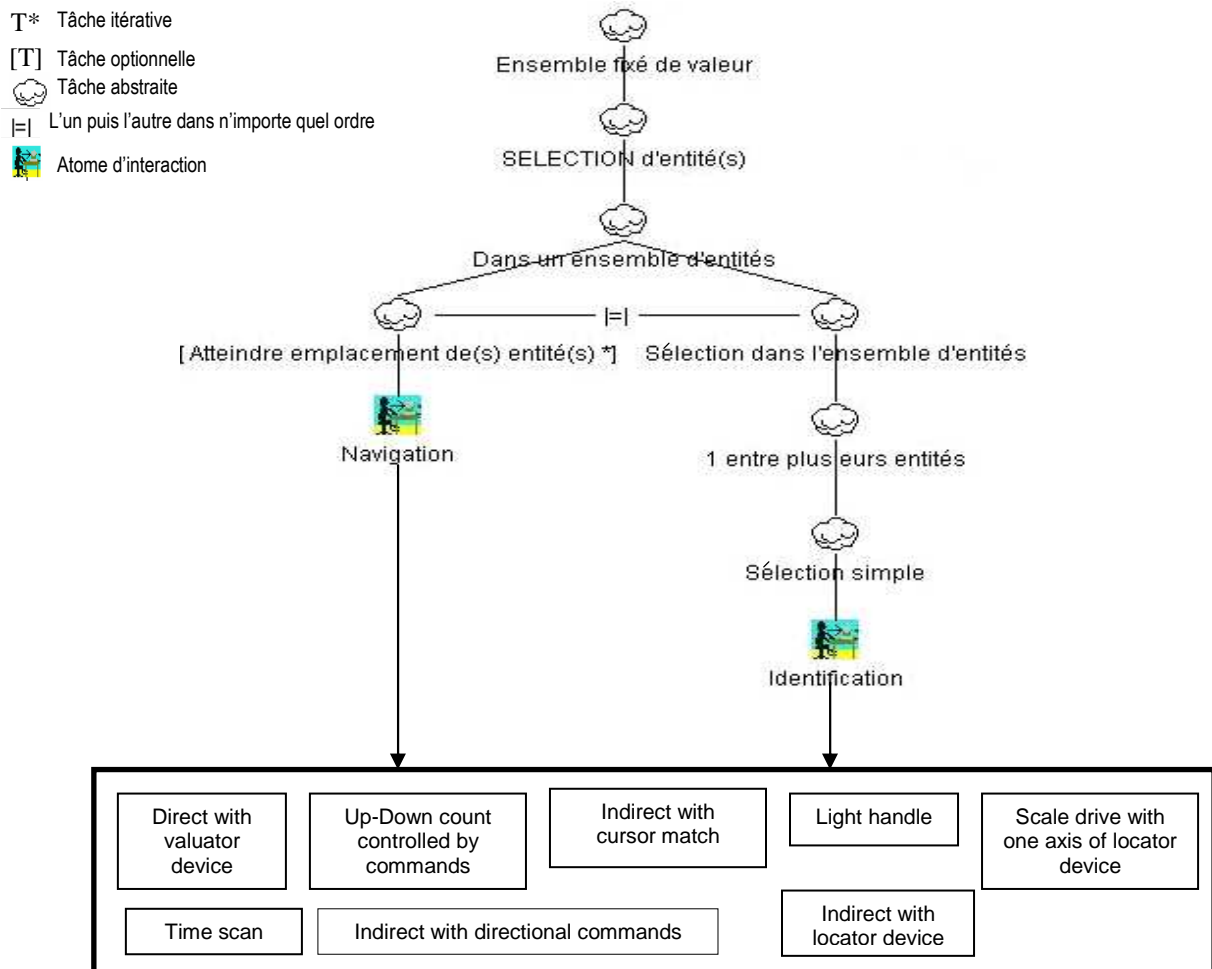


Figure 72 : Niveau « Ensemble fixé de valeur » et atomes d'interaction associés.

5 Les atomes d'interaction

Cette décomposition semble déjà plus naturelle. En effet, les atomes d'interaction « Navigation » et « Identification » conviennent au besoin de l'utilisateur de naviguer tout d'abord dans un ensemble fixé de valeurs puis d'identifier la valeur à retenir.

5.7.4 Niveau «Saisie de valeur numérique libre»

Le niveau « Saisie de valeur numérique libre » décrit que l'ensemble des valeurs numériques possibles pour la tâche applicative sont inconnues, non bornées du point de vue utilisateur et d'une quantité éventuellement non négligeable. On retient ici l'exemple de la saisie d'un montant, d'un code utilisateur de longueur inconnue ou d'une quantité quelconque. Ce besoin n'étant clairement pas pris en compte par Foley, nous tentons d'y répondre en déterminant les techniques d'interaction de Foley et de David les plus adaptées au besoin de l'utilisateur.

5.7.4.1 Les techniques d'interaction de Foley associées

En s'appuyant sur les techniques d'interaction de Foley de la tâche d'interaction QUANTIFIER, il est éventuellement possible de retenir la technique d'interaction « With character string value ». Cependant cette technique d'interaction renvoie sur la tâche d'interaction SAISIE de TEXTE et les techniques d'interaction associées ce qui ne peut convenir puisque, d'après l'hypothèse de définition de la tâche d'interaction « Saisie de VALEUR(s) NUMÉRIQUE(s) », cette dernière est uniquement liée à la saisie de chiffres ou de nombres et pas à la saisie de texte.

5.7.4.2 Les techniques d'interaction de David associées

Sur la base de la taxonomie de David, on retient logiquement la technique d'interaction « Valeurs » à laquelle on associe la technique d'interaction de Foley « With character string value » de la tâche d'interaction QUANTIFIER. La technique d'interaction « Valeurs » ayant déjà été associée aux techniques d'interaction de Foley « With numerical coordinates » (paragraphe 5.4.3) et « With numerical value » (paragraphe 5.5.3) nous traduisons dans le schéma de la **Figure 73** l'ensemble de ces possibilités.

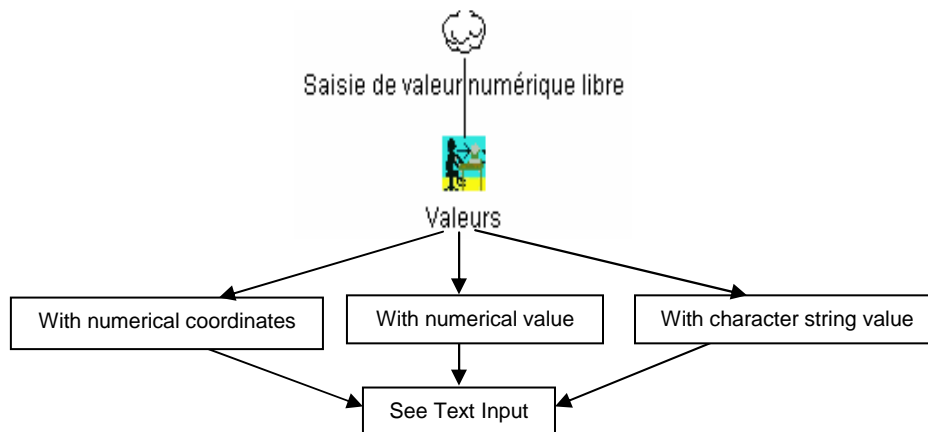


Figure 73 : Niveau « Saisie de valeur numérique libre » et techniques d'interaction de David et Foley associées.

Bien que séduisante, cette décomposition n'est pas adaptée à nos attentes. Tout d'abord, la technique d'interaction « Valeurs » de David ne donne aucune information sur les types de valeurs (positives, négatives, décimales, entières,...) qu'elle permet de saisir, ce qui ne répond pas aux besoins de la tâche d'interaction « Saisie de VALEUR(s) NUMÉRIQUE(s) ». De plus, les techniques d'interaction de Foley « With numerical coordinates », « With numerical value » et « With character string value » renvoient sur la tâche d'interaction SAISIE de TEXTE et les techniques d'interaction associées. Cet état de fait n'est donc pas concluant puisque, d'après l'hypothèse de définition, la tâche d'interaction « Saisie de VALEUR(s) NUMÉRIQUE(s) » est uniquement liée à la saisie de chiffres ou de nombres et pas à la saisie de texte.

5 Les atomes d'interaction

On ne peut pas non plus retenir la décomposition précédente, **Figure 72**, faisant appel à la tâche d'interaction « SÉLECTION d'entité(s) ». En effet, pour ce niveau, nous évoluons dans un ensemble de valeurs numériques de taille inconnue, non borné et dont les limites sont laissées à la discrétion de l'utilisateur uniquement.

5.7.4.3 L'atome d'interaction « Valeur(s) numérique(s) libre(s) »

En conclusion de l'analyse du niveau « Saisie de valeur numérique libre », nous n'avons pas identifié au travers de Foley ou de David de réelle possibilité de réponse quant à un atome d'interaction possible. A ce stade de l'étude, la généralité de la technique d'interaction « Valeurs » de David ne suffisant plus, nous introduisons l'atome d'interaction « Valeur(s) numérique(s) libre(s) » permettant à un utilisateur de saisir des valeurs numériques à sa discrétion.

Nous n'avons cependant encore aucune technique d'interaction à proposer pour cet atome d'interaction et souhaitons compléter cette étude en fonction des résultats futurs.



Figure 74 : Niveau « Saisie de valeur numérique libre » et atome d'interaction associé.

Remarque : Nous émettons quelques remarques et rappels sur notre stratégie d'analyse et les résultats en découlant. En effet, concernant l'atome d'interaction « Valeur(s) numérique(s) libre(s) » il paraît intuitivement évident que les dispositifs les plus adaptés semblent être des dispositifs de type saisie discrète tels que les claviers numériques ou alphanumériques.

Nous rappelons donc ici que nous avons volontairement choisi de recentrer la tâche d'interaction « Saisie de VALEUR(s) NUMÉRIQUE(s) » sur la saisie de chiffres uniquement et non pas de lettres. Le but de ce choix est d'établir une frontière nette entre la saisie de valeurs numériques d'un côté et alphabétiques de l'autre. Cette étude permet ainsi de déterminer si l'existence de deux tâches d'interaction différentes et indépendantes est justifiée afin d'éviter une utilisation floue par un renvoi d'une tâche d'interaction sur l'autre comme proposé par Foley.

5.7.5 Bilan provisoire de l'étude sur la tâche d'interaction « Saisie de VALEUR(s) NUMÉRIQUE(s) »

A titre provisoire en attendant l'analyse complète de la tâche d'interaction SAISIE de TEXTE permettant de compléter l'étude, les résultats des travaux sur la tâche d'interaction « Saisie de VALEUR(s) NUMÉRIQUE(s) » sont récapitulés par l'arbre de décomposition de la **Figure 75**.

Les atomes d'interaction possibles dégagés sont représentés avec ce sigle :



En fonction de cette décomposition, nous validons les atomes d'interaction suivants :

- « Identification » inspiré de David et lié à la désignation d'entité(s) ;
- « Navigation » offrant à l'utilisateur la possibilité d'atteindre l'emplacement de l'entité ou des entités à sélectionner.

et proposons un nouvel atome d'interaction en attente de validation :

- « Valeur(s) numérique(s) libre(s) » permettant à l'utilisateur de saisir des valeurs numériques à sa discrétion.

5 Les atomes d'interaction

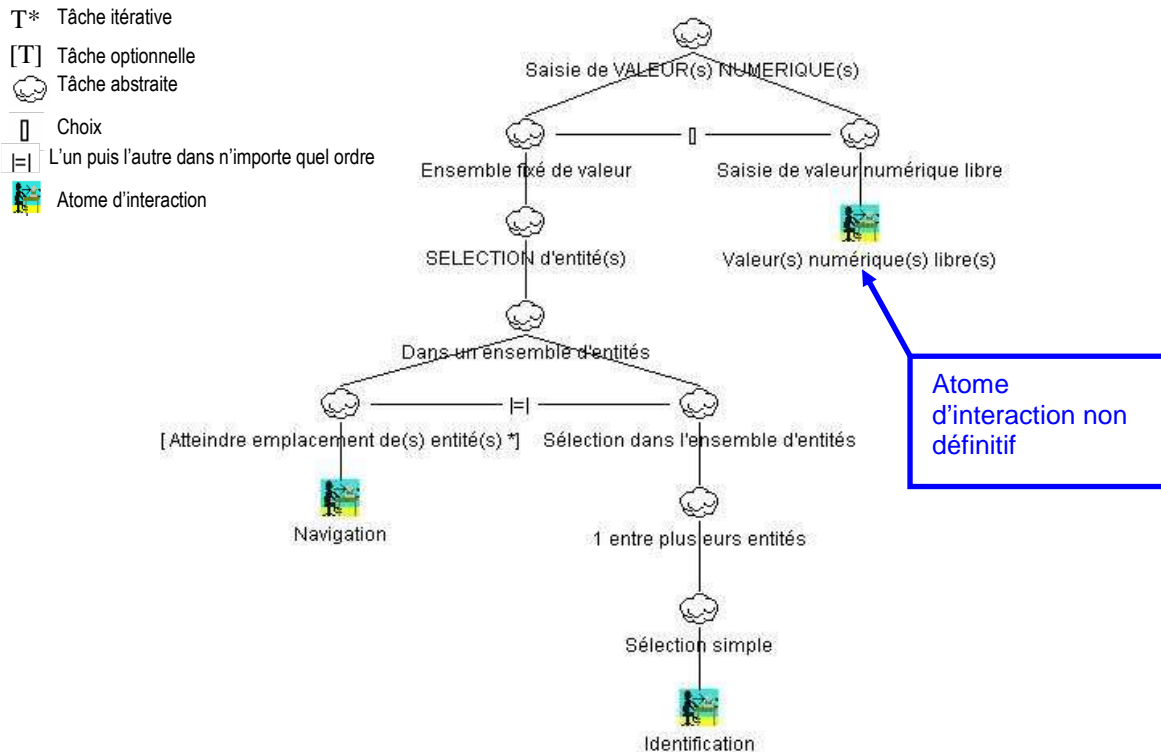


Figure 75 : Bilan provisoire de l'étude sur la tâche d'interaction « Saisie de VALEUR(s) NUMÉRIQUE(s) ».

5.8 Tâche d'interaction SAISIE de TEXTE

5.8.1 Hypothèses et définitions

Concernant cette tâche d'interaction, Foley, [Foley et al. 1984] pages 23, 25, 37-39, en fait la définition suivante : « un utilisateur saisit des chaînes de caractères, utilisées par exemple, comme des annotations sur un dessin ou en tant qu'éléments d'une page de texte. Le facteur principal est que la chaîne de texte devient une partie de l'information stockée dans l'ordinateur ».

Comme pour les autres tâches d'interaction, Foley dégage des exigences sans en expliquer l'utilisation :

- la taille de l'ensemble des caractères possibles doit être impérativement prise en compte ;
- la longueur maximum de la chaîne de caractères à saisir par l'utilisateur dans l'espace réservé à cet effet.

Pour établir plus précisément le rôle et le fonctionnement de cette tâche d'interaction, nous en commentons les exigences afin d'en dégager les plus pertinentes :

- la taille de l'ensemble des caractères possibles doit être impérativement prise en compte :

Foley met ici en avant une exigence basée sur le nombre de caractères possibles dans la constitution de mot, de phrase ou de texte quelconque. Compte-tenu de la démarche d'indépendance vis-à-vis des contextes d'utilisation et des dispositifs d'interaction, cette exigence n'est pas adaptée aux besoins. Ce critère n'est en effet pas vital dans le sens où quelque soit le nombre de caractères possibles, 26 pour l'alphabet latin ou 2000 pour le mandarin, l'action de saisir du texte doit rester la même, et ne peut être qu'indépendante de la langue utilisée et par conséquent du nombre de caractères possibles. Nous ajoutons aussi la complexité naturelle des valeurs alphabétiques tels que les caractères spéciaux (+ ; - ; * ; / ; ...) et les majuscules qui augmentent d'autant plus le nombre de caractères et la difficulté à prévoir l'ensemble des possibilités offertes à la saisie. En fonction de ces constatations, nous considérons que cette

5 Les atomes d'interaction

exigence tient plus du contexte d'utilisation, du choix des techniques d'interaction et des dispositifs d'interaction associés. Elle n'est par conséquent pas adaptée à la démarche de décomposition par exigence de la tâche d'interaction SAISIE de TEXTE.

- la longueur maximum de la chaîne de caractères à saisir par l'utilisateur dans l'espace réservé à cet effet :

Foley pointe ici une exigence très en rapport avec les annotations pouvant être saisies par un utilisateur sur un dessin de type CAO. Ces annotations, par définition, ne peuvent pas être d'une longueur importante. Notre étude englobant un aspect plus important que celui de la CAO, cette exigence ne semble par conséquent pas adaptée aux besoins. Nous pensons, de plus, qu'imposer une longueur maximum pour la saisie de chaîne de caractères tient plus du contexte d'utilisation ainsi que du choix des techniques d'interaction et des dispositifs d'interaction associés. Compte-tenu de ces informations, cette exigence est considérée comme incompatible avec les besoins d'indépendance d'une tâche applicative en général, de la tâche d'interaction SAISIE de TEXTE et de la démarche globale en particulier.

A l'issue des analyses des exigences de la tâche d'interaction SAISIE de TEXTE de Foley, on constate qu'aucune d'entre elles n'apparaît comme clairement significative. Nous ajoutons que la définition de Foley en elle-même n'est pas assez complète et parlante pour permettre de dégager une description cohérente en rapport avec la démarche de décomposition. Ce constat impose de livrer une analyse plus pointue.

Pour ce faire, nous « redéfinissons » tout d'abord la tâche d'interaction SAISIE de TEXTE en **Saisie de VALEUR(s) ALPHABÉTIQUE(s)**, avant de dégager des exemples empruntés à la vie de tous les jours sur lesquels nous basons nos réflexions :

- saisie du nom ou d'un prénom ;
- saisie d'une réponse de type « oui », « non » ou « sans opinion » ;
- saisie d'un texte long de type discours ou courrier. (Nous ne retenons pas la mise en forme de type souligné, gras ou italique, ce genre d'option étant considéré comme extérieure à la saisie de texte.).

Ces trois exemples permettent de faire ressortir quelques impératifs dans la « Saisie de VALEUR(s) ALPHABÉTIQUE(s) ».

Tout d'abord, les valeurs alphabétiques peuvent être connues à l'avance par l'utilisateur, voire fixées par le besoin de la tâche applicative elle-même. C'est le cas de la saisie d'une réponse du type « oui », « non » ou « sans opinion » offrant la possibilité à l'utilisateur de ne pas « taper » les réponses mais de les choisir dans une liste.

Ensuite, dans le cas de la saisie d'un nom, d'un prénom ou d'un texte long de type courrier nous mettons en avant l'impossibilité de prévoir les valeurs alphabétiques qui seront saisies par l'utilisateur et encore moins leur longueur. Même si on peut, de manière logicielle, bloquer la taille possible pour la saisie des noms et prénoms, on ne peut pas prétendre par avance connaître tous les noms et prénoms possibles. Cette observation est encore plus vraie pour la saisie de courrier dont la longueur ne pourrait être limitée que par les capacités des machines mais en aucun cas par l'imaginaire de l'auteur. Ces deux derniers exemples font ressortir une exigence pointant le besoin d'une saisie libre et contribuant à rendre définitivement caduque l'exigence de Foley concernant la longueur maximum de la chaîne à saisir.

Suite à ces réflexions, nous choisissons de retenir deux nouvelles et uniques exigences :

- chaîne fixée par avance permettant de retenir des dispositifs de type potentiomètre à crans ;

5 Les atomes d'interaction

- saisie à disposition de l'utilisateur ouvrant sur des dispositifs de type clavier.

Nous posons la définition de l'hypothèse suivante :

La tâche d'interaction « Saisie(s) de VALEUR(s) ALPHABÉTIQUE(s) » représente l'action, pour un utilisateur, de saisir du texte, soit des valeurs alphabétiques complexes sous la forme de chaîne de caractères. Les chaînes peuvent être connues à l'avance (cas de la saisie d'une réponse de type « oui », « non » ou « sans opinion ») ou laissées à la discrétion de l'utilisateur (cas de la saisie d'un courrier, d'un discours, d'un nom ou d'un prénom...).

En faisant référence à cette définition et aux exigences et contraintes de la tâche d'interaction « Saisie(s) de VALEUR(s) ALPHABÉTIQUE(s) », on déduit le schéma récapitulatif suivant :

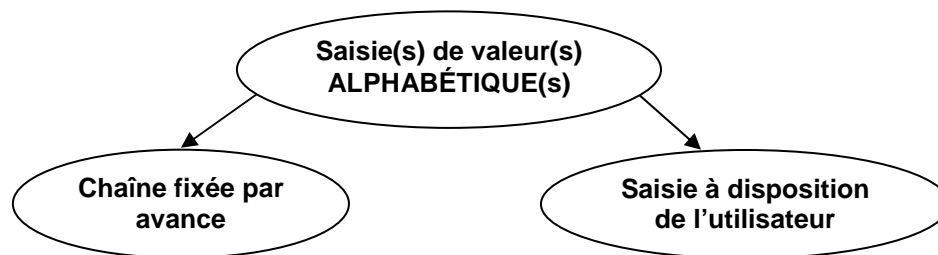


Figure 76 : Schéma récapitulatif de la tâche d'interaction « Saisie(s) de VALEUR(s) ALPHABÉTIQUE (s) ».

Rappel : cette définition ne prend naturellement pas en compte le principe de police de caractères ainsi que les propriétés liées aux éditeurs de textes telles que l'*Italique*, le Souligné, le **Gras** etc... que l'on considère comme extérieurs à la tâche d'interaction « Saisie de TEXTE ».

Sur la base de ces informations, nous décomposons la tâche d'interaction « Saisie de VALEUR(s) ALPHABÉTIQUE(s) » jusqu'à son plus bas niveau à l'aide du formalisme CTT [Mori et al. 2002].

5.8.2 Formalisation CTT de la tâche «Saisie(s) de VALEUR(s) ALPHABÉTIQUE(s)»



Figure 77 : Formalisation CTT pour la tâche d'interaction « Saisie de VALEUR(s) ALPHABÉTIQUE (s) ».

La décomposition de la tâche « Saisie(s) de VALEUR(s) ALPHABÉTIQUE(s) » nous permet de faire apparaître les niveaux minimums suivants :

- « Chaîne fixée par avance » ;
- « Saisie à disposition de l'utilisateur ».

En s'appuyant sur ces premières constatations, nous poursuivons les développements afin de déterminer les atomes d'interaction possible pour chacun de ces mêmes niveaux. Pour ce faire, nous tentons dans un premier temps de raccrocher les techniques d'interaction les plus adaptées parmi celles proposées par Foley avant de faire appel aux techniques d'interaction de David les plus à même d'englober les techniques d'interaction de Foley.

5 Les atomes d'interaction

Cette stratégie, mise en avant en partie 5.2, permet ainsi d'identifier les éléments nécessaires pouvant remplir le rôle d'atome d'interaction.

5.8.3 Niveau « Chaîne fixée par avance »

Le niveau « Chaîne fixée par avance » met en avant le fait que toutes les chaînes alphabétiques possibles pour la tâche applicative sont bornées et connues. Ce niveau est en fait très proche du niveau « Ensemble fixé de valeur » de la tâche d'interaction « Saisie de VALEUR(s) NUMÉRIQUE(s) » du paragraphe 5.7.3. La différence principale réside dans le type de caractère numérique pour l'une et alphabétique pour l'autre. Partant de ce constat, nous tentons de répondre à ce besoin en déterminant les techniques d'interaction de Foley et de David les plus adaptées à ce niveau.

5.8.3.1 Les techniques d'interaction de Foley associées

En faisant appel aux techniques d'interaction de Foley de la tâche d'interaction SAISIE de TEXTE, on ne détermine aucune solution susceptible de répondre à ce besoin précis.

Compte-tenu des spécificités du niveau « Chaîne fixée par avance », il n'est pas possible de faire intervenir les techniques d'interaction « Keyboard », « Stroked character recognition », « Voice recognition », « Direct pick from menu with locator device » et « Indirect pick from menu with locator device », [Foley et al. 1984] pages 38-39, non adaptées à un ensemble fixé de valeurs alphabétiques mais plus à de la saisie libre à disposition de l'utilisateur.

5.8.3.2 Les techniques d'interaction de David associées

Au travers de la taxonomie de David, on peut logiquement tenter d'associer la technique d'interaction « Valeurs ». Cependant le manque de spécialisation de cette dernière en rapport aux valeurs qu'elle autorise ne permet pas de l'utiliser pour le niveau « Chaîne fixée par avance ». De plus, les techniques d'interaction de Foley qui lui ont déjà été associées dans les paragraphes 5.4.3, 5.5.3 et 5.7.3 sont clairement orientées saisie à disposition de l'utilisateur et ne répondent pas aux besoins de ce niveau.

5.8.3.3 Bilan de l'étude


En conclusion de l'étude sur le niveau « Chaîne fixée par avance », nous n'avons pas identifié au travers de Foley ou de David de réelle possibilité de réponse quant à un atome d'interaction possible.

En s'inspirant du niveau « Ensemble fixé de valeur » du paragraphe 5.7.3 de la tâche d'interaction « Saisie de VALEUR(s) NUMÉRIQUE(s) », on peut cependant émettre une hypothèse concernant le niveau « Chaîne fixée par avance ». En effet, l'ensemble des valeurs alphabétiques étant bornées et connues, une chaîne peut ainsi être assimilée à une entité. Pour l'utilisateur, il s'agit par conséquent d'opérer une sélection d'entité dans un ensemble d'entités.

Sur la base des résultats de la partie 5.3 sur la tâche d'interaction « SÉLECTION d'entité(s) », aux remarques particulières du paragraphe 5.4.5 et aux travaux du paragraphe 5.7.3 (**Figure 72**), nous associons à la décomposition de la **Figure 78** suivante l'ensemble des techniques d'interaction de Foley les plus adaptées aux atomes d'interaction « Navigation » et « Identification ».

La décomposition de la **Figure 78**, semble déjà plus naturelle. En effet, les atomes d'interaction « Navigation » et « Identification » conviennent parfaitement au besoin pour l'utilisateur de naviguer tout d'abord dans un ensemble fixé de chaînes puis d'identifier la chaîne à retenir.

5 Les atomes d'interaction

- T* Tâche itérative
- [T] Tâche optionnelle
- ☁ Tâche abstraite
- ≡ L'un puis l'autre dans n'importe quel ordre
-  Atome d'interactor

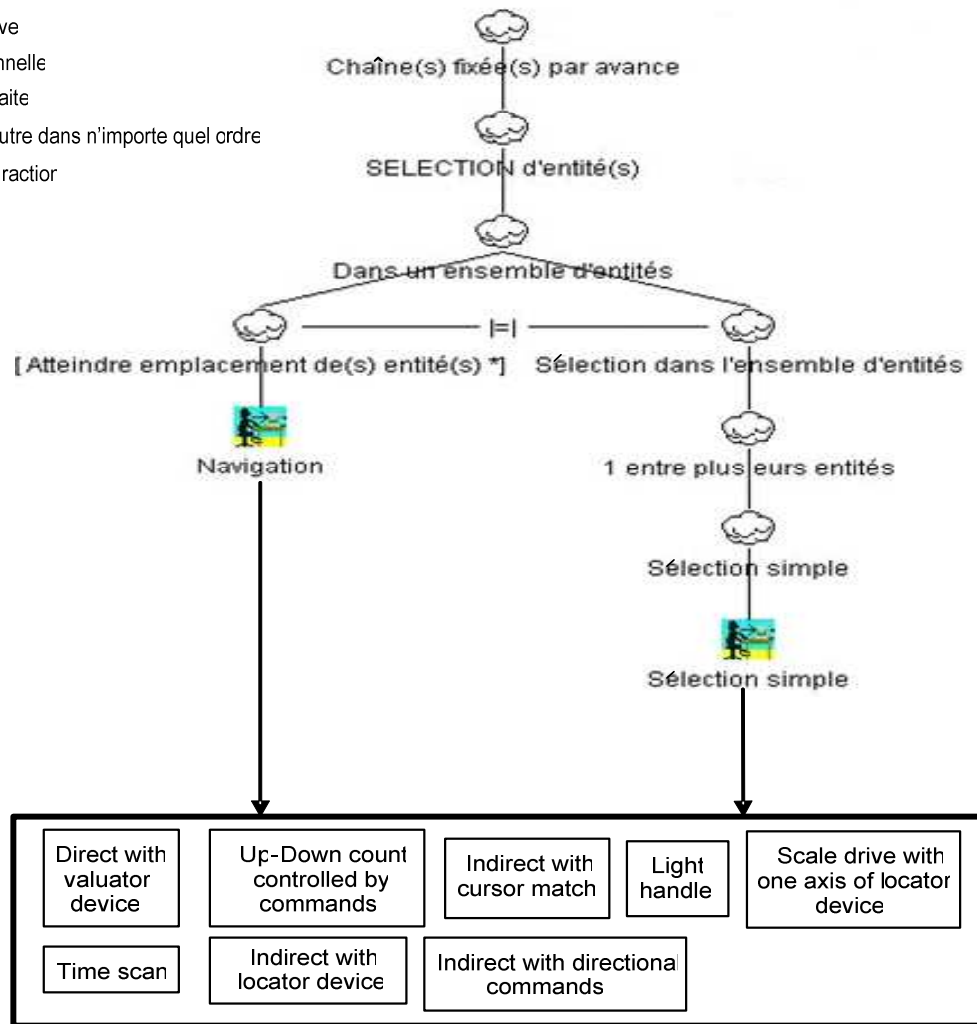


Figure 78 : Niveau « Chaîne fixée par avance » et atomes d'interaction associés.

5.8.4 Niveau « Saisie à disposition de l'utilisateur »

Le niveau « Saisie à disposition de l'utilisateur » souligne qu'au cours d'une tâche applicative un utilisateur peut être amené à saisir des chaînes alphabétiques non connues (non prévisibles) et d'une longueur éventuellement non négligeable. L'exemple le plus parlant est celui de la saisie d'un courrier, d'un discours, d'un nom ou d'un prénom et ce uniquement en valeurs alphabétiques. Ce besoin n'étant pas clairement pris en compte par Foley, il est dès lors nécessaire de rechercher les techniques d'interaction de Foley et de David permettant de près ou de loin de répondre au niveau « Saisie à disposition de l'utilisateur ».

5.8.4.1 Les techniques d'interaction de Foley associées

D'après les techniques d'interaction de la tâche d'interaction SAISIE de TEXTE de Foley, on obtient :

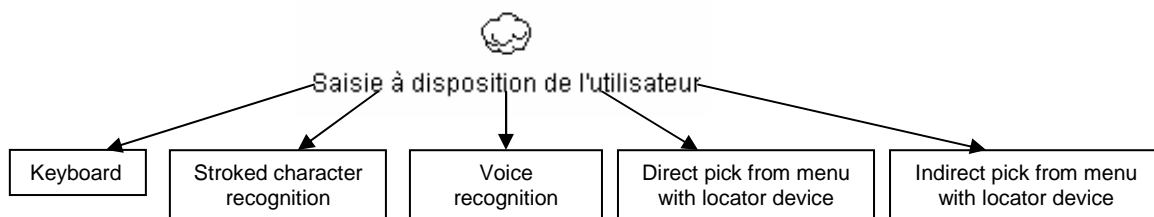


Figure 79 : Niveau « Saisie à disposition de l'utilisateur » et techniques d'interaction de Foley associées.

5.8.4.2 Les techniques d'interaction de David associées

Sur la base de la taxonomie de David, on s'intéresse logiquement à la technique d'interaction « Valeurs » pour l'associer aux techniques d'interaction de Foley « Keyboard », « Stroked character recognition », « Voice recognition », « Direct pick from menu with locator device » et « Indirect pick from menu with locator device » de la tâche d'interaction SAISIE de TEXTE. La technique d'interaction « Valeurs » étant déjà associée aux techniques d'interaction de Foley « With numerical coordinates » (paragraphe 5.4.3), « With numerical value » (paragraphe 5.5.3) et « With character string value » (paragraphe 5.7.4), nous traduisons l'ensemble de ces possibilités dans le schéma de la **Figure 80**.

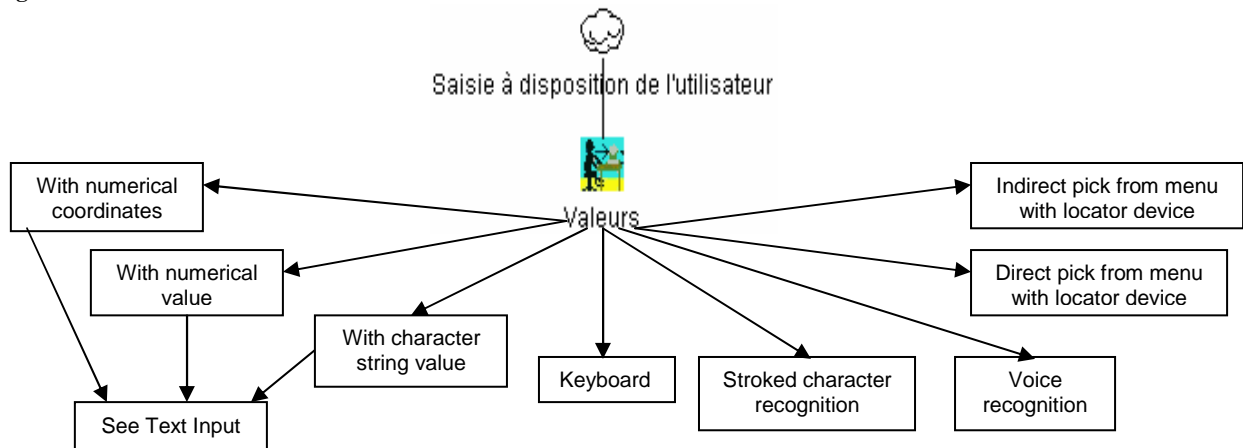


Figure 80 : Niveau « Saisie à disposition de l'utilisateur » et techniques d'interaction de David et Foley associées.

Bien que séduisante, cette décomposition n'est pas adaptée aux besoins. Tout d'abord, on remarque que les techniques d'interaction de Foley « With numerical coordinates », « With numerical value » et « With character string value » sont, d'après Foley, principalement adaptées à la saisie de valeurs numériques. Souhaitant uniquement saisir des lettres et pas des chiffres ou des nombres, nous ne pouvons être en accord avec cette décomposition, et ce même si ces techniques d'interaction renvoient sur la tâche d'interaction SAISIE de TEXTE. Ensuite, l'absence de spécificité de la technique d'interaction « Valeurs » ne donne pas satisfaction notamment sur les types de données qu'elle permet réellement de saisir (alphabétiques ou numériques).

On ne retient pas non plus le découpage précédent, **Figure 78**, faisant appel à la tâche d'interaction « SÉLECTION d'entité(s) » puisque, pour ce niveau, l'utilisateur peut être amené à saisir des chaînes alphabétiques non connues (non prévisibles) et d'une longueur laissée à sa discrétion.

5.8.4.3 Bilan provisoire de l'étude sur le niveau « Saisie à disposition de l'utilisateur »

En conclusion de l'étude sur le niveau « saisie à disposition de l'utilisateur », nous n'avons pas identifié au travers de Foley ou de David de réelle possibilité de réponse quant à un atome d'interaction possible. A ce stade de l'analyse, il est cependant possible d'émettre une observation particulière concernant les techniques d'interactions de Foley « Direct pick from menu with locator device » et « Indirect pick from menu with locator device ». Ces deux techniques d'interaction sont de par leur définition, [Foley et al. 1984] page 38 « Text entry by menu selection », très différentes des trois autres techniques d'interaction « Keyboard », « Stroked character recognition » et « Voice recognition ». Elles offrent en effet la possibilité de saisir des valeurs alphabétiques de type caractère ou ensemble de caractères par le biais de menus fixes affichés sur un écran ou directement sur une tablette de données (de type tablette graphique). Chaque caractère, ou ensemble de caractères, peut être ainsi sélectionné directement ou indirectement par l'utilisateur. Evoluant dans un menu, il s'agit donc pour l'utilisateur d'atteindre les caractères ou ensemble de caractères à saisir, puis de les sélectionner dans le but de constituer la chaîne, ou les chaînes, de caractères désirées. En faisant référence aux travaux menés au paragraphe 5.3.4 sur la tâche d'interaction « SÉLECTION d'entité(s) », aux remarques particulières du paragraphe 5.4.5 et au niveau « Ensemble fixé de valeur » du paragraphe 5.7.3, nous pensons que les atomes d'interaction « Navigation » et « Identification »

5 Les atomes d'interaction

peuvent éventuellement répondre au besoin d'atteindre l'emplacement des caractères puis de les sélectionner.

Nous émettons cependant certaines réserves. En effet, le niveau « Saisie à disposition de l'utilisateur » étant dédié à la saisie libre de plusieurs caractères dans un jeu donné de caractères, afin de constituer une ou des chaînes de caractères, les caractères sélectionnés ne sont pas considérés comme des entités finales mais comme intermédiaires dans la constitution de la chaîne ou des chaînes de caractères désirées par l'utilisateur. L'atome d'interaction « Identification », pouvant être de prime abord intéressant, ne peut donc convenir à la saisie de ces mêmes caractères intermédiaires.

A ce stade de l'étude nous proposons le nouvel atome d'interaction « Saisie de caractère dans un jeu donné » plus parlant et adapté à la nécessité de sélection de caractères intermédiaires soulevés par les techniques d'interaction « Direct pick from menu with locator device » et « Indirect pick from menu with locator device ».

Compte-tenu des nouveaux développements sur les atomes d'interactions « Navigation » et « Saisie de caractère dans un jeu donné », il est à présent important de réfléchir à la cohérence de ces derniers appliqués aux autres techniques d'interaction de Foley. A savoir : « Keyboard », « Stroked character recognition » et « Voice recognition » :

- « Keyboard » : Foley met ici en avant une technique d'interaction pointant directement l'utilisation des dispositifs de type clavier physique, dédiés à la saisie massive de chaînes alphabétiques libres. En fonction de cette description, l'atome d'interaction « Saisie de caractère dans un jeu donné » est une solution bien adaptée. L'atome d'interaction « Navigation » n'est cependant pas utile ;
- « Stroked character recognition » : cette technique d'interaction offre la possibilité, pour un utilisateur, d'opérer une séquence de mouvements pouvant être reconnue par le système comme caractère dans un jeu de caractères donné dans le but de saisir des chaînes de caractères. En fonction de cette description, l'atome d'interaction « Saisie de caractère dans un jeu donné » est une solution appropriée. L'atome d'interaction « Navigation » n'est pas utile ;
- « Voice recognition » : Au travers de cette technique d'interaction, l'utilisateur peut saisir des valeurs alphabétiques dans un ensemble de caractères possibles par le biais de la reconnaissance vocale. En fonction de cette description, l'atome d'interaction « Saisie de caractère dans un jeu donné » est à retenir. L'atome d'interaction « Navigation » n'est pas utile.

Au terme des réflexions sur le niveau « Saisie à disposition de l'utilisateur », nous proposons les atomes d'interaction « Navigation », considéré comme optionnel en fonction des contextes d'utilisation et des techniques d'interaction, et « Saisie de caractère dans un jeu donné ». La décomposition de la **Figure 81** résume cette approche :

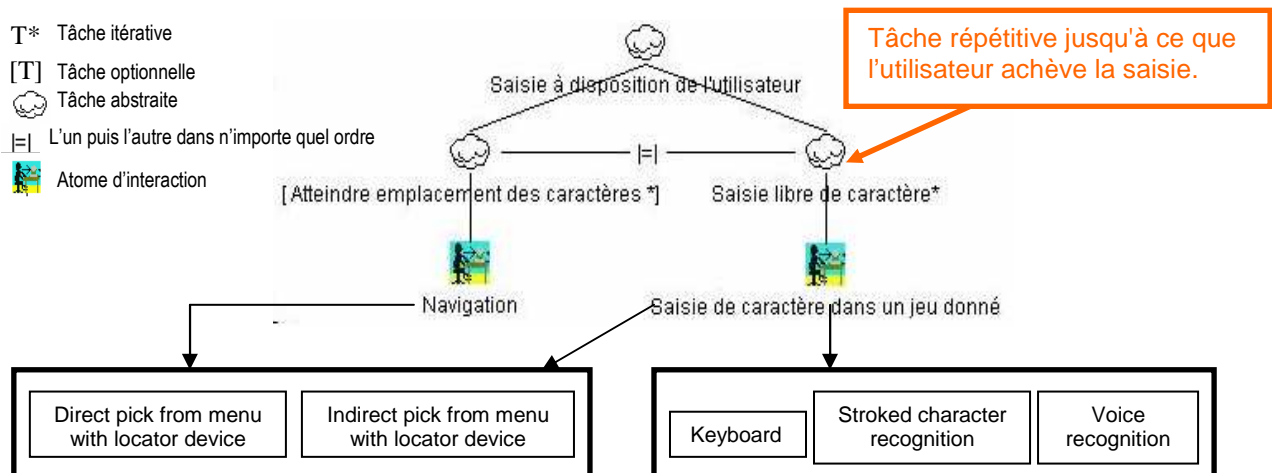


Figure 81 : Niveau « Saisie à disposition de l'utilisateur » et atomes d'interaction associés.

5 Les atomes d'interaction

5.8.5 Bilan provisoire de l'étude sur la tâche d'interaction « Saisie de VALEUR(s) ALPHABÉTIQUE(s) »

A titre provisoire, en attendant l'analyse complète des autres tâches d'interaction permettant de compléter l'étude, les résultats des travaux sur la tâche d'interaction « Saisie de VALEUR(s) ALPHABÉTIQUE(s) » sont récapitulés par l'arbre de décomposition de la **Figure 82**.

Les atomes d'interaction possibles dégagés sont représentés avec ce sigle : 

Suite à cette décomposition, les atomes d'interaction suivants sont validés :

- « Identification » inspiré de David et lié à la désignation d'entité(s) ;
- « Navigation » offrant à l'utilisateur la possibilité d'atteindre l'emplacement de l'entité ou des entités à sélectionner ;
- « Saisie de caractère dans un jeu donné » permettant à l'utilisateur de saisir des caractères alphabétiques à sa discrétion dans le but de constituer des chaînes de caractères.

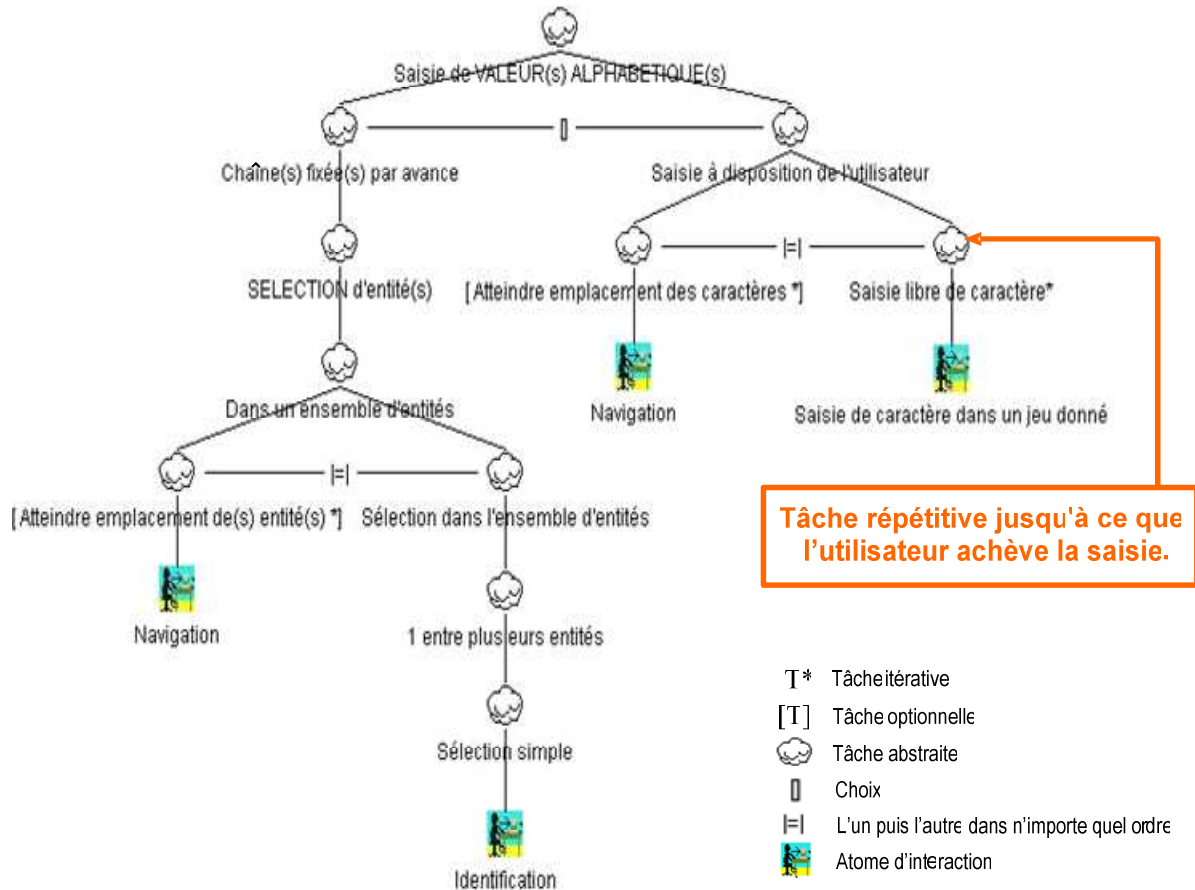


Figure 82 : Bilan provisoire de l'étude sur la tâche d'interaction « Saisie de VALEUR(s) ALPHABÉTIQUE (s) ».

5.9 Observations et remarques sur les techniques d'interaction « Saisie de VALEUR(s) NUMÉRIQUE(s) » et « Saisie de VALEUR(s) ALPHABÉTIQUE(s) »

Sur la base des travaux concernant les tâches d'interaction « Saisie de VALEUR(s) NUMÉRIQUE(s) » et « Saisie de VALEUR(s) ALPHABÉTIQUE(s) », on peut constater une similitude très forte entre leurs exigences (paragraphes 5.7.1 et 5.8.1) et leur décomposition (paragraphes 5.7.5 et 5.8.5). Cette similitude permet de penser que ces deux tâches d'interaction sont peut-être bien plus proches l'une de l'autre que nous avons pu le croire au départ. Cette analyse est

5 Les atomes d'interaction

confortée par le fait que les tâches d'interaction de Foley QUANTIFIÉ et SAISIE de TEXTE ne sont elles-mêmes pas totalement indépendantes l'une de l'autre. Foley autorise en effet la possibilité de saisir des valeurs numériques en faisant appel aux techniques d'interaction de la tâche d'interaction SAISIE de TEXTE, [Foley et al. 1984] page 23. En fonction de ces dernières informations, il semble nécessaire de pousser plus loin les réflexions sur le sujet et notamment sur l'existence éventuelle d'une nouvelle tâche d'interaction globalisante.

5.9.1 Comparaison et rapprochement des techniques d'interaction « Saisie de VALEUR(s) NUMÉRIQUE(s) » et « Saisie de VALEUR(s) ALPHABÉTIQUE(s) »

Dans ce paragraphe nous établissons une comparaison entre les tâches d'interaction « Saisie de VALEUR(s) NUMÉRIQUE(s) » et « Saisie de VALEUR(s) ALPHABÉTIQUE(s) », supposées indépendantes deux à deux. Le but est de mettre en valeur un possible rapprochement et l'existence éventuelle d'une tâche d'interaction globalisante en fonction des similitudes dégagées. Pour ce faire, on s'accorde sur l'hypothèse qu'une valeur ou une chaîne (numérique ou alphabétique) est principalement un ensemble de caractères :

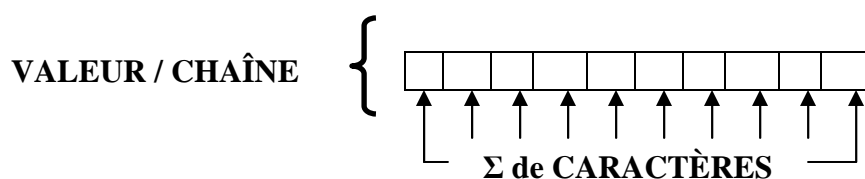


Figure 83 : Représentation des valeurs numériques et des chaînes alphabétiques par un ensemble de caractères.

En s'appuyant sur cette hypothèse, nous reprenons les exigences des deux tâches d'interaction pour en faire apparaître les correspondances :

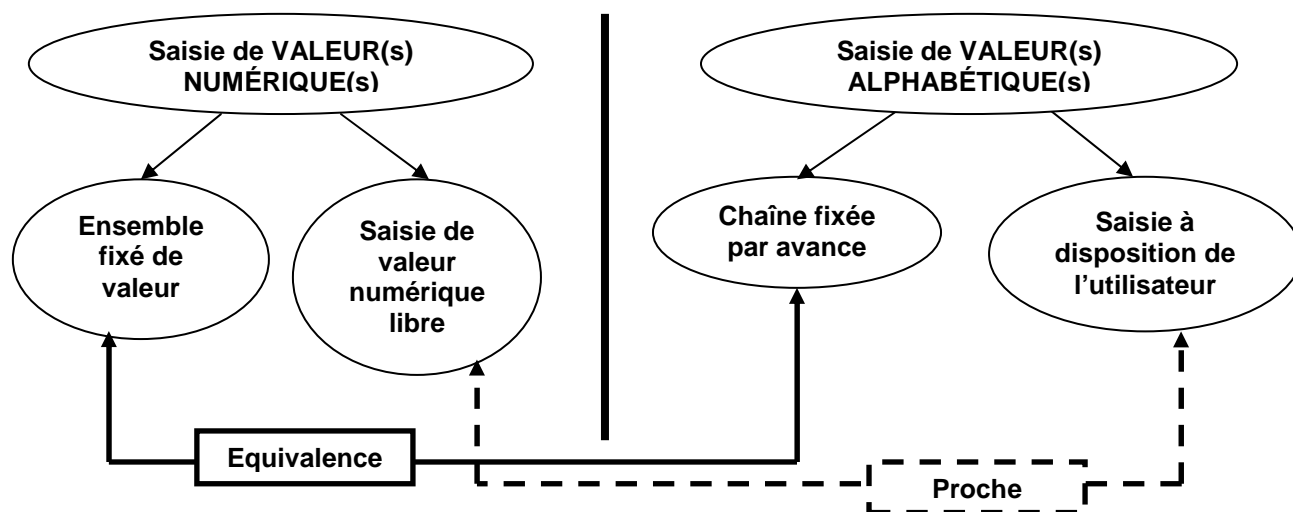


Figure 84 : Schéma de comparaison des tâches d'interaction « Saisie de VALEUR(s) NUMÉRIQUE(s) » et « Saisie de VALEUR(s) ALPHABÉTIQUE(s) ».

De la comparaison de la Figure 84 on apprend que les exigences de la tâche d'interaction « Saisie de VALEUR(s) NUMÉRIQUE(s) » peuvent se compléter avec les exigences de la tâche d'interaction « Saisie de VALEUR(s) ALPHABÉTIQUE(s) ».

Il apparaît en effet que les exigences « Ensemble fixé de valeurs » et « Chaîne fixée par avance » peuvent faire appel aux mêmes techniques d'interaction et dispositifs d'interaction (paragraphe 5.7.3 et 5.8.3). Nous ajoutons qu'une valeur ou une chaîne (numérique ou alphabétique) étant considérée comme un ensemble de caractères (Figure 83), les exigences « Saisie de valeur numérique libre » et

5 Les atomes d'interaction

« Saisie à disposition de l'utilisateur » peuvent être considérées comme proches mais pas exactement similaires. Cette distinction s'explique par la différence de complexité entre les caractères numériques et alphabétiques, ces derniers étant bien plus nombreux.

D'après ce développement et l'hypothèse de la Figure 83, il peut être intéressant de rapprocher les deux types de saisie. A ce stade de l'étude, nous proposons une nouvelle tâche d'interaction permettant de fédérer les exigences et besoins des deux tâches d'interaction précédentes. Par souci de simplification nous appelons cette tâche « Saisie de VALEUR(s) ALPHANUMÉRIQUE(s) ». Le schéma suivant résume l'approche :

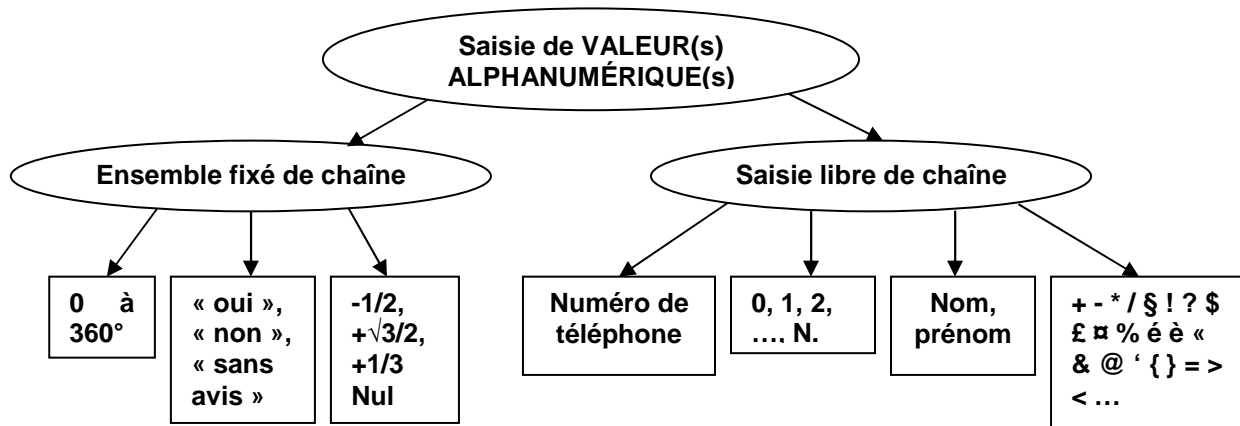


Figure 85 : Schéma récapitulatif de la tâche d'interaction « Saisie de VALEUR(s) ALPHANUMÉRIQUE(s) ».

Au travers de ce schéma, nous soulignons qu'à l'inverse des deux tâches d'interaction « Saisie de VALEUR(s) NUMÉRIQUE(s) » et « Saisie de VALEUR(s) ALPHABÉTIQUE(s) », il apparaît beaucoup plus simple de pouvoir mixer les informations numériques et alphabétiques.

Un des avantages les plus flagrants de la tâche d'interaction « Saisie de VALEUR(s) ALPHANUMÉRIQUE(s) » est la possibilité d'utiliser les mêmes dispositifs de saisie pour le niveau « Ensemble fixé de chaîne » et ce pour des informations bornées et connues, tant numériques qu'alphabétiques. Nous étayons cette argumentation en citant l'exemple de la saisie de valeurs numériques décimales, positives ou négatives dans un ensemble de chaîne bornée qui ne nécessite plus une décomposition en deux tâches d'interaction différentes mais en une seule tâche d'interaction globale.

Une des autres améliorations importantes de la tâche d'interaction « Saisie de VALEUR(s) ALPHANUMÉRIQUE(s) » concerne le niveau « Saisie libre de chaîne » permettant la saisie de chaînes alphanumériques non connues, d'une longueur non négligeable et ce sans faire appel à deux tâches d'interaction différentes. Cette amélioration permet de faciliter la saisie de caractères numériques et alphabétiques en évitant la lourdeur de deux tâches d'interaction et autant de techniques d'interaction différentes. Nous associons à ce niveau les exemples de saisie de login, de mot de passe, de texte important de type mémoire ou thèse, où les valeurs numériques se confondent avec les chaînes alphabétiques nécessitant ainsi les mêmes techniques et dispositifs d'interaction.

En fonction de ces développements, on pose la définition de l'hypothèse suivante :

La tâche d'interaction « Saisie de VALEUR(s) ALPHANUMÉRIQUE(s) » représente l'action, point de vue utilisateur, de saisir tout type de caractère. Nous autorisons la saisie de valeurs numériques (chiffre ou nombre) positives, négatives, décimales, réelles ou quelconques, la saisie de valeurs alphabétiques, comme des lettres de différents alphabets (latin, grec, mandarin,...), des caractères particuliers comme une virgule, un point etc..., ou toutes chaînes nécessitant des saisies de valeurs mixtes numériques et alphabétiques.

Les chaînes alphanumériques, peuvent être connues et fixées à l'avance (cas de la saisie d'une réponse de type « oui », « non », « sans opinion » ou des angles de rotation de 0 à 359°).

Les chaînes peuvent aussi être laissées à la disposition de l'utilisateur ; cas de la saisie d'un montant, d'un code utilisateur de longueur inconnue, d'un discours, d'un nom ou d'un prénom, d'une seule lettre,...

5 Les atomes d'interaction

5.9.2 Formalisation CTT pour « Saisie(s) de VALEUR(s) ALPHANUMÉRIQUE(s) »

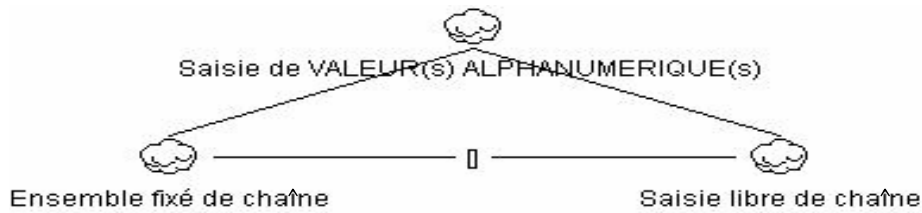


Figure 86 : Formalisation CTT pour la tâche d'interaction « Saisie(s) de VALEUR(s) ALPHANUMÉRIQUE(s) ».

La décomposition de la tâche d'interaction « Saisie(s) de VALEUR(s) ALPHANUMÉRIQUE(s) » permet de faire apparaître les niveaux suivants :

- « Ensemble fixé de chaîne » ;
- « Saisie libre de chaîne ».

Afin de dégager les atomes d'interaction possibles pour chacun de ces niveaux, nous déterminons les techniques d'interaction de Foley et de David les plus adaptées et susceptibles de répondre aux besoins.

5.9.3 « Ensemble fixé de chaîne »

Le niveau « Ensemble fixé de chaîne » met en avant le fait que toutes les chaînes alphanumériques possibles pour l'utilisateur sont bornées et connues. Ce niveau est similaire aux niveaux « Ensemble fixé de valeur » de la tâche d'interaction « Saisie de VALEUR(s) NUMÉRIQUE(s) » du paragraphe 5.7.3 et « Chaîne fixée par avance » de la tâche d'interaction « Saisie de valeur(s) ALPHABÉTIQUE(s) » du paragraphe 5.8.3. En se basant sur les similitudes constatées entre ces deux niveaux et nos travaux des paragraphes 5.4.5, 5.7.3, et 5.8.3 nous proposons la décomposition de la Figure 87 et les techniques d'interaction de Foley associées.

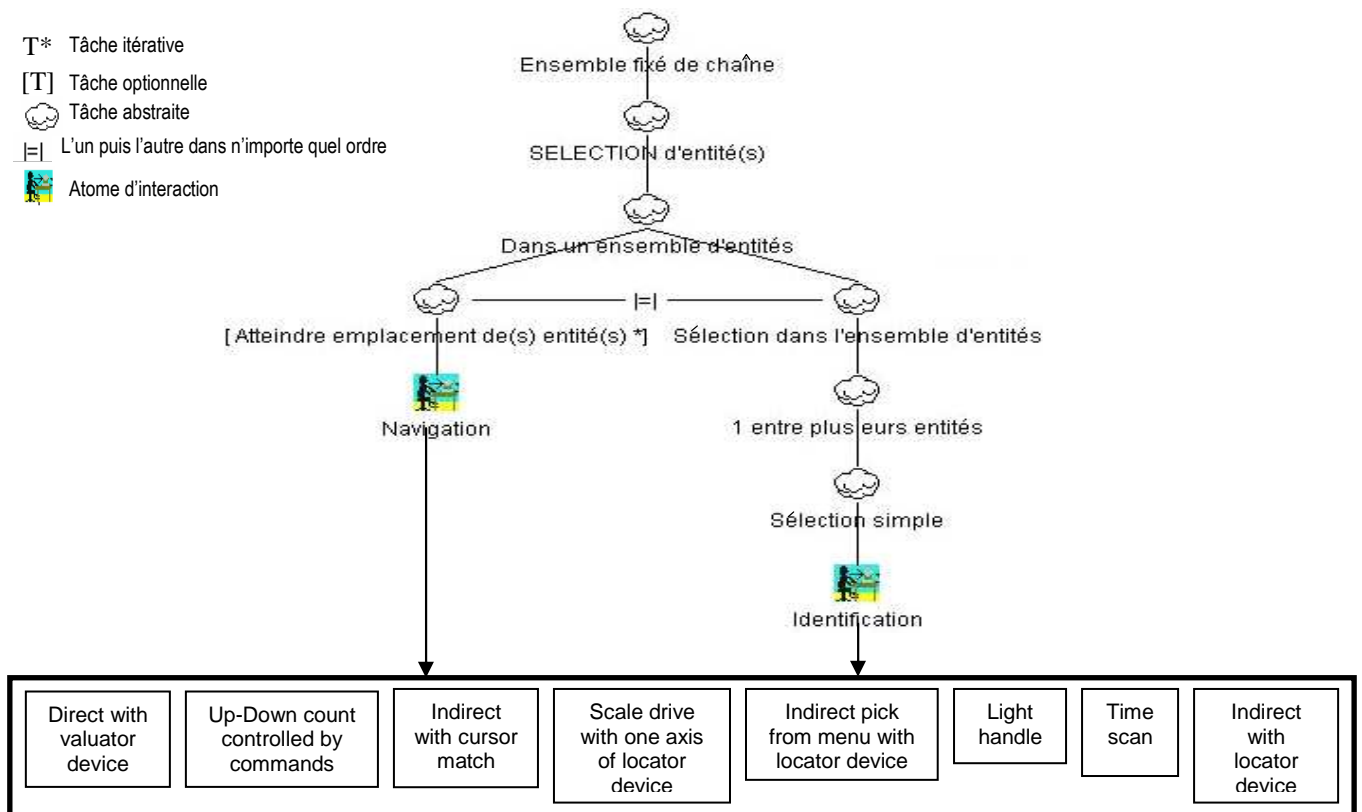


Figure 87 : Niveau « Chaîne fixée par avance » et atomes d'interaction associés.

5 Les atomes d'interaction

D'après la **Figure 87**, nous tirons les mêmes conclusions qu'aux paragraphes 5.7.3, et 5.8.3, à savoir que cette décomposition paraît très naturelle et ce notamment en ce qui concerne les atomes d'interaction « Navigation » et « Identification » qui semblent parfaitement convenir au besoin pour l'utilisateur de naviguer tout d'abord dans un ensemble fixé de chaînes puis d'identifier la chaîne à retenir.

5.9.4 « Saisie libre de chaîne »

Le niveau « Saisie libre de chaîne » met en évidence qu'au cours d'une tâche applicative un utilisateur peut être amené à saisir des valeurs numériques ou alphabétiques non connues (prévisibles) d'une longueur éventuellement non négligeable et dans un ensemble non borné (point de vue utilisateur). Ce niveau étant très similaire aux niveaux « Saisie de valeur(s) numérique(s) libre(s) » de la tâche d'interaction « Saisie de VALEUR(s) NUMÉRIQUE(s) » du paragraphe 5.7.4 et « Saisie à disposition de l'utilisateur » de la tâche d'interaction « Saisie de valeur(s) ALPHABÉTIQUE(s) » du paragraphe 5.8.4 nous n'en reprenons pas l'étude complète, les conclusions étant très proches.

Cependant, dans le but d'établir une différence claire entre le niveau « Saisie libre de chaîne », les niveaux « Saisie de valeur(s) numérique(s) libre(s) » et « Saisie à disposition de l'utilisateur », il est nécessaire de proposer une étude supplémentaire.

En fondant cette nouvelle analyse sur la description des techniques d'interaction « Direct pick from menu with locator device » et « Indirect pick from menu with locator device » ([Foley et al. 1984] page 38, « Text entry by menu selection ») on retient le concept d'unités basiques, plus global que le concept de caractère, permettant de construire des chaînes à disposition de l'utilisateur. En fonction de ces informations, nous introduisons le niveau supplémentaire « Saisie libre d'unités basiques » et proposons l'atome d'interaction « Saisie d'unités basiques dans un jeu donné ». Cette décomposition est ainsi plus adaptée aux besoins de la tâche d'interaction « Saisie de VALEUR(s) ALPHANUMÉRIQUE(s) ».

La décomposition de la **Figure 88** résume cette approche :

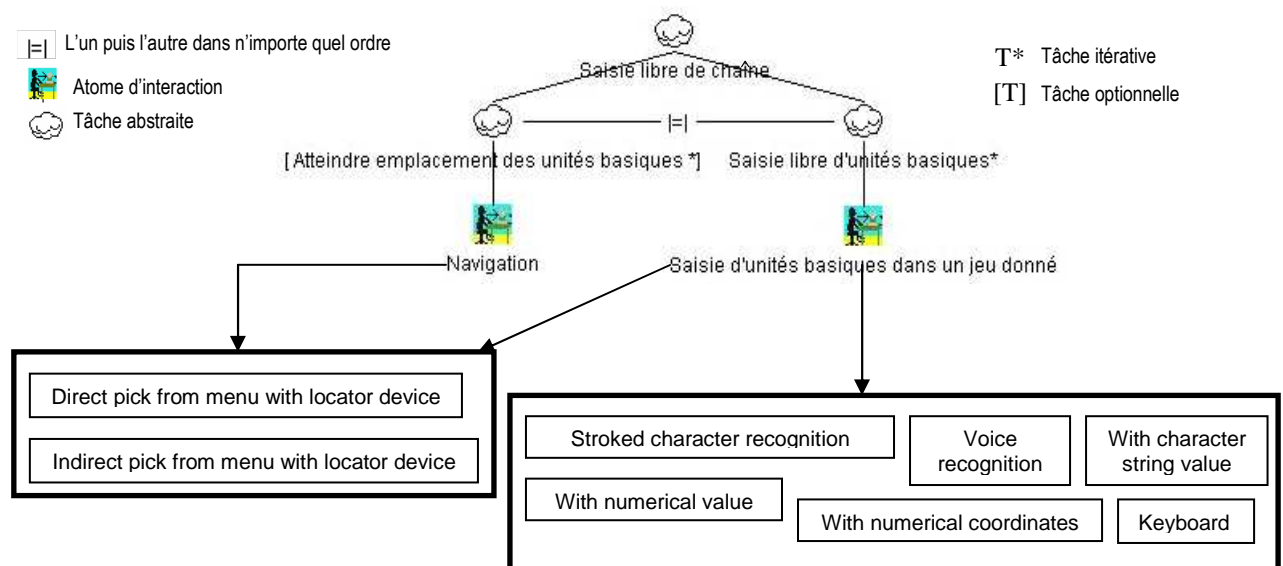


Figure 88 : Niveau « Saisie libre de chaîne » et atomes d'interaction associés.

5.9.5 Bilan provisoire de l'étude sur la tâche d'interaction « Saisie de VALEUR(s) ALPHANUMÉRIQUE(s) »

Au terme de cette partie, les résultats des travaux sur la tâche d'interaction « Saisie de VALEUR(s) ALPHANUMÉRIQUE(s) » sont récapitulés dans l'arbre de décomposition de la **Figure 89**.

Les atomes d'interaction dégagés sont représentés avec ce sigle :



5 Les atomes d'interaction

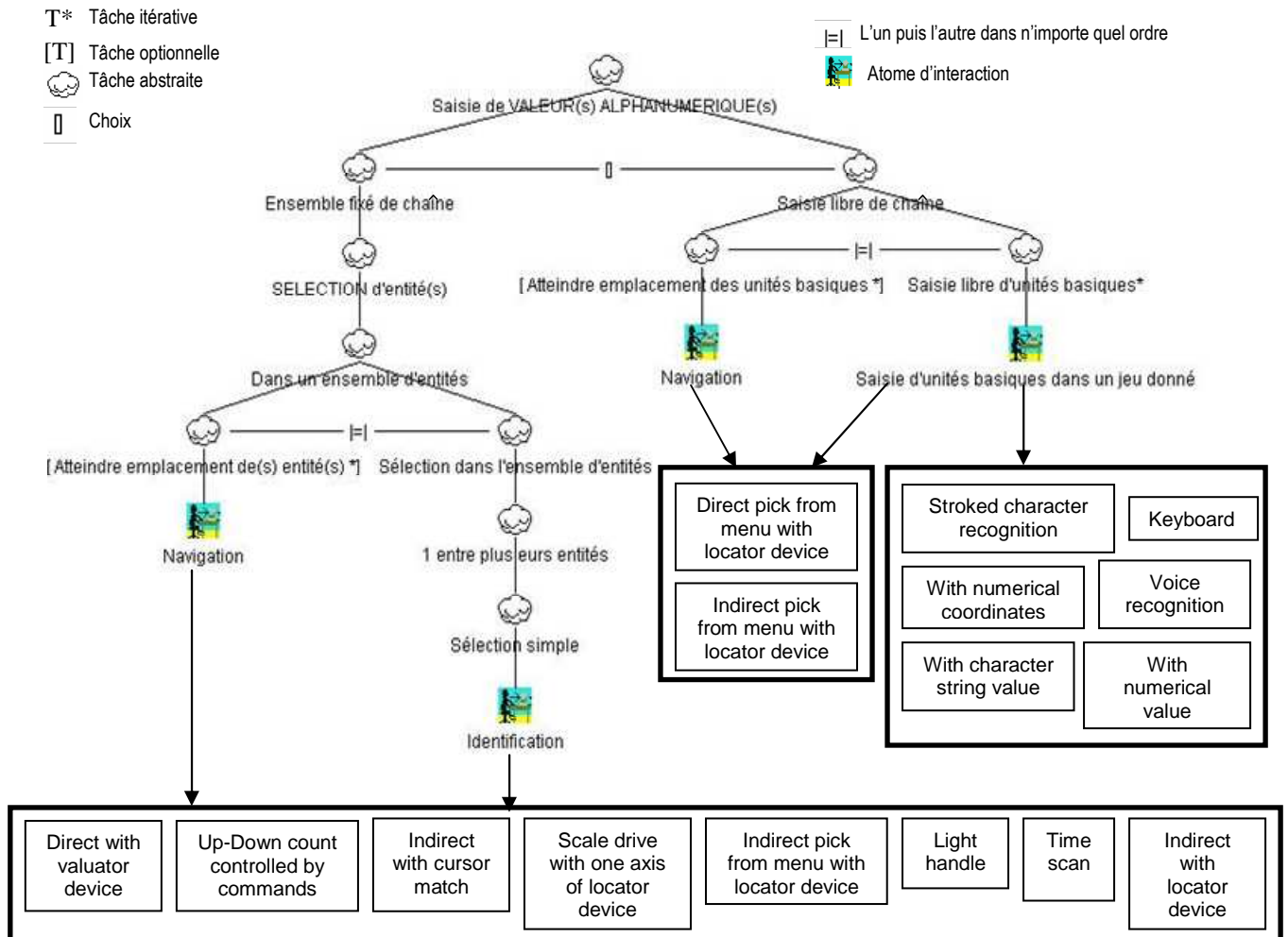


Figure 89 : Bilan provisoire de l'étude sur la tâche d'interaction « Saisie de VALEUR(s) ALPHANUMERIQUE (s) ».

5.10 Comparaison des tâches d'interaction « Saisie de VALEUR(s) ALPHANUMÉRIQUE(s) », « Saisie de Valeur(s) NUMÉRIQUE(s) » et « Saisie de VALEUR(s) ALPHABÉTIQUE(s) » sur la décomposition définitive de la Tâche d'interaction « INDIQUER une POSITION »

Afin de vérifier la viabilité des travaux de globalisation concernant la tâche d'interaction « Saisie de VALEUR(s) ALPHANUMERIQUE(s) », nous choisissons de compléter la décomposition de la tâche d'interaction « INDIQUER une POSITION ». Au travers de cette réflexion l'objectif est de comparer l'utilisation des tâches d'interaction « Saisie de Valeur(s) NUMÉRIQUE(s) » et « Saisie de VALEUR(s) ALPHABÉTIQUE(s) » en regard de la tâche d'interaction globalisante « Saisie de VALEUR(s) ALPHANUMÉRIQUE(s) ».

Dans ce but, nous reprenons dans la Figure 90, la décomposition de la Figure 44 du paragraphe 5.4.12 soulignant les manques du niveau « Saisie de coordonnées 1D-2D-3D » et plus particulièrement les atomes d'interaction non validés.

Sur la base de la Figure 90 et en fonction des travaux précédents (parties 5.7, 5.8 et 5.9), nous pensons que la décomposition définitive de la tâche d'interaction « INDIQUER une POSITION » passe obligatoirement par l'utilisation complémentaire des tâches d'interaction « Saisie de VALEUR(s) NUMÉRIQUE(s) » et « Saisie de VALEUR(s) ALPHABÉTIQUE(s) » ou bien l'utilisation indépendante de la tâche d'interaction « Saisie de VALEUR(s) ALPHANUMÉRIQUE(s) ».

Cette décision est confortée par le fait qu'il s'agit en premier lieu, pour l'utilisateur, de **saisir des informations** de type coordonnées positives, négatives, décimales, entières ou d'autre nature suivant les besoins.

5 Les atomes d'interaction

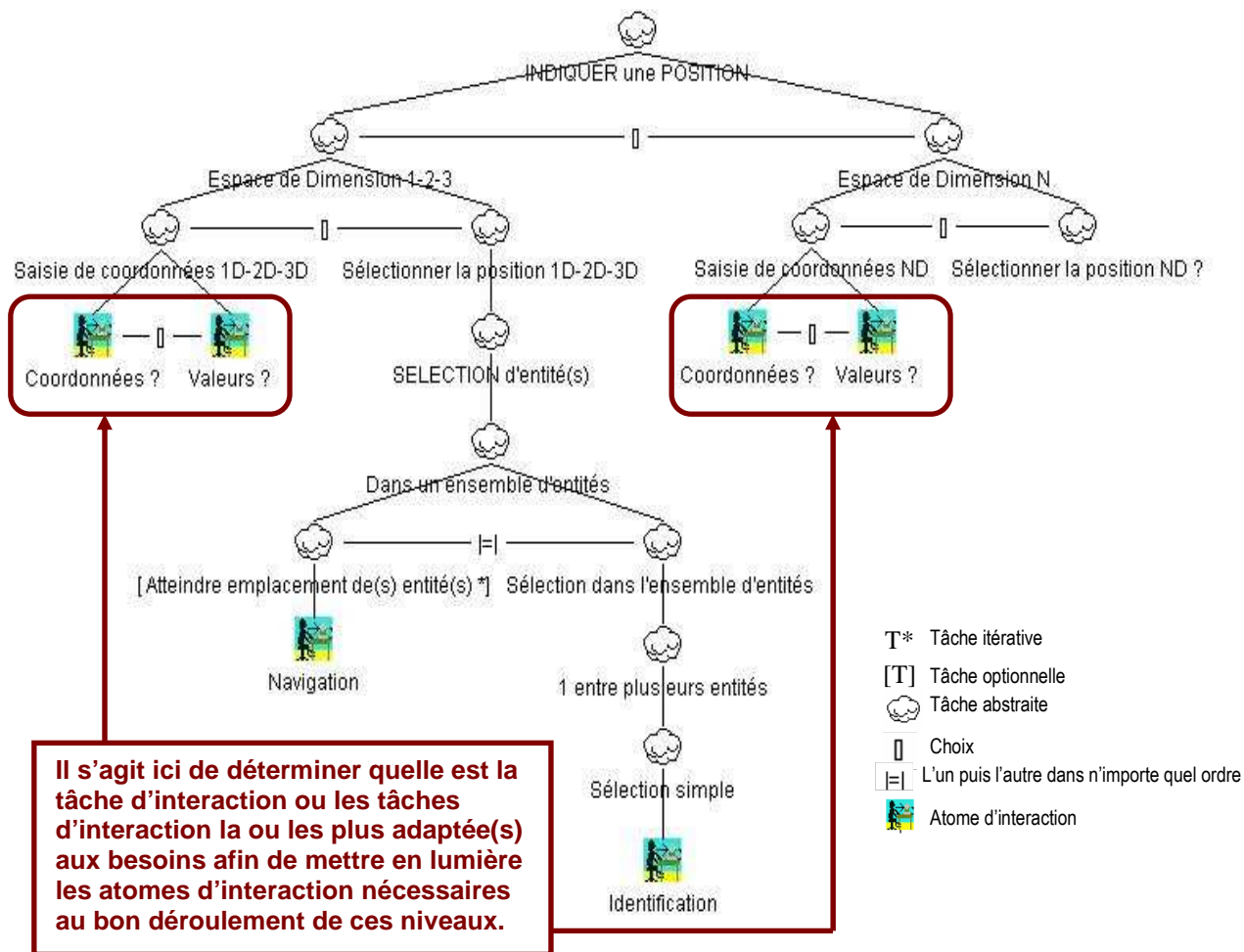


Figure 90 : Etude complémentaire de la tâche d'interaction « INDICHER une POSITION ».

Pour déterminer la meilleure décomposition possible de la tâche d'interaction « INDICHER une POSITION », nous étudions deux exemples issus d'un contexte bureautique où l'utilisateur est considéré comme fixe :

- la saisie de coordonnées non déterminées, c'est à dire à la disposition de l'utilisateur. On retient ici l'exemple des coordonnées $X = -3,2$ et $Y = 5,0$;
- la saisie de coordonnées prédéfinies, déjà connues et prises en compte par la tâche applicative. L'exemple prit en référence est celui de 10 coordonnées figées : $-2,5 ; -2 ; -1,5 ; -1 ; -0,5 ; 0 ; 0,5 ; 1 ; 1,5 ; 2 ; 2,5$.

Pour répondre à ces différentes situations, nous étudions tout d'abord, pour chaque exemple, l'utilisation des tâches d'interaction « Saisie de VALEUR(s) NUMÉRIQUE(s) » et « Saisie de VALEUR(s) ALPHABÉTIQUE(s) » comme solution potentielle, avant d'analyser plus avant les avantages proposés par l'utilisation de la tâche d'interaction « Saisie de VALEUR(s) ALPHANUMÉRIQUE(s) ».

5.10.1 Saisie de coordonnées non déterminées : $X = -3,2$ et $Y = 5,0$ via « Saisie de VALEUR(s) NUMÉRIQUE(s) » et « Saisie de VALEUR(s) ALPHABÉTIQUE(s) »

Concernant la saisie de coordonnées non déterminées de type $X = -3,2$ et $Y = 5,0$, nous proposons le développement de la Figure 91 basée sur les tâches d'interactions « Saisie de VALEUR(s) NUMÉRIQUE(s) » et « Saisie de VALEUR(s) ALPHABÉTIQUE(s) ».

5 Les atomes d'interaction

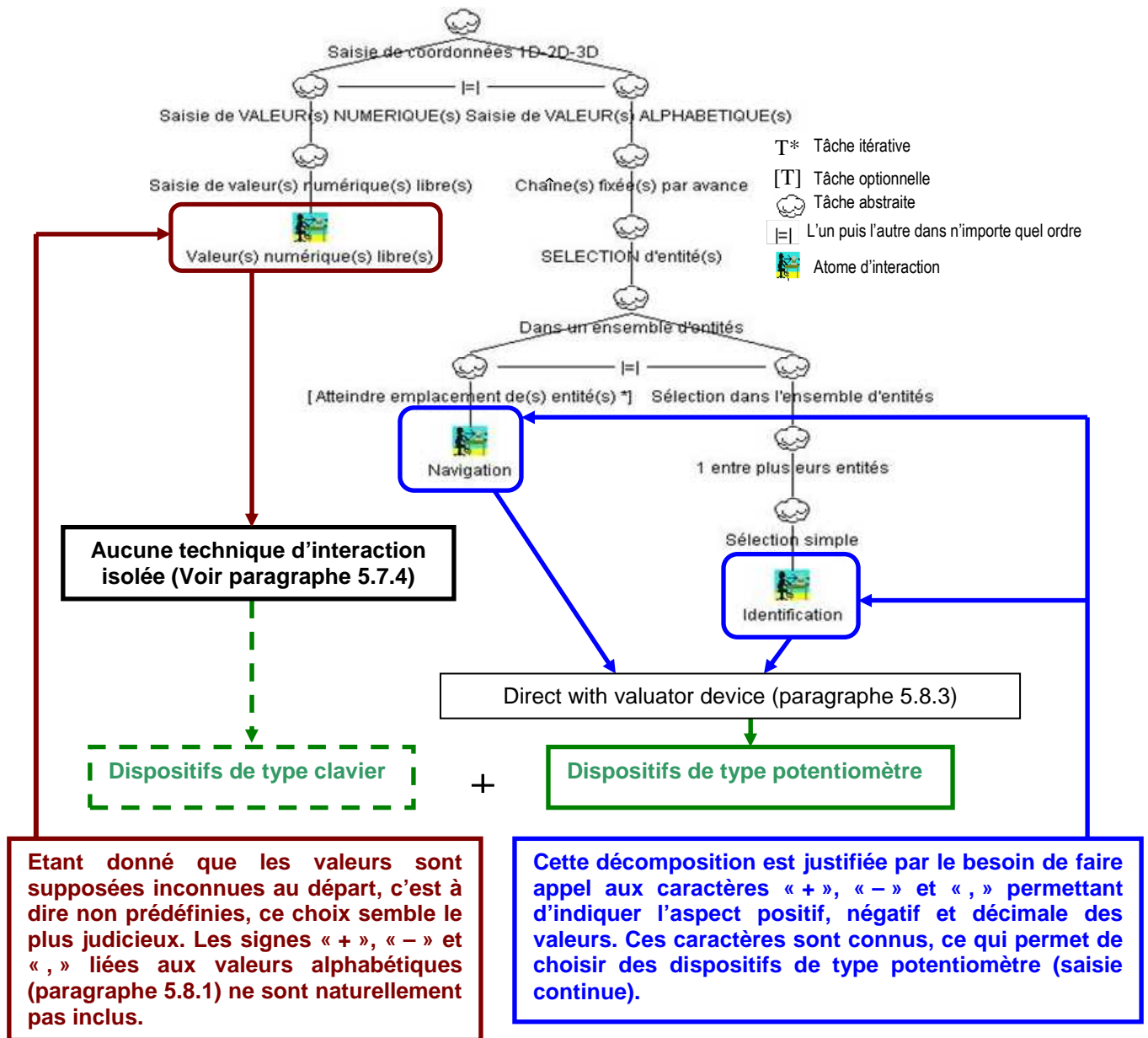


Figure 91 : Saisie de coordonnées non déterminées => décomposition du niveau « Saisie de coordonnées 1D-2D-3D » via les tâches d'interaction « Saisie de VALEUR(s) NUMERIQUE(s) », « Saisie de VALEUR(s) ALPHABETIQUE(s) » et atomes d'interaction associés.

Cette décomposition permet de dégager les dispositifs d'interaction de type potentiomètre, liés à la technique d'interaction « Direct with valuator device », et de type clavier, intuitivement choisis pour pallier à l'absence de technique et de dispositif d'interaction associé à l'atome d'interaction « Valeur(s) numérique(s) libre(s) » (voir paragraphe 5.7.4).

En fonction du schéma de la Figure 91, il apparaît difficile de devoir saisir des valeurs numériques à l'aide d'un clavier et des valeurs alphabétiques avec des dispositifs d'interaction de type potentiomètre, le tout en variant les saisies afin de composer les coordonnées souhaitées. Ce constat oblige à proposer une décomposition plus adaptée permettant d'offrir des techniques d'interaction et des dispositifs d'interaction plus ergonomiques.

Nous proposons le nouveau développement de la Figure 92 suivante :

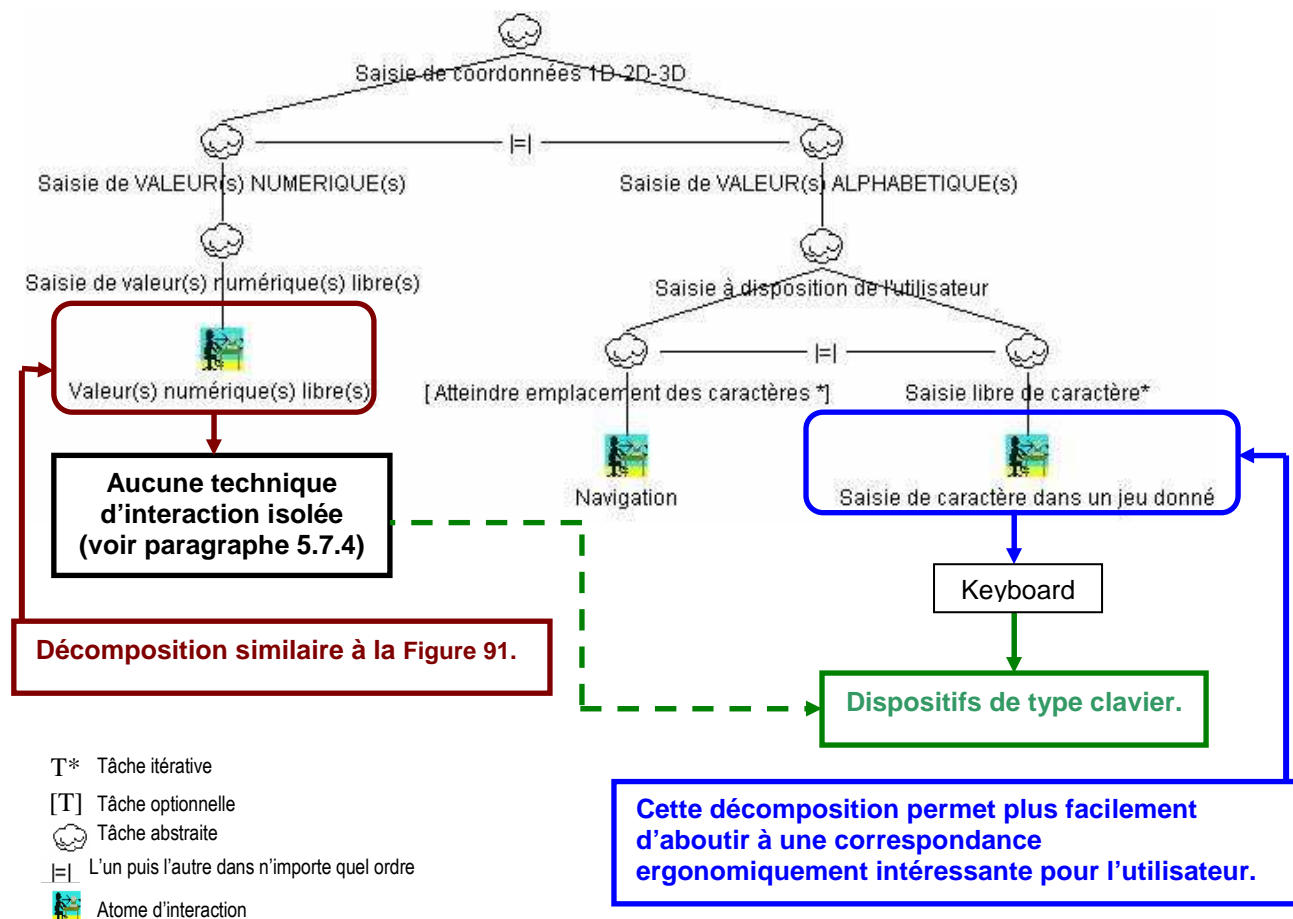


Figure 92 : Amélioration de la décomposition du niveau « Saisie de coordonnées 1D-2D-3D » de la Figure 91.

Cette nouvelle décomposition offre une modification du schéma de la Figure 91 en proposant d'intégrer le niveau « Saisie à disposition de l'utilisateur » à la place du niveau « Chaîne(s) fixée(s) par avance ». Les atomes d'interaction, les techniques d'interaction et les dispositifs d'interaction dégagés sont plus naturels et ergonomiquement bien mieux adaptés aux besoins des utilisateurs. Les dispositifs d'interaction de type clavier et en particulier les pavés numériques répondent particulièrement bien aux besoins.

Pour conclure sur ce paragraphe, nous mettons en lumière que la décomposition de la Figure 92, utilisant deux tâches d'interaction différentes, est très lourde à manipuler et en définitive peu précise. Cette argumentation est étayée par la difficulté d'utilisation de la tâche d'interaction « Saisie de VALEUR(s) NUMERIQUE(s) » qui, ne désignant aucune technique d'interaction et aucun dispositif d'interaction, ne semble pas être d'une grande valeur ajoutée. De plus, même si la tâche d'interaction « Saisie de VALEUR(s) ALPHABETIQUE(s) » répond beaucoup plus aux attentes, en terme de dispositifs d'interaction, sa description (paragraphe 5.8.1) implique uniquement la saisie de caractères alphabétiques et pas numériques. Ce dernier point ajoute à la difficulté de justifier l'existence de deux tâches d'interaction indépendantes.

5.10.2 Saisie de coordonnées prédéfinies via « Saisie de VALEUR(s) NUMÉRIQUE(s) » et « Saisie de VALEUR(s) ALPHABÉTIQUE(s) »

Dans ce paragraphe, nous analysons la saisie de coordonnées dont les valeurs sont toutes déterminées par avance ex : -2,5 ; -2 ; -1,5 ; -1 ; -0,5 ; 0 ; 0,5 ; 1 ; 1,5 ; 2 ; 2,5. Pour ce faire on détermine la meilleure solution possible en utilisant les tâches d'interactions « Saisie de VALEUR(s) NUMÉRIQUE(s) » et « Saisie de VALEUR(s) ALPHABÉTIQUE(s) ».

La décomposition de la Figure 93 résume ce développement :

5 Les atomes d'interaction

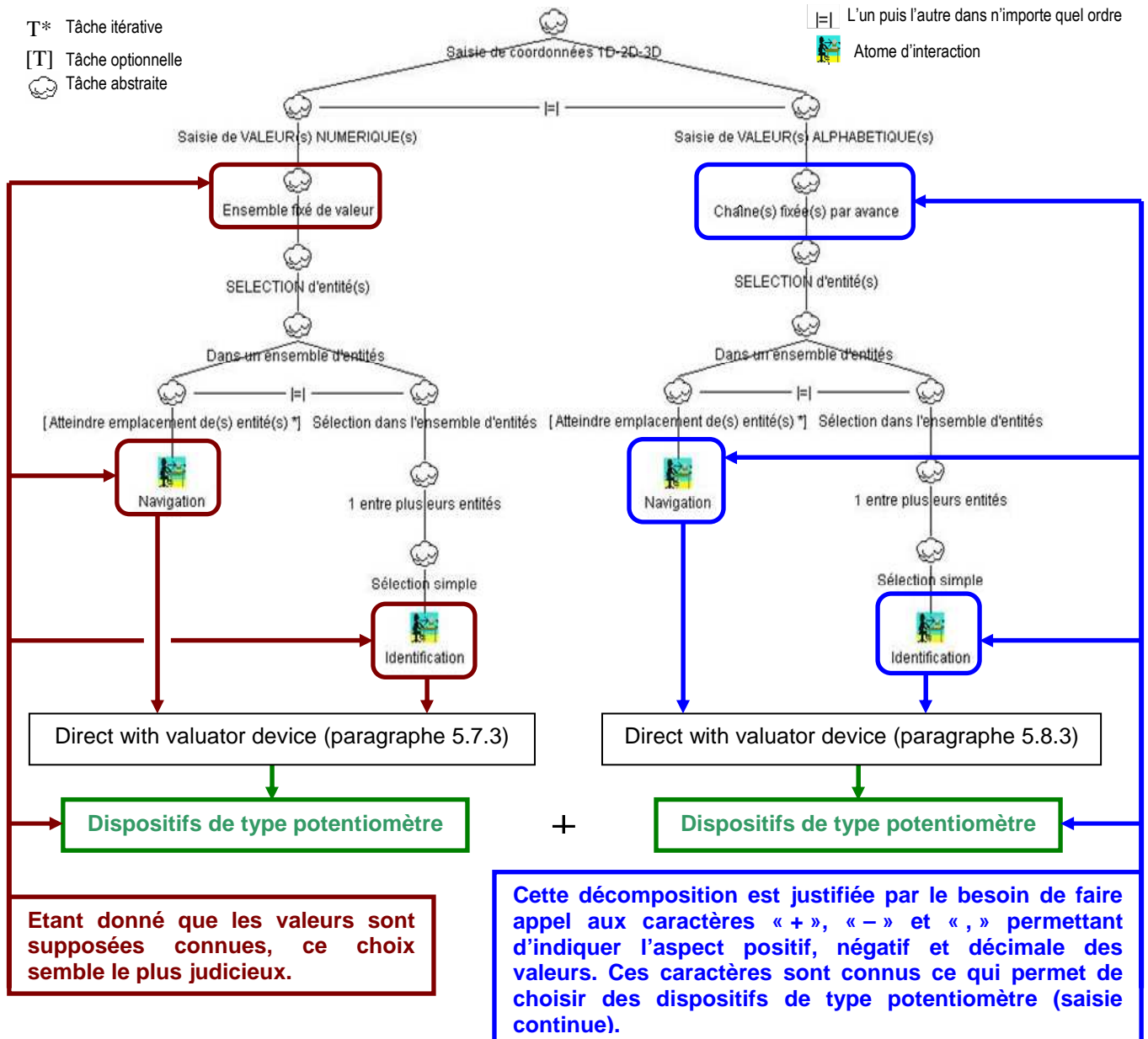


Figure 93 : Saisie de coordonnées prédéfinies => décomposition du niveau « Saisie de coordonnées 1D-2D-3D » via les tâches d'interaction « Saisie de VALEUR(s) NUMÉRIQUE(s) », « Saisie de VALEUR(s) ALPHABÉTIQUE(s) » et atomes d'interaction associés.

Les coordonnées à saisir étant considérées comme composées de valeurs différentes et prédéfinies (chiffres et caractères alphabétiques), la décomposition de la Figure 93 fait donc logiquement apparaître les niveaux « Ensemble fixé de valeur » et « Chaîne(s) fixée(s) par avance » des tâches d'interaction « Saisie de VALEUR(s) NUMERIQUE(s) » et « Saisie de VALEUR(s) ALPHABETIQUE(s) ». On obtient par conséquent, pour chaque niveau, les mêmes atomes d'interaction et techniques d'interaction ainsi que deux dispositifs d'interaction de type potentiomètre. Ce développement pose quelques problèmes notables. En effet, d'une manière ergonomique, il apparaît particulièrement difficile et contraignant, pour un utilisateur, de devoir saisir des chiffres avec un potentiomètre et les caractères « + », « - » et « , » avec un autre potentiomètre pour composer des valeurs qui sont supposées prédéfinies.

En fonction de cette analyse, on peut facilement remarquer que l'utilisation de deux tâches d'interaction différentes, est très lourde à manipuler et en définitive très peu adaptée aux besoins de l'exemple.

5 Les atomes d'interaction

5.10.3 Saisie de coordonnées non déterminées : X = -3,2 et Y = 5,0 via « Saisie de VALEUR(s) ALPHANUMÉRIQUE(s) »

On tente de répondre ici aux besoins de saisie de coordonnées non déterminées de type X = -3,2 et en Y = 5,0 en faisant appel aux avantages de la tâche d'interaction « Saisie de VALEUR(s) ALPHANUMÉRIQUE(s) ».

Nous proposons la décomposition de la **Figure 94** :

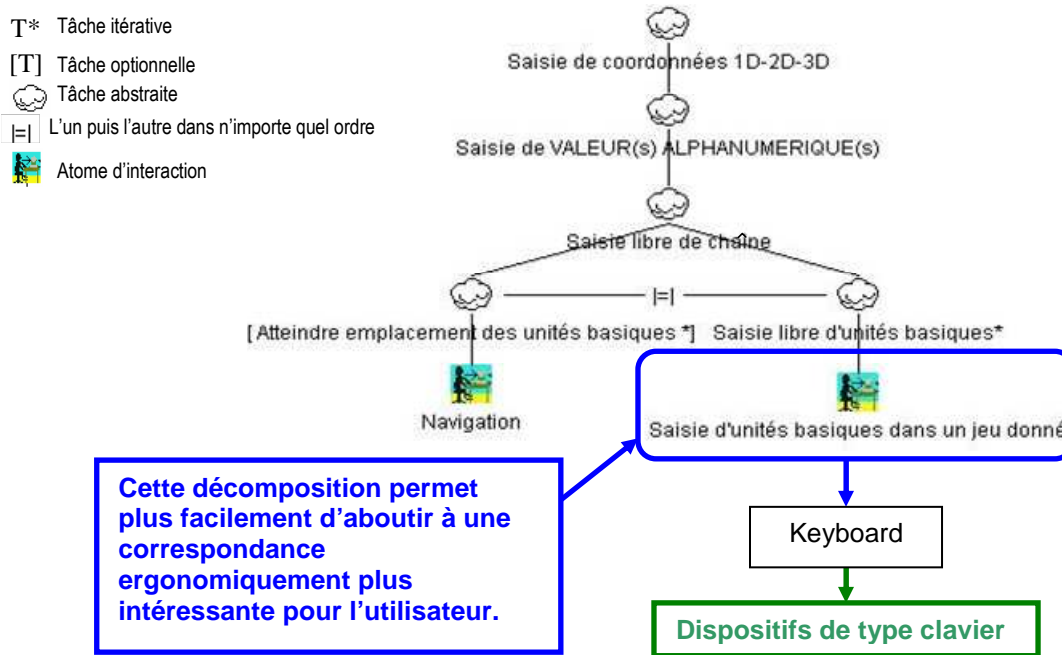


Figure 94 : Saisie de coordonnées non déterminées => décomposition du niveau « Saisie de coordonnées 1D-2D-3D » via la tâches d'interaction « Saisie de VALEUR(s) ALPHANUMÉRIQUE(s) » et atomes d'interaction associés.

A comparer des décompositions du paragraphe 5.10.1, **Figure 91** et **92**, faisant appel aux tâches d'interaction « Saisie de VALEUR(s) NUMÉRIQUE(s) » et « Saisie de VALEUR(s) ALPHABÉTIQUE(s) », le développement de la **Figure 94** paraît beaucoup moins lourd et bien plus naturel. Les dispositifs d'interaction retenus sont ergonomiquement bien adaptés aux besoins des utilisateurs et en particulier le cas des pavés numériques qui répondent favorablement à la saisie de valeurs non déterminées.

Au terme de l'analyse du niveau « Saisie de VALEUR(s) ALPHANUMÉRIQUE(s) », on peut constater, qu'à contrario du paragraphe 5.10.1, l'utilisation de la tâche d'interaction « Saisie de VALEUR(s) ALPHABÉTIQUE(s) » offre une simplicité d'utilisation plus intéressante et naturelle.

5.10.4 Saisie de coordonnées prédéfinies via « Saisie de VALEUR(s) ALPHANUMÉRIQUE(s) »

Faisant suite au paragraphe 5.10.2, on reprend ici l'exemple de la saisie de coordonnées dont les valeurs sont toutes déterminées par avance ex : -2,5 ; -2 ; -1,5 ; -1 ; -0,5 ; 0 ; 0,5 ; 1 ; 1,5 ; 2 ; 2,5. Nous cherchons cette fois à déterminer la meilleure solution possible en utilisant la tâche d'interaction « Saisie de VALEUR(s) ALPHANUMÉRIQUE(s) ».

Le développement de la **Figure 95** suivante résume cette approche :


5 Les atomes d'interaction

T* Tâche itérative

[T] Tâche optionnelle

☁ Tâche abstraite

|=| L'un puis l'autre dans n'importe quel ordre

 Atome d'interaction

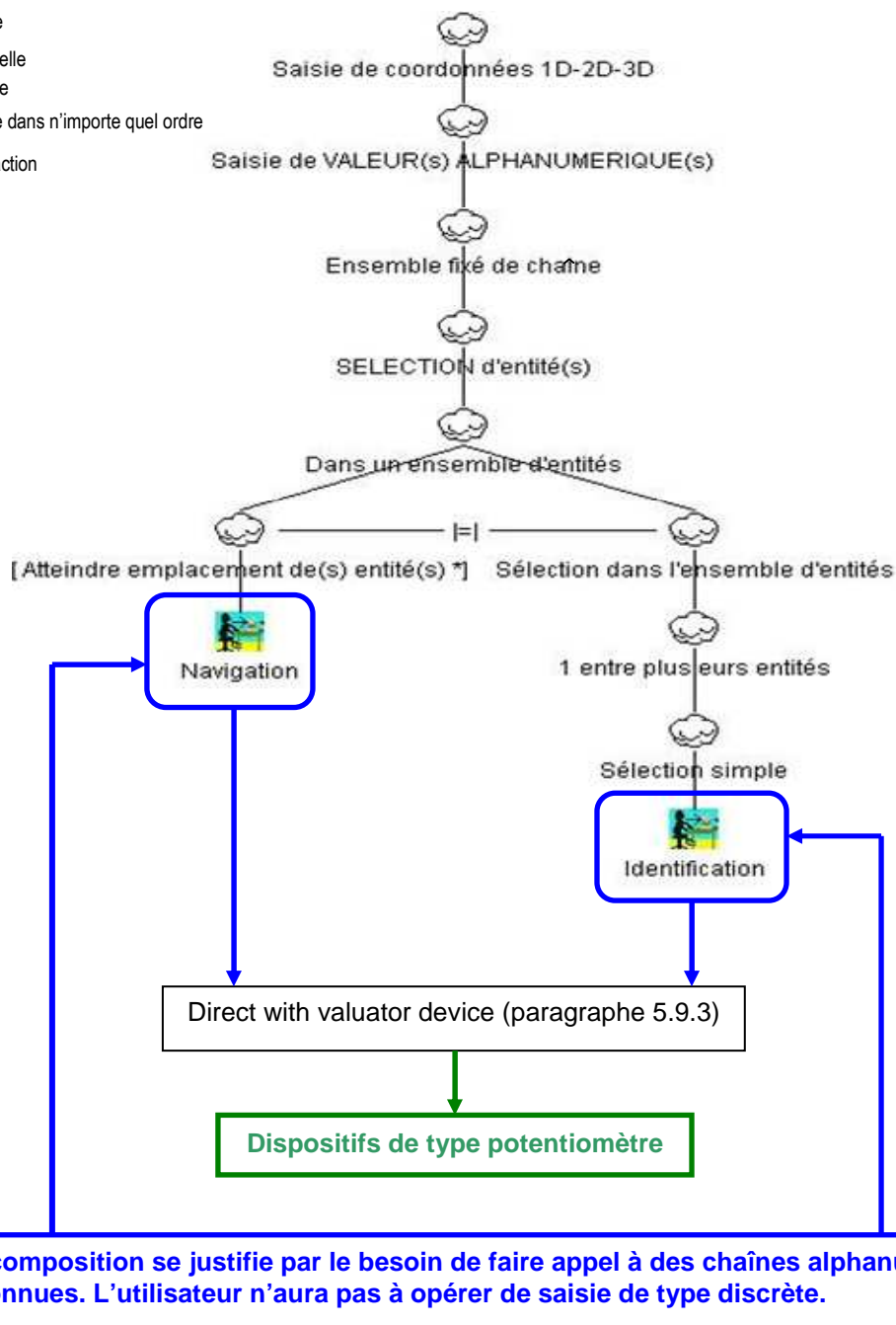


Figure 95 : Saisie de coordonnées prédéfinies => décomposition du niveau « Saisie de coordonnées 1D-2D-3D » via la tâche d'interaction « Saisie de VALEUR(s) ALPHANUMÉRIQUE(s) » et atomes d'interaction associés.

5.10.5 Niveau « Espace de Dimension N »

Avant de conclure définitivement sur la décomposition finale de la tâche d'interaction « INDIQUER une POSITION », nous traitons le niveau « Espace de Dimension N » laissé à dessein au paragraphe 5.4.12, Figure 44.

Concernant ce niveau, on constate aisément qu'il est bien plus simple de déterminer des techniques d'interaction et des dispositifs d'interaction adaptés à l'évolution dans un espace en 3 dimensions que dans un espace en 4 dimensions ou plus.

En partant du principe qu'un espace de dimension 4 est avant tout un espace de dimension 3 plus 1 dimension, la solution à ce problème pourrait être d'autoriser une complémentarité des moyens en

5 Les atomes d'interaction

permettant de sélectionner une position pour un espace à 3 dimensions et de saisir les coordonnées pour la dimension ou les dimensions restantes.

Nous reprenons ainsi en substance la solution de la décomposition de la **Figure 60** concernant la tâche d'interaction « ORIENTATION d'entité ».

5.10.6 Bilan sur la décomposition définitive de la Tâche d'interaction « INDIQUER une POSITION » et sur la comparaison des tâches d'interaction « Saisie de VALEUR(s) ALPHANUMÉRIQUE(s) », « Saisie de Valeur(s) NUMÉRIQUE(s) » et « Saisie de VALEUR(s) ALPHABÉTIQUE(s) »

Au terme de la comparaison des trois tâches d'interaction « Saisie de VALEUR(s) NUMERIQUE(s) », « Saisie de VALEUR(s) ALPHABETIQUE(s) » et « Saisie de VALEUR(s) ALPHANUMERIQUE(s) », nous décidons de retenir à titre définitif la tâche d'interaction « Saisie de valeurs ALPHANUMÉRIQUE(s) » comme tâche d'interaction unique. En effet, les décompositions successives réalisées sur divers exemples (**Figure 91, 92, 93, 94 et 95**), amènent à penser que la tâche d'interaction « Saisie de VALEUR(s) ALPHANUMÉRIQUE(s) » est particulièrement bien adaptée aux besoins de la tâche d'interaction « INDIQUER une POSITION ». On peut logiquement ajouter que la tâche d'interaction globalisante « Saisie de VALEUR(s) ALPHANUMERIQUE(s) » est en règle générale plus pertinente quant à la saisie de caractères de toutes natures.

Les résultats définitifs des travaux sur la tâche d'interaction « INDIQUER une POSITION » sont récapitulés par l'arbre de décomposition de la **Figure 96**.

Les atomes d'interaction possibles dégagés sont représentés avec ce sigle :



Nous validons les atomes d'interaction suivants :

- « Identification » inspiré de David et lié à la désignation d'entité(s) ;
- « Navigation » offrant à l'utilisateur la possibilité d'atteindre l'emplacement de l'entité ou des entités à sélectionner ;
- « Saisie d'unités basiques dans un jeu donné » pour une saisie de caractères alphanumériques dont seul l'utilisateur fixera la limite.

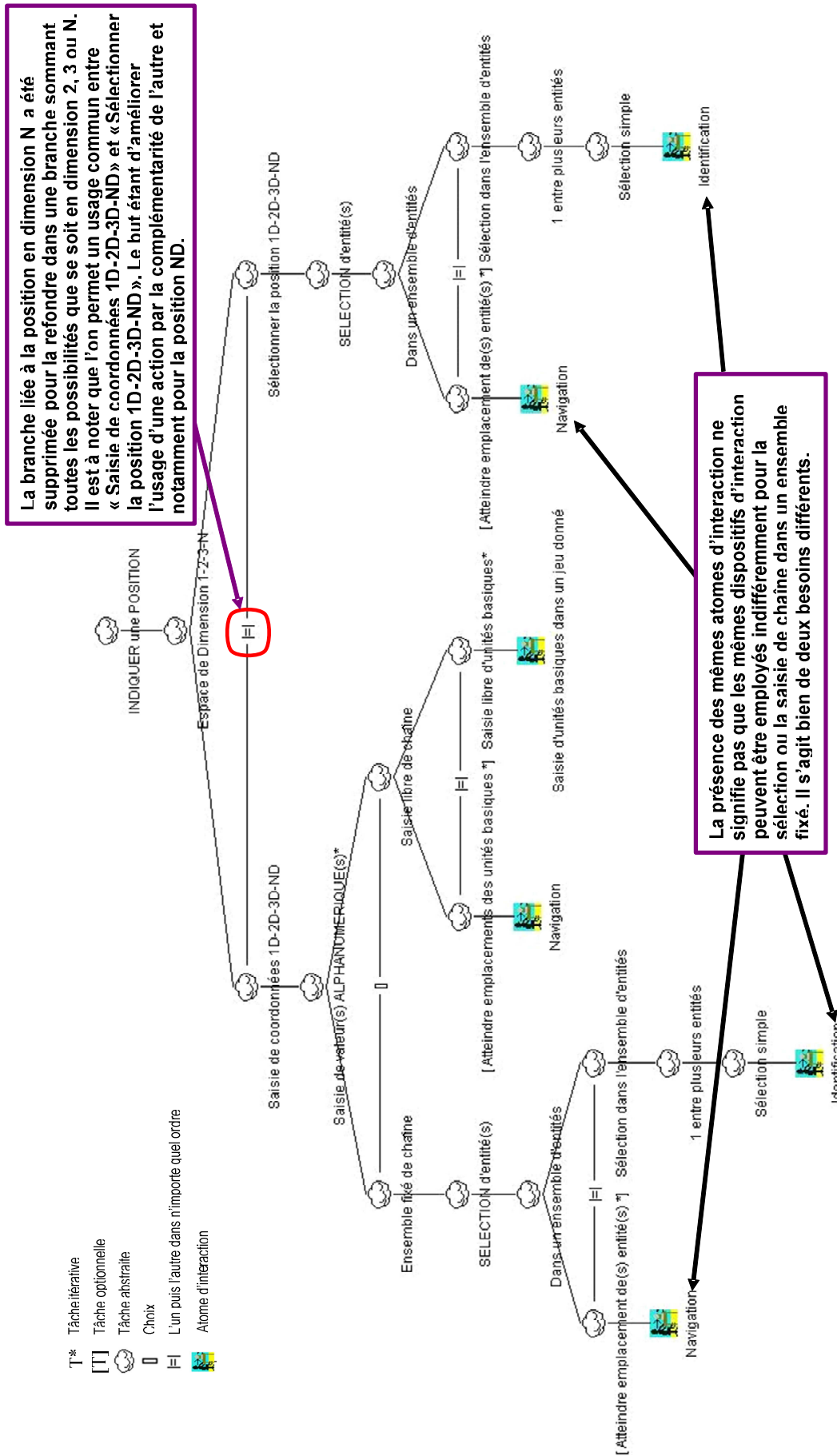


Figure 96 : Décomposition définitive de la tâche d'interaction « INDIQUER une POSITION » et atomes d'interaction associés.

5.11 Décomposition définitive de la tâche d'interaction « ORIENTATION d'entité »

Nous profitons des développements concernant la tâche d'interaction « INDIQUER une POSITION » et « Saisie de VALEUR(s) ALPHANUMÉRIQUE(s) » pour proposer une décomposition définitive de la tâche d'interaction « ORIENTATION d'entité ».

Nous avons en effet laissé en l'état la décomposition de la **Figure 60** du paragraphe 5.5.8 faisant apparaître la technique d'interaction « Valeurs » de David concernant les niveaux « Saisir le sens » et « Entrer le nombre de degrés de rotation axe par axe ».

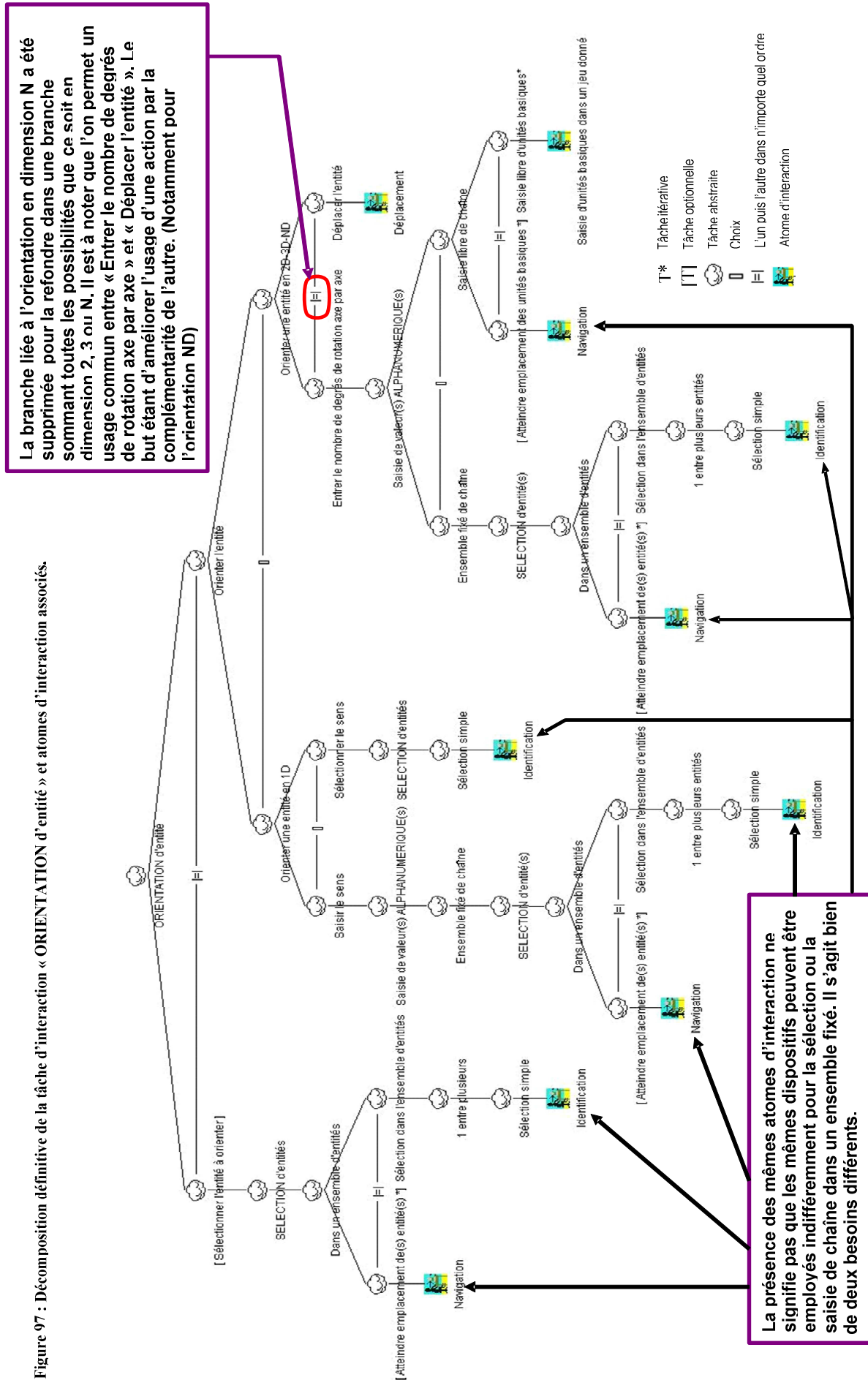
En s'appuyant sur l'ensemble des développements précédents, il n'apparaît pas utile de faire de nouvelle recherche pour déterminer les tâches d'interaction les plus à même de remplir le rôle des niveaux « « Saisir le sens » et « Entrer le nombre de degrés de rotation axe par axe ». La tâche d'interaction « Saisie de VALEUR(s) ALPHANUMÉRIQUE(s) » est en effet la plus adaptée aux besoins.

Les résultats définitifs des travaux sur la tâche d'interaction « ORIENTATION d'entité » sont récapitulés par l'arbre de décomposition de la **Figure 97**.

Nous validons les atomes d'interaction suivants :

- « Identification » inspiré de David et lié à la désignation d'entité(s) ;
- « Navigation » offrant à l'utilisateur la possibilité d'atteindre l'emplacement de l'entité ou des entités à sélectionner ;
- « Saisie de caractère dans un jeu donné » pour une saisie de caractères dont seul l'utilisateur fixera la limite ;
- « Déplacement » permettant de déplacer une entité dans le but de l'orienter.

Figure 97 : Décomposition définitive de la tâche d'interaction « ORIENTATION d'entité » et atomes d'interaction associés.



5.12 Décomposition définitive de la tâche d'interaction « SÉLECTION d'entité »

En tenant compte des décompositions définitives des tâches d'interaction « INDiquer une POSITION » et « ORIENTATION d'entité » des parties 5.10 et 5.11 nous pensons posséder les moyens de finaliser la décomposition de la tâche d'interaction « SÉLECTION d'entité(s) ». En effet, cette dernière avait été laissée au stade de l'étude et ce notamment sur la partie « Sélection multiple d'entités » (paragraphe 5.3.7, Figure 32). Pour répondre aux interrogations en matière de sélection multiple, la stratégie consiste à rechercher les solutions, idées et exemples du monde scientifique, industriel et dans le quotidien de tous les jours.

5.12.1 « Sélection multiple d'entités » par Intervalle

Cette première analyse s'appuie en partie sur les travaux et les cours de Michel Beaudouin-Lafon sur les interactions graphiques [Beaudouin-Lafon 1997]. Nous lui empruntons en particulier les notions de sélection multiple par groupe ou par intervalle issue de sa tâche d'interaction « Sélection ». On ne retient cependant pas les travaux de Beaudouin-Lafon sur la sélection par ajout/retrait qui ne ressort pas dans notre décomposition.

Pour la suite de l'étude et en se fondant sur les travaux de Beaudouin-Lafon, nous complétons le niveau « sélection multiple d'entités » en considérant qu'un groupe d'entités peut être sélectionné par intervalle, c'est à dire premier puis dernier élément de la sélection. Nous ajoutons que la sélection par groupe englobe la sélection par intervalle.

Le schéma CTT partiel suivant, hérité de la Figure 32, résume notre analyse :

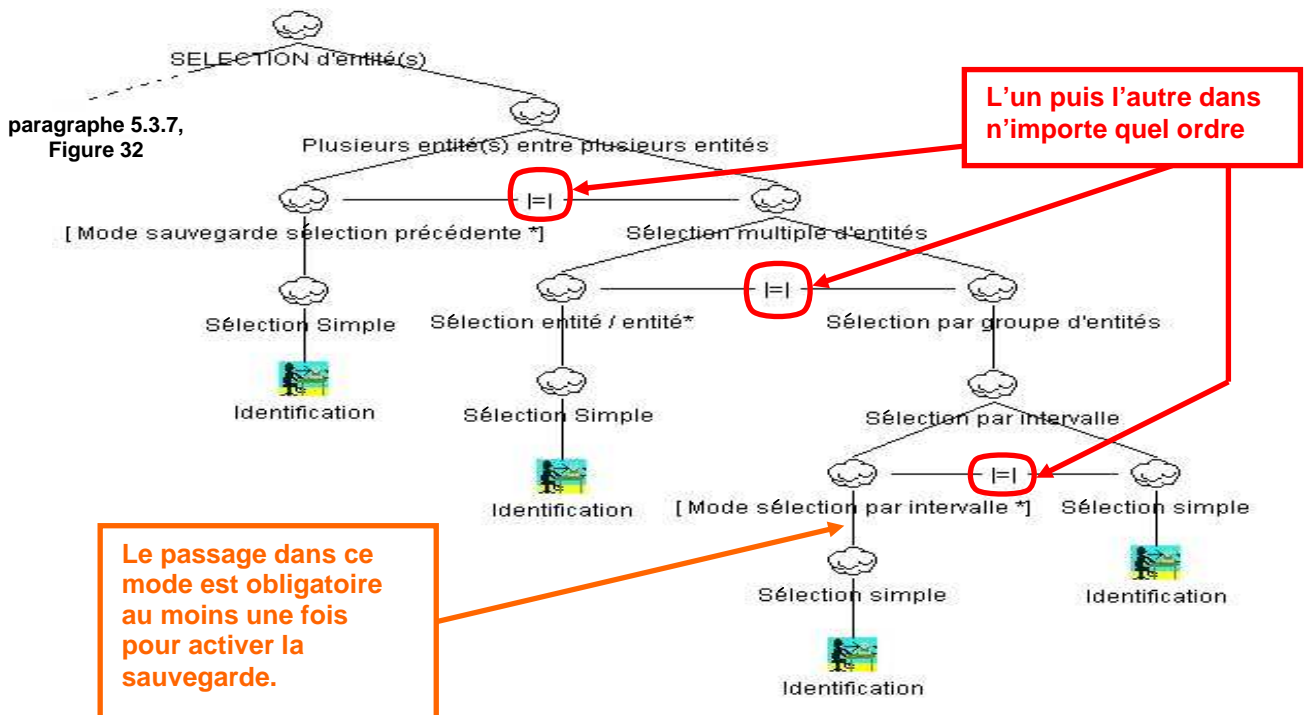


Figure 98 : Schéma récapitulatif partiel de la « Sélection multiple d'entités » par intervalle.

5.12.2 « Sélection multiple d'entités » par Zone de sélection

En matière de « Sélection multiple d'entités » il peut être intéressant de réfléchir à la possibilité de sélectionner un certain nombre d'entités au travers d'une zone de sélection. En s'appuyant sur notre propre expérience, les exemples du monde scientifique et du quotidien, nous dégagons deux manières différentes de créer une zone de sélection :

- la première possibilité, très largement répandue, est celle offrant une zone de sélection géométrique basée sur des positions indiquées par l'utilisateur ;

5 Les atomes d'interaction

- la deuxième possibilité, moins répandue, met en avant la création d'une zone de sélection via un tracé de type « main levé » entourant les entités à sélectionner.

Dans la suite de l'étude, nous étudions en détail des exemples pour chacune de ces possibilités.

5.12.2.1 Zone de sélection par position

Nous faisons tout d'abord appel aux travaux de Gilles BAILLY, du Laboratoire CLIPS-IMAG, basés sur l'interaction bi-manuelle et la sélection multiple par zone de sélection appliquée à la manipulation de graphe [Bailly 2005]. Le dispositif bi-manuel mis en avant par, Gilles BAILLY (Figure 99), s'organise sur l'indication de 2 positions dans un espace à 2 dimensions.

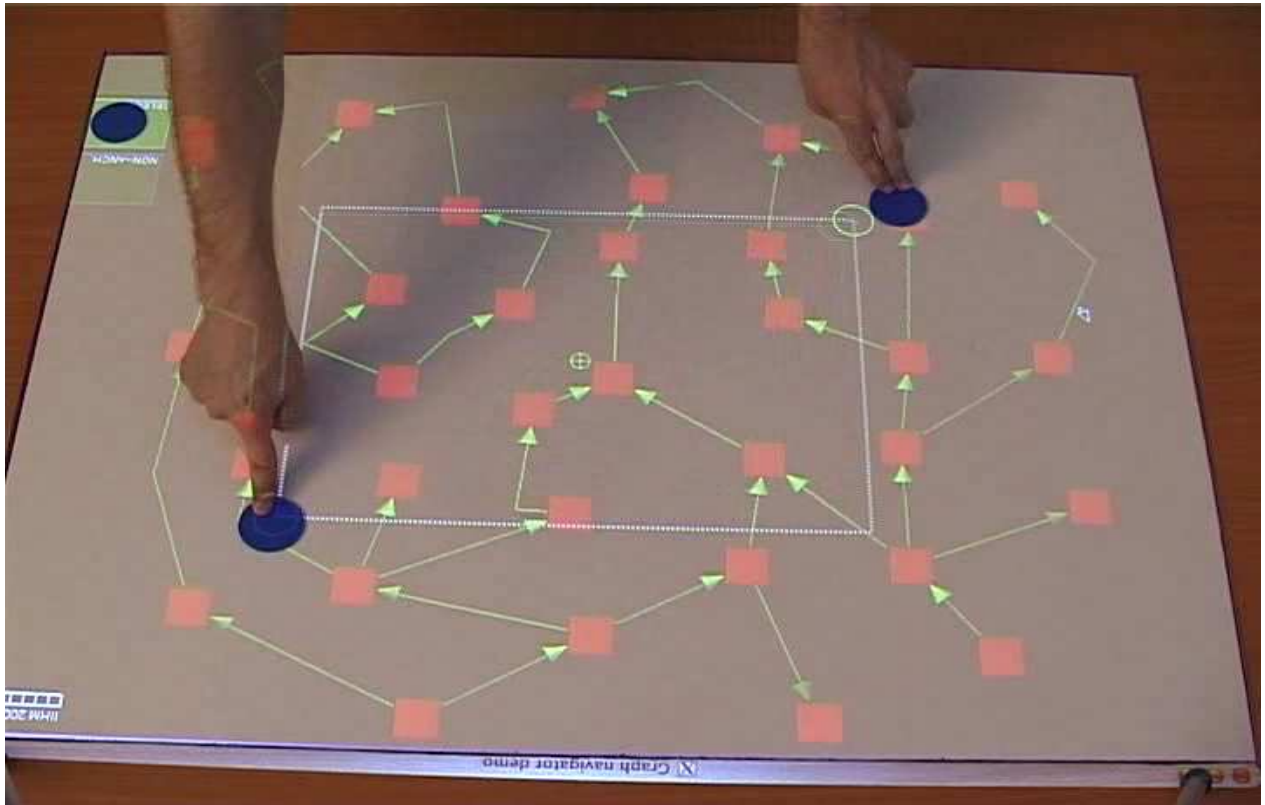


Figure 99 : Dispositif bi-manuelle de sélection multiple par zone de sélection appliqué à la manipulation de graphe.

En fonction de la définition de la tâche d'interaction « INDIQUER une POSITION » (paragraphe 5.4.1), nous pensons que des zones de sélection peuvent être définies dans des environnements supérieurs à 2 dimensions et avec un nombre indéfini de positions, allant de 1 à N, à la disposition de la tâche applicative et/ou de l'utilisateur. Nous ajoutons donc naturellement ce besoin dans la décomposition finale de la tâche d'interaction « SÉLECTION d'entité(s) ».

Dans le même registre, il existe des exemples du quotidien plus facilement identifiables. On cite par exemple le logiciel de Conception Assistée par Ordinateur AutoCAD permettant notamment de sélectionner des formes, ou entités, par zone de sélection.

Dans l'exemple suivant, Figure 100, nous faisons apparaître une sélection multiple d'entités points, dans un ensemble d'entités points, par zone de sélection définis sur deux positions.

5 Les atomes d'interaction

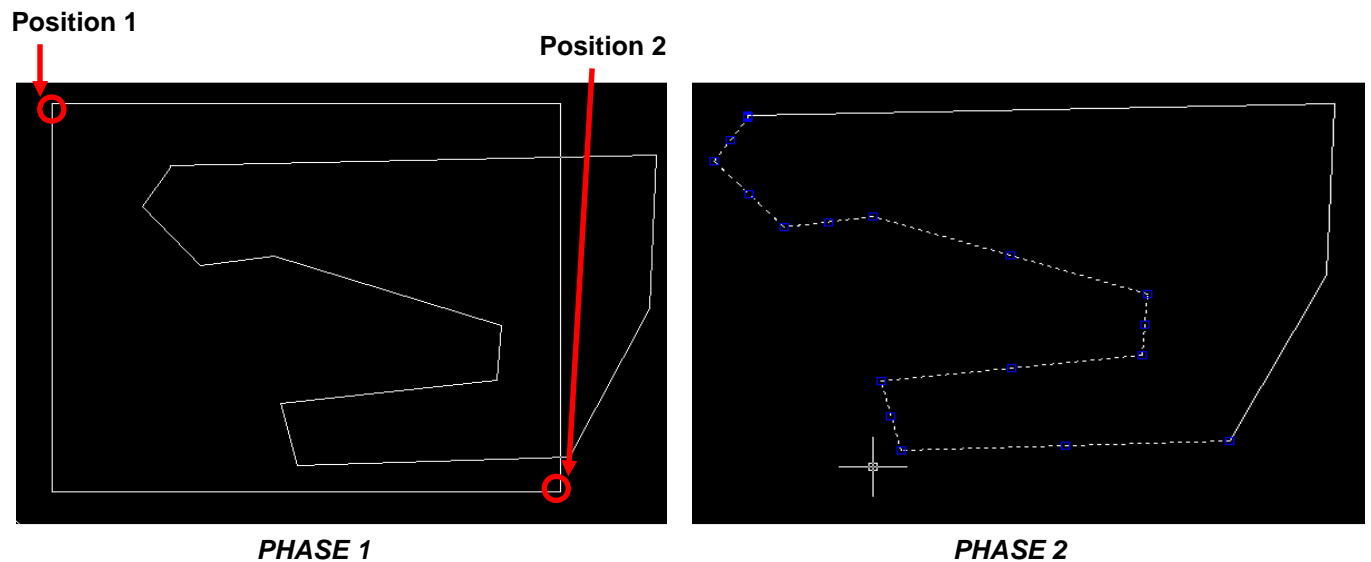


Figure 100 : Exemple, sous AutoCAD, de sélection multiple d'entités points dans un ensemble d'entités points par zone de sélection définis sur deux positions.

Nous citons un dernier exemple plus proche du quotidien, à savoir la sélection multiple de fichiers sous l'explorateur de Windows par une zone de sélection sur deux positions : Figure 101.

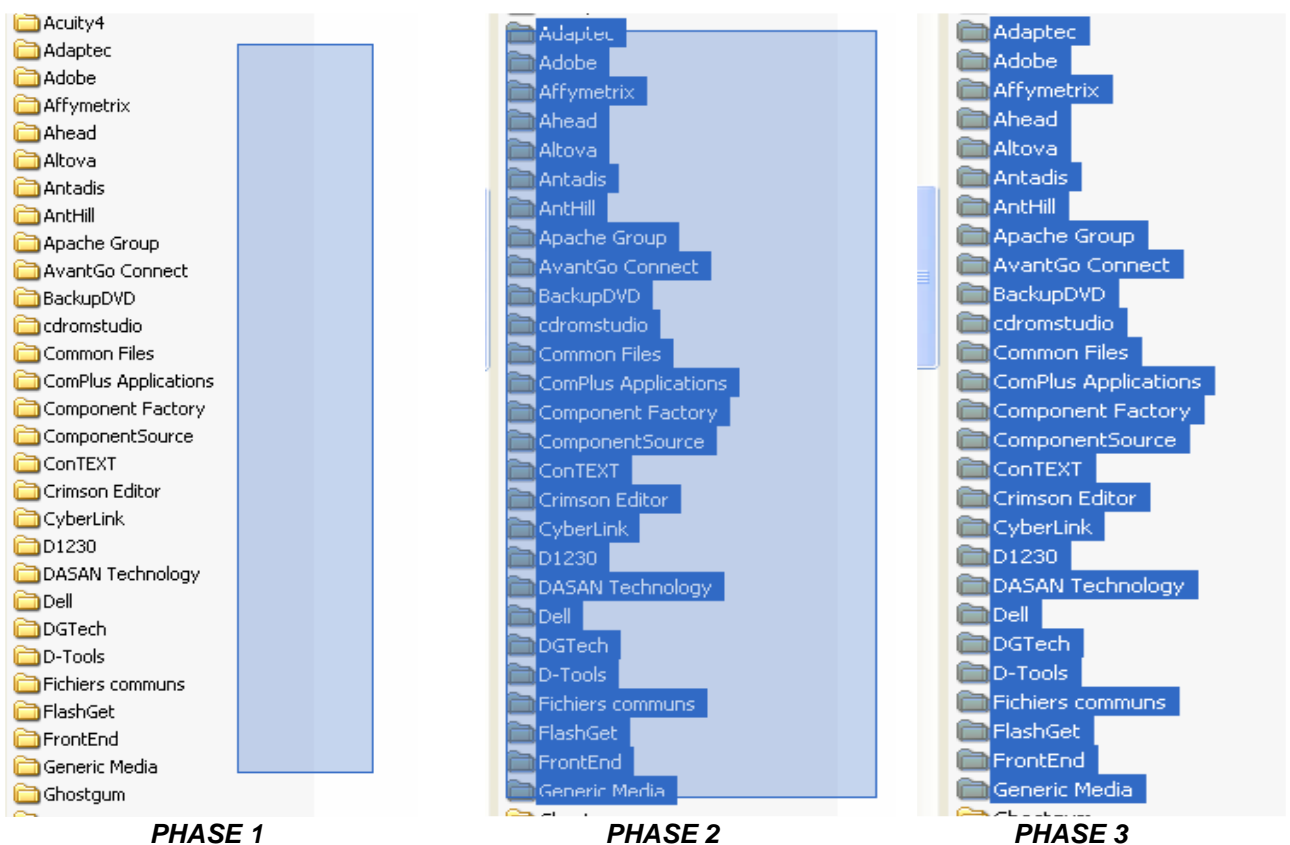


Figure 101 : Exemple explorateur de Windows => Sélection d'un ensemble d'entités fichiers par établissement d'une zone de sélection sur deux positions et par navigation au travers des entités fichiers.

5 Les atomes d'interaction

De ces deux exemples, on déduit qu'une sélection par position oblige l'utilisateur à définir la zone de sélection en indiquant des positions permettant d'encadrer les entités à sélectionner. Nous y associons le développement partiel suivant :

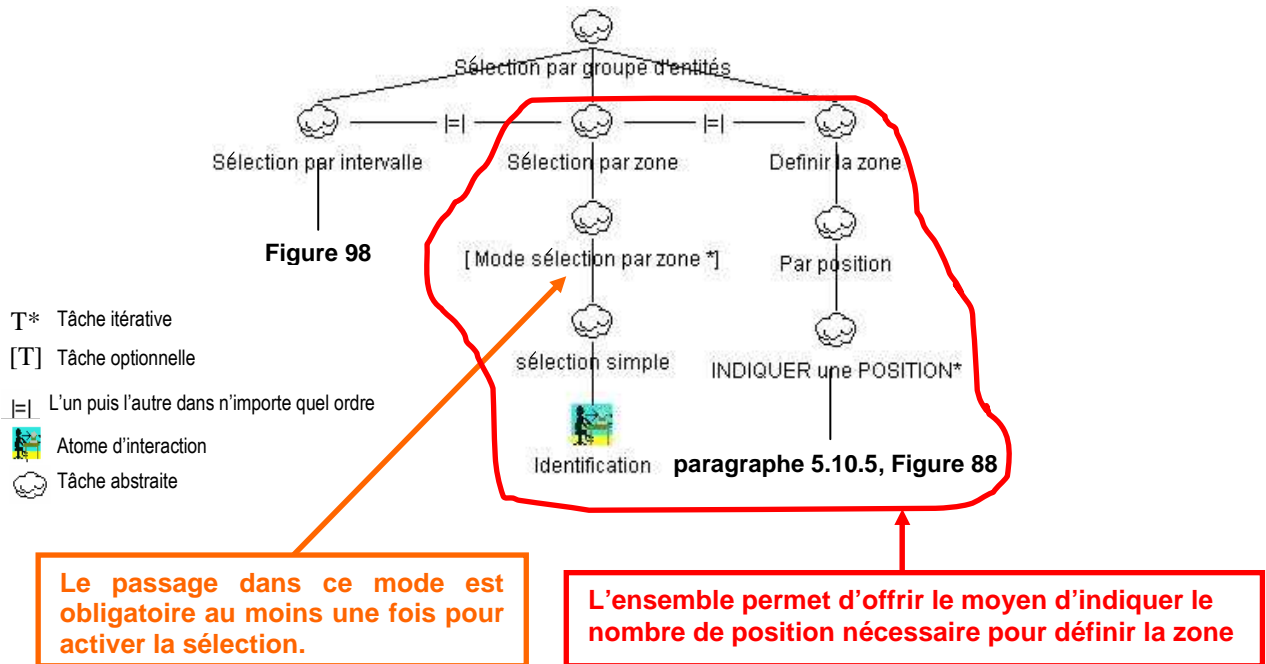


Figure 102 : Schéma récapitulatif partiel de la « Sélection multiple d'entités » par zone de sélection par position.

5.12.2.2 Zone de sélection par tracé

Concernant la sélection par tracé, nous basons l'analyse sur deux types d'exemples différents :

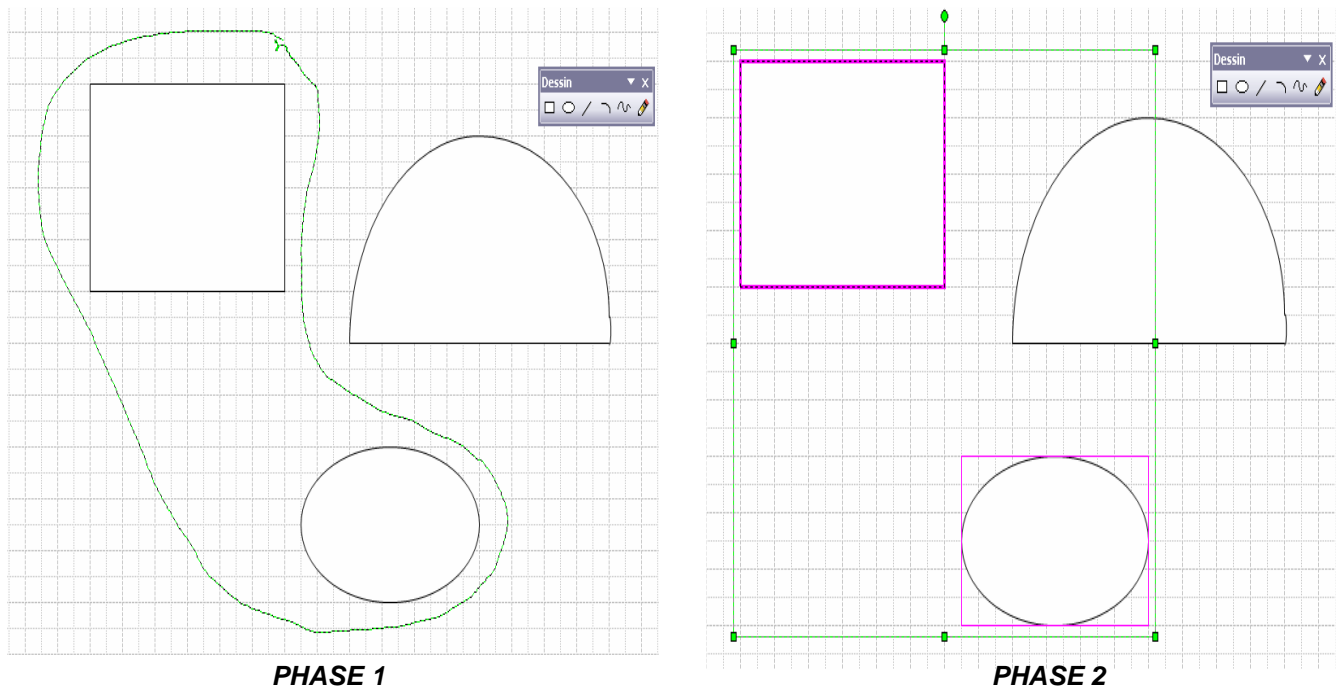


Figure 103 : Exemple sous Visio => Sélection d'un ensemble d'entités par établissement d'une zone de sélection par tracé sur Tablet PC.



Figure 104 : Exemple de sélection par lasso - Dynamic Graphics Project (Anand Agarawala et Ravin Balakrishnan).

Ces deux exemples (Figures 103 et 104), proche de l'exemple du tracé à main levée de la Figure 64 de l'alinéa 5.6.3.1, permettent de constater que le principe de zone de sélection par tracé n'est pas une possibilité nouvelle mais déjà existante et utilisée. En poussant plus loin l'analyse, les exemples des Figures 62 et 63, nous apprennent qu'une zone de sélection par tracé peut se définir aussi de manière discrète, cet à dire point par point, et pas uniquement en continu (Figures 103,104 et 45), c'est-à-dire à main levée.

En fonction, nous proposons la décomposition CTT partielle suivante :

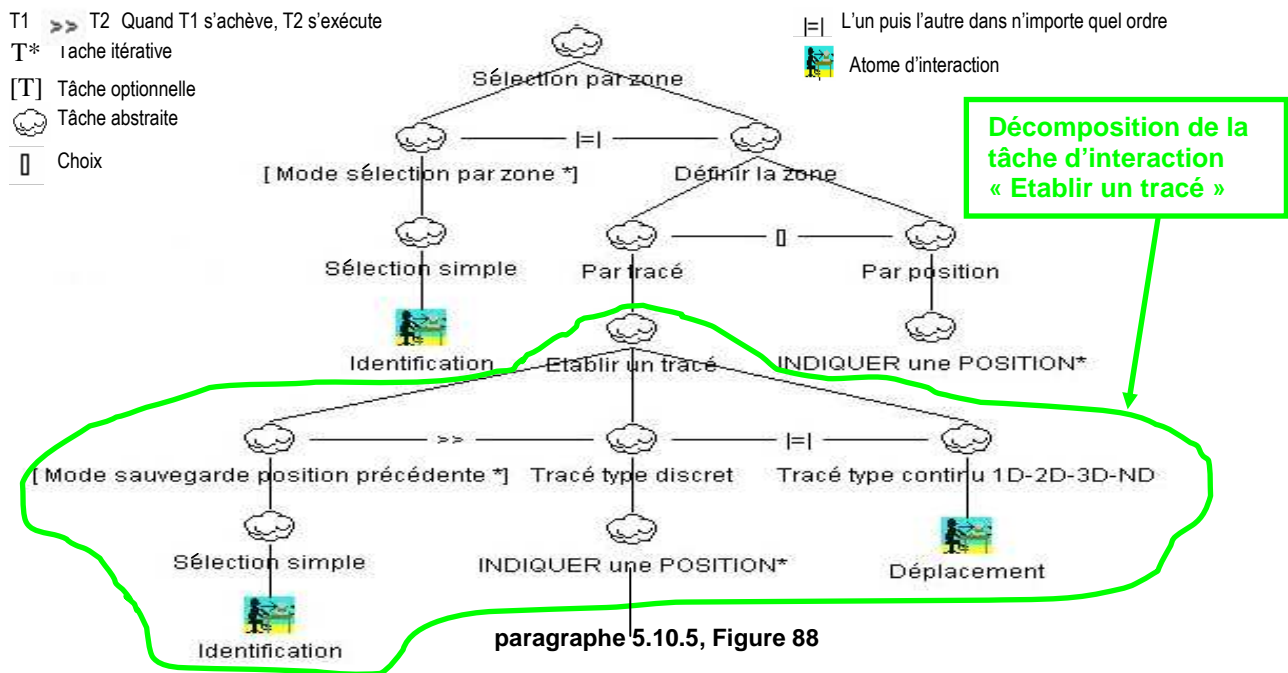


Figure 105 : Schéma récapitulatif partiel de la « Sélection multiple d'entités » par zone de sélection par tracé.

5 Les atomes d'interaction

Cette nouvelle et dernière décomposition complète la tâche d'interaction « SÉLECTION d'entité(s) » et ouvre par là même sur la possibilité de confirmer définitivement la tâche applicative « Etablir un tracé » en tant que tâche d'interaction à part entière (paragraphe 5.6.3, **Figure 61** et paragraphe 5.6.4).

5.12.3 Bilan de l'étude sur la tâche d'interaction « SÉLECTION d'entités »

Les résultats définitifs des travaux sur la tâche d'interaction « SELECTION d'entité(s) » sont récapitulés par l'arbre de décomposition de la **Figure 106**.

Les atomes d'interaction possibles dégagés sont représentés avec ce sigle :



Nous validons les atomes d'interaction suivants :

- « Identification » inspiré de David et lié à la désignation d'entité(s) ;
- « Navigation » offrant à l'utilisateur la possibilité de naviguer, de se déplacer dans un ensemble d'entité afin d'atteindre l'emplacement de l'entité ou des entités à sélectionner ;
- « Déplacement » permettant d'établir un déplacement dans un but précis, ici, celui de définir un tracé en vue d'obtenir une zone de sélection.

5.13 Bilan sur la recherche des tâches d'interaction et des atomes d'interaction

Dans le chapitre 5, nous avons présenté nos réflexions concernant le cœur du mémoire, à savoir la « démarche de configuration de l'ordinateur porté » permettant de déterminer les dispositifs d'interaction les plus adaptés au contexte d'une tâche applicative tout en minimisant leur nombre.

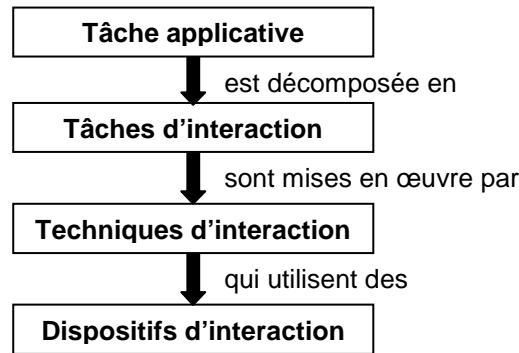


Figure 3 : Schéma global de décomposition.

Cette démarche, résumée dans la Figure 3 et présentée en partie 2.8, suscitait cependant de nombreuses questions : qu'est ce qu'une tâche applicative ? Une tâche d'interaction ? Une technique d'interaction et un dispositif d'interaction ? Est-ce que les techniques d'interaction peuvent être vraiment considérées comme les primitives minimales d'une tâche d'interaction ? Existe-t-il un élément réellement atomique et indépendant des dispositifs pour les tâches applicatives et d'interaction ?

L'objectif principal a donc été d'étudier, et d'améliorer, cette démarche dans son ensemble afin d'en assurer la cohérence, son implication et utilisation dans le projet Help Me To Do.

Dans un premier temps, en s'appuyant sur les connaissances scientifiques du domaine, Chacune des étapes de la démarche ont été étudiée et définie : les tâches applicatives, les tâches, les techniques et les dispositifs d'interaction. Ce travail a permis d'offrir une évolution du schéma global de décomposition de la démarche intégrant un nouveau composant indépendant des contextes et des dispositifs, que nous avons appelé « atome d'interaction » Figure 20.

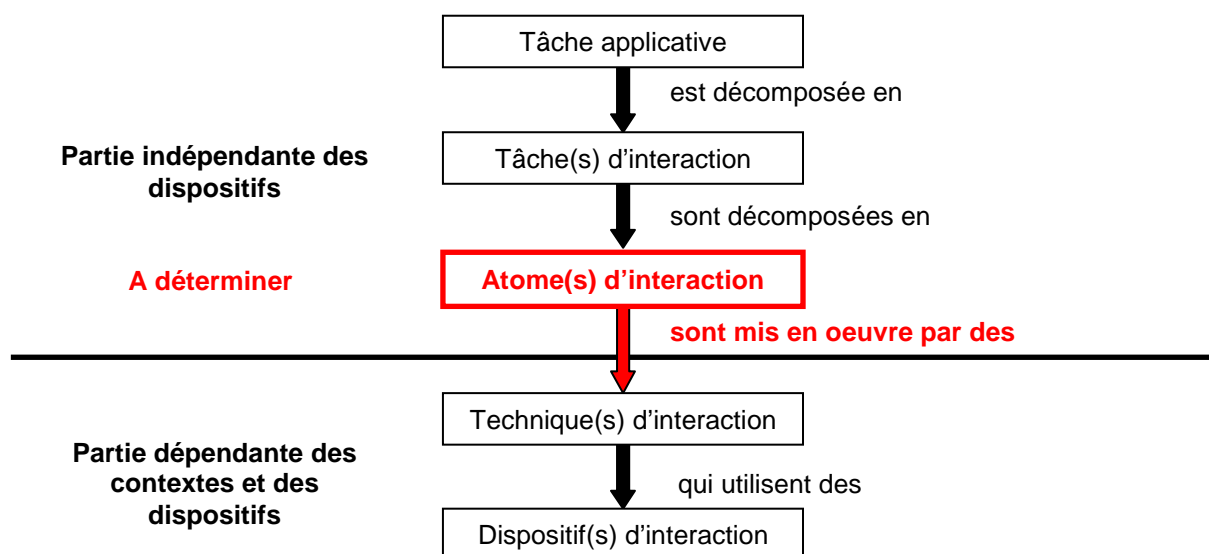


Figure 20 : Evolution du schéma global de décomposition.

5 Les atomes d'interaction

Dans un second temps, nous avons analysé en détail les tâches d'interaction, retenues dans notre étude précédente, sur la base principale des travaux de James D.Foley [Foley et al. 1984] et de David [David 2006]. En rapport avec notre démarche d'analyse, nous avons apprécié leurs pertinences et leurs exigences, avant de les redéfinir et de déterminer leur décomposition ainsi que les atomes d'interaction associés.

Nous concluons ce chapitre en dressant une liste aussi exhaustive que possible des tâches d'interaction revue et corrigée et des atomes d'interaction déterminés.

5 tâches d'interaction sont retenues :

- SÉLECTION d'entité(s) (partie 5.3) :

La tâche d'interaction SÉLECTION d'entité(s) représente l'action de sélectionner une entité isolée (Sélection simple) ou dans un ensemble d'entités, ou bien de sélectionner un ensemble d'entités contiguës ou non contiguës. Les entités n'étant pas forcément de même nature et leur nombre fixé ou variable.

- INDIQUER une POSITION (partie 5.4) :

La tâche d'interaction INDIQUER une POSITION représente l'action d'indiquer une position, sur 1, 2, 3 dimensions ou plus dans un espace de valeurs.

- ORIENTATION d'entité(s) (partie 5.5) :

La tâche d'interaction ORIENTATION d'entité(s) représente l'action d'orienter une entité, sur 1, 2, 3 dimensions ou plus dans un espace de valeurs et par rapport à un repère local à cette dernière. Le terme de dimension pouvant être remplacé par celui plus commun de degrés de liberté, à raison d'un degré de rotation par axe.

- Etablir un TRACE (partie 5.6) :

La tâche d'interaction Etablir un TRACE représente l'action de construire un tracé dans un espace de 1, 2, 3 dimensions ou plus dans un repère global. Ce tracé peut être construit de manière discrète, c'est-à-dire point par point, ou de manière continue, à main levée.

- Saisie de VALEUR(s) ALPHANUMÉRIQUE(s) (partie 5.9) :

La tâche d'interaction Saisie de VALEUR(s) ALPHANUMÉRIQUE(s) représente l'action, point de vue utilisateur, de saisir tout type de caractère. Nous autorisons la saisie de valeurs numériques (chiffre ou nombre) positive, négative, décimale, réelle ou quelconque, la saisie de valeurs alphabétique, comme des lettres de différents alphabets (latin, grec, mandarin,...), des caractères particuliers comme une virgule, un point etc..., ou toutes chaînes nécessitant des saisies de valeurs mixtes numériques et alphabétiques.

Les chaînes alphanumériques, peuvent être connues et fixées à l'avance (cas de la saisie d'une réponse de type « oui », « non », « sans opinion » ou des angles de rotation de 0 à 359°).

Les chaînes peuvent aussi être laissées à la disposition de l'utilisateur ; cas de la saisie d'un montant, d'un code utilisateur de longueur inconnue, d'un discours, d'un nom ou d'un prénom, d'une seule lettre,...

5 Les atomes d'interaction

Au terme de la décomposition de ces tâches d'interaction, nous avons identifié 4 atomes d'interaction :

- Identification :

L'atome d'interaction Identification est lié à la désignation d'entité(s). Ces entités peuvent être des commandes, des icônes, des valeurs alphanumériques, des unités basiques ou toute(s) autre(s) entité(s) à « identifier ».

- Navigation ;

Dans le cadre d'une sélection d'entité(s), ou d'unité(s) basique(s), entre plusieurs autres, l'atome d'interaction Navigation répond à la nécessité d'atteindre l'emplacement de l'entité, de l'unité basique ou de la première entité d'une gamme d'entités contiguë ou non contiguë dans le but d'appliquer une sélection.

Il s'agit, de prendre en compte ce besoin pour offrir à l'utilisateur une possibilité de « Navigation » au cas où l'entité, ou l'unité basique, ne soit pas visible, atteignable du premier coup ou que son identité soit inconnue de l'utilisateur.

- Déplacement :

L'atome d'interaction Déplacement offre la possibilité d'établir un déplacement dans le but de déplacer une entité ou de définir un tracé.

- Saisie d'unités basiques dans un jeu donné :

L'atome d'interaction Saisie d'unités basiques dans un jeu donné permet de saisir des unités basiques, à sa discrétion, dans le but de constituer des chaînes de caractères non prédéfinies et dont la longueur est laissée libre.

D'après ces résultats, nous considérons avoir en main les éléments permettant de poursuivre l'analyse de la « démarche de configuration de l'ordinateur porté ».

Dans la suite du mémoire, l'attention se porte donc sur le rapport entre les atomes d'interaction et les techniques d'interaction afin de valider de la cohérence de nos théories au travers d'un cas concret d'utilisation.

6 Rapport entre les atomes d'interaction et les techniques d'interaction

Dans ce chapitre nous établissons la liaison entre les atomes d'interaction, déterminés au chapitre 5, et les techniques d'interaction autre étape importante de la « démarche de configuration de l'ordinateur porté ». Pour ce faire nous étudions dans un premier temps les techniques d'interaction de Foley en se laissant la liberté d'en vérifier la cohérence et de les redéfinir ou de les exclure si nécessaire. Dans un second temps, en appliquant la même logique et en se basant sur les résultats précédents, nous mettons en avant des techniques d'interaction plus modernes que nous analysons en détail avant d'en établir la liaison avec les atomes d'interaction. En dernier lieu, nous portons nos réflexions sur la possibilité de créer des nouvelles techniques d'interaction innovantes à base d'atomes d'interaction.

6.1 Etude des techniques d'interaction de Foley

En faisant appel à la remarque particulière du paragraphe 5.4.5 sur les techniques d'interaction, nous poussons plus loin ce développement. L'objectif est de réfléchir à une possible formule de composition de technique d'interaction sur la base d'atome d'interaction.

Nous nous appuyons sur les observations suivantes :

- une ou des techniques d'interaction peuvent être composées à partir d'atomes d'interaction ;
- les techniques d'interaction de Foley sont liées aux interactions graphiques et offrent, dans leur définition, un feedback visuel souvent automatiquement associé. Dans un contexte multimodal, [Vigouroux et al. 1996], il pourrait être justifié de considérer qu'une technique d'interaction associe automatiquement un autre ou plusieurs autres types de feedback basés sur d'autres modalités.

Sur la base de ces informations, une technique d'interaction pourrait ainsi se traduire au travers de l'hypothèse de formule suivante :

Technique d'interaction { Σ Atome(s) d'interaction ; Σ feedback }

Un autre aspect important se dégage de l'analyse des techniques d'interaction de Foley. Il s'agit du moyen d'actionner, ou moyen d'utiliser, les dispositifs d'interaction pointés par les techniques d'interaction. Pour préciser nos pensées, nous citons l'exemple d'un joystick dont l'utilisateur (sans handicap) doit d'abord saisir la manette pour ensuite l'orienter dans une direction ou une autre et interagir ainsi sur le système. De cette façon, l'utilisateur est amené à actionner le joystick par le moyen de gestes, de mouvements spécifiques, d'une partie de son corps (bras, main, poignet,...). Il est cependant à noter qu'un dispositif d'interaction de type joystick, et les techniques d'interaction associées, sont difficilement envisageables pour un utilisateur ne pouvant se servir de ses mains. Ce fait peut même obliger à changer de technique d'interaction.

Sur la base de cet exemple, il peut être intéressant de réfléchir à cet aspect « moyen d'utilisation » comme éventuel nouvel élément pouvant être partie prenante dans la formule de composition des techniques d'interactions. Nous choisissons d'axer cette réflexion sur l'exemple des techniques d'interaction de Foley « Voice Input », « Indirect with locator device » et « Keyboard » afin de dégager leurs moyens d'utilisation respectifs :

- « Voice input » [Foley et al. 1984], Figure 1, page 21: les dispositifs d'interaction, liés à la reconnaissance vocale (« Voice recognizer »), mettent en avant l'utilisation de la voix de l'utilisateur comme moyen d'utilisation ;
- « Indirect with locator device » [Foley et al. 1984], Figures 2 et 3, page 22 : pointe des dispositifs d'interaction que l'utilisateur va manipuler, déplacer, bouger au travers de gestes, de mouvements ciblés. On retient le moyen d'utilisation gestuel ;

6 Rapport entre les atomes d'interaction et les techniques d'interaction

- « Keyboard » [Foley et al. 1984], Figure 5, page 25: présente des dispositifs d'interaction de type clavier physique, adaptés à la saisie massive de chaînes alphanumériques libres, actionnés par des pressions successives des doigts de l'utilisateur sur les touches choisies. Le moyen d'utilisation employé est par conséquent lié aux gestes des doigts de l'utilisateur. Les doigts étant considérés par nous comme une partie intégrante du corps de l'utilisateur, on peut retenir le moyen d'utilisation gestuel.

Remarque : pour nous, le concept de « moyen d'utilisation gestuel » n'est pas identique à celui d'« interaction gestuelle » [Baudel 1995] mais peut englober ce dernier. Nous ne faisons pas non plus appel au concept de « modalité » et aux travaux associés trop pointus et détaillés par rapport à notre analyse.

De l'étude des trois techniques d'interaction de Foley, il est possible de dégager les moyens d'utilisation « gestuel », « vocal » et de conforter ainsi la réflexion du départ concernant l'existence de l'élément « moyen d'utilisation » dans la formule de composition des techniques d'interaction :

- Gestuel → mettant en avant la possibilité pour un utilisateur de manipuler, déplacer, par des gestes spécifiques les dispositifs d'interaction. Les gestes peuvent être liés à la frappe sur claviers ou au déplacement d'une souris ou d'un joystick;
- Vocal → permettant à un utilisateur d'interagir vocalement avec le système.

On peut logiquement déduire de ces informations, que pour choisir une technique d'interaction adaptée (dans le cadre de la démarche), il est d'abord essentiel de déterminer quels sont les moyens d'utilisation à la disposition de l'utilisateur : Est-ce que l'utilisateur est handicapé ? Peut-il faire usage de sa voix dans le contexte de la tâche applicative ? A-t-il la possibilité d'opérer les gestes appropriés ? En résumé, il faut avant toute chose tenter de répondre à la question : dans le contexte où évolue l'utilisateur quels sont les moyens d'utilisation libres lui permettant d'utiliser telle ou telle technique d'interaction et les dispositifs d'interaction associés ?

Concernant les recherches sur les techniques d'interaction de Foley, nous ajoutons qu'un utilisateur doit pouvoir être capable de contrôler l'interaction afin de pouvoir la diriger. Nous reprenons ainsi à notre avantage la notion de feedback, développée plus haut, offrant le retour nécessaire à l'utilisateur pour contrôler son action et l'utilisation du ou des dispositifs d'interaction. Cette étude évoluant dans un contexte multimodal, [Vigouroux et al. 1996], nous pensons que le concept de feedback n'est pas uniquement limité à l'interaction graphique mais peut être associé à d'autres modalités basées sur les 5 sens au grand complet : Vue, Ouïe, Toucher, Goût et Odorat. En s'inspirant des travaux sur les « moyens d'utilisations », il peut être intéressant de réfléchir à cet aspect « sens » comme éventuel nouvel élément pouvant être partie prenante dans la formule de composition des techniques d'interaction. Ce besoin ce justifie d'autant plus, que suivant le contexte de la tâche applicative et les éventuels handicaps de l'utilisateur, le ou les feedbacks peuvent être différents. En fonction, nous désignons par « Sens de contrôle » l'utilisation des cinq sens dans la formule de composition des techniques d'interaction et, en faisant appel à notre propre expérience, on retient un sens de contrôle principal et un ou des sens de contrôles complémentaires. Pour démontrer l'intérêt de cette dernière hypothèse, nous détaillons ci-après un exemple de technique d'interaction rencontrée dans la vie de tous les jours : la saisie de valeurs alphanumériques basées sur des dispositifs d'interaction de type clavier.

Les sens de contrôles dégagés sont les suivants :

- Sens de contrôle principal : « Vue » au travers du retour visuel de la saisie de texte sur l'écran ;
- Sens de contrôles complémentaires :
 - => « Toucher » : résistance des touches du clavier à la pression des doigts de l'utilisateur ;
 - => « Ouïe » : son de type « Bip » à chaque touche pressée par l'utilisateur.

6 Rapport entre les atomes d'interaction et les techniques d'interaction

Remarque : par souci de simplification, les retours tactile et haptique sont volontairement englobés sous le sens de contrôle « Toucher ».

Sur la base de ces nouveaux développements, nous modifions l'hypothèse de formule de composition des techniques d'interaction pour en proposer une version plus complète :

Technique d'interaction { Σ Atome d'interaction ;
Moyen d'utilisation ;
Sens de contrôle principal ;
 Σ Sens de contrôle(s) complémentaire(s)}

Dans la suite de l'étude, et en fonction de ces informations, nous étudions en détail les techniques d'interaction de Foley dans le but d'en établir un classement en rapport avec la formule de composition. Foley proposant des techniques d'interaction basiques ainsi que des variations, ou déclinaisons, nous les reprenons dans leur ensemble afin d'aboutir, tâche d'interaction par tâche d'interaction, à une analyse complète.

6.1.1 Etude des techniques d'interaction de la tâche d'interaction SÉLECTION de Foley, [Foley et al. 1984] pages 21,25-31

Dans son article, Foley différencie les techniques d'interaction liées à la sélection de commande et la sélection d'opérateur. Nous ne tenons pas compte de cette hypothèse dans cette étude et regroupons les techniques d'interaction similaires (suivant leur description) sous des appellations plus globalisantes. Nous simplifions par là même les variations redondantes.

→ « From screen with direct pick device » ([Foley et al. 1984] pages 21, 28) :

Cette technique d'interaction fait référence à la désignation directe et met en avant les dispositifs Touch panel et Light pen. Foley propose trois variations différentes :

- « Direct pick by light pen » : utilisation d'un light pen et l'écran associé pour désigner directement l'entité à sélectionner ;
- « Touch panel pick » : pression avec un doigt sur un écran tactile excluant tout dispositif intermédiaire ;
- « Picking » : que nous excluons puisque sa définition n'apporte rien de nouveau et ne pointe aucun nouveau dispositif ;

Cette technique d'interaction ainsi que ses variations sont associées à l'atome d'interaction « Identification », au moyen d'utilisation « Gestuel » et au sens de contrôle principal « Vue ».

→ « Indirect with cursor match » ([Foley et al. 1984] pages 21, 28) :

Foley développe ici le concept de simulation du geste d'un utilisateur par l'intermédiaire d'un curseur affiché à l'écran pour permettre à ce dernier de diriger la sélection. Le but est de « poser » le curseur sur l'entité afin de sélectionner cette dernière. Foley établit deux variations :

- « Simulated pick with cursor match » : cette variation permet à un utilisateur d'amener un curseur sur l'entité à sélectionner et peut être exécutée par des dispositifs variés de type joystick, souris ou les touches de direction d'un clavier. L'utilisation d'un ensemble de dispositifs très complet, la rend cependant trop générale en regard des variations plus pointues figurant dans la suite de l'étude ;

6 Rapport entre les atomes d'interaction et les techniques d'interaction

- « Cursor match » que nous excluons puisque sa définition n'apporte rien de nouveau par rapport à la variation précédente.

Le nom de cette technique d'interaction étant en définitive peu explicite en rapport de sa description, nous lui préférons celui de sa variation « Simulated pick with cursor match » et lui associons l'atome d'interaction « Identification », le moyen d'utilisation « Gestuel » et le sens de contrôle principal « Vue ». Nous ne dégageons momentanément aucune variation éventuelle.

→ « With character string name » ([Foley et al. 1984] pages 21, 28) :

Foley met en avant la possibilité de désigner une commande, directement par une saisie alphanumérique de l'utilisateur. Le nom de cette technique d'interaction étant peu explicite, nous le redéfinissons en : « Identification with character string name input ». Deux variations sont signalées :

- « Character string name type-in » : cette variation permet à l'utilisateur de saisir des noms de commandes dans une invite de commande. L'ensemble des commandes autorisées par le système est affiché dans un menu d'aide. Pour être plus en phase avec la description de cette variante, nous la rebaptisons en « Command input by keyboard type-in » ;
- « Label type-in » : variation sensiblement similaire à la précédente, l'utilisateur ne saisit cependant pas des commandes mais les labels associés. Par label, Foley indique la notion de raccourci. L'ensemble des labels autorisés par le système est affiché dans un menu d'aide. Les labels peuvent être des codes numériques ou des mnémoniques limitant les erreurs de saisies. En regard de sa description, nous la « rebaptisons » en « Label input by keyboard type-in ». Cette variation ouvre sur l'utilisation de dispositifs de saisie de type clavier.

Compte-tenu de ces explications, il est important de signaler que cette technique d'interaction fait appel en réalité aux techniques d'interaction et aux variations de l'atome d'interaction « Saisie d'unités basiques dans un jeu donné » de la tâche d'interaction « Saisie de VALEUR(s) ALPHANUMERIQUE(s) ». On peut en fait considérer que les variations « Command input by keyboard type-in » et « Label input by keyboard type-in » sont des variations de la technique d'interaction « Alphanumeric value input by keyboard type in » étudiée au paragraphe 6.1.5. Nous associons par conséquent la technique d'interaction « Identification with character string name input » et les variations présentées à l'atome d'interaction « Identification », au moyen d'utilisation « Gestuel » et au sens de contrôle principal « Vue ». Nous relierons cependant aussi ses mêmes variations à l'atome d'interaction « Saisie d'unité basique dans un jeu donné », au moyen d'utilisation « Gestuel », au sens de contrôle principal « Vue » et au sens de contrôle complémentaire « Toucher » lié à la frappe sur clavier.

→ « Voice Input » ([Foley et al. 1984] pages 21, 29) :

Au travers de cette technique d'interaction il est fait appel au moyen d'utilisation vocal. Une seule variation est présentée : « Voice recognition ».

La variation « Voice recognition » offre à l'utilisateur la possibilité de saisir une commande par reconnaissance vocale. Compte-tenu de sa description, nous lui préférons un nom plus spécifique et la rebaptisons en « Command input by voice recognition » avant de l'inclure à la technique d'interaction « Identification with character string name input », détaillée dans le point précédent. Nous l'associons par là même à l'atome d'interaction « Identification », le moyen d'utilisation « Vocal » et le sens de contrôle principal « Vue ». Nous ajoutons que cette variation pouvant être liée à la technique d'interaction « Alphanumeric value entry by voice recognition » étudiée au paragraphe 6.1.5, nous l'associons également à l'atome d'interaction « Saisie d'unités basiques dans un jeu donné », le moyen d'utilisation « Vocal » et le sens de contrôle principal « Vue ».

A u terme de l'analyse, nous ne retenons pas la technique d'interaction « Voice Input ».

6 Rapport entre les atomes d'interaction et les techniques d'interaction

→ « Sketch recognition » ([Foley et al. 1984] pages 21, 29) :

Il s'agit pour un utilisateur d'opérer une séquence d'esquisses pouvant être reconnue par le système en tant que commande. Foley n'y associe aucune variation mais établit des exemples possibles d'esquisses (**Figure 107**). Les dispositifs d'interaction proposés par Foley sont de type Tablet et stylet, souris et light pen. Le nom de cette technique d'interaction étant peu détaillé, nous la « rebaptisons » en : « Identification by sketch recognition ».

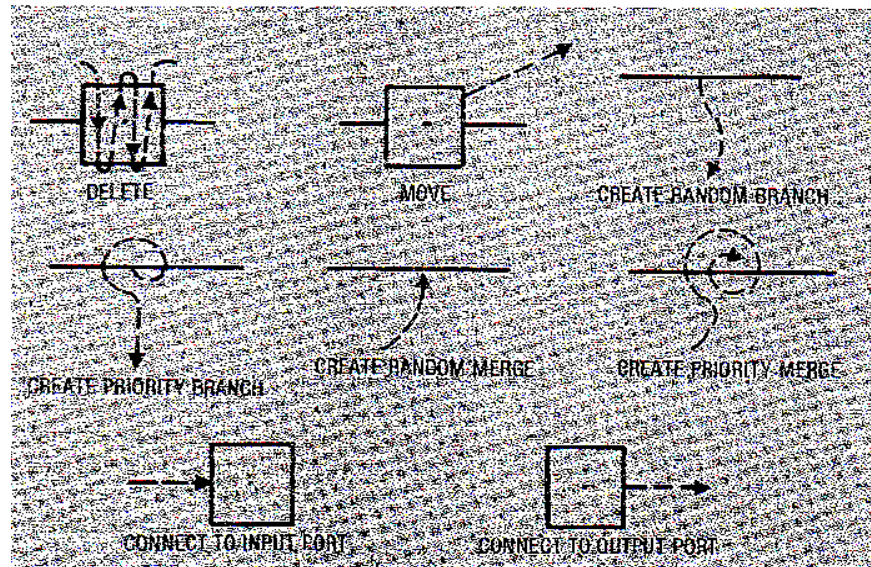


Figure 107 : Une série de pattern d'esquisses empruntés à l'article de Foley.

Nous ne retenons pas cette technique d'interaction en tant que telle, mais comme variation de la technique d'interaction « Identification with character string name input » associée à l'atome d'interaction « Identification », le moyen d'utilisation « Gestuel » et le sens de contrôle principal « Vue ».

Compte-tenu de sa description, nous signalons que cette variation est aussi liée à la technique d'interaction « Alphanumeric value input by stroked character recognition » et à ses variations traitées au paragraphe 6.1.5.

→ « Button push » ([Foley et al. 1984] pages 21, 29) :

Foley pointe ici la possibilité d'utiliser des touches de fonction, ou boutons d'action, pour sélectionner une entité. Deux variations sont proposées :

- « Function key » : elles sont disponibles traditionnellement sur les claviers alphanumérique sous les noms « F1 », « F2 » etc... Chacune de ces touches possède une et une seule fonction ou action possible.
- « Soft keys » : cette variation présente un ensemble de touches de fonction fixe dont les fonctions peuvent varier selon les besoins. Les fonctions du moment sont affichées directement sur l'interface.

Nous associons à la technique d'interaction « Button push » et à ses variations, l'atome d'interaction « Identification », le moyen d'utilisation « Gestuel » et le sens de contrôle principal « Vue ».

Nous ajoutons aussi le sens de contrôle complémentaire « Toucher » lié au contact avec les touches de fonction.

6 Rapport entre les atomes d'interaction et les techniques d'interaction

→ « Time Scan » ([Foley et al. 1984] pages 21, 30) :

Cette technique d'interaction est très particulière. En effet, d'après Foley, elle est utilisée pour permettre à un utilisateur d'accomplir une sélection d'entité très difficile à atteindre par une sélection de type « Indirect with cursor match » ou « From screen with direct pick device ». Foley met en avant la possibilité de faire défiler des entités les unes après les autres suivant un ratio temps adaptable, ou non en fonction des besoins, dans le but de faciliter la sélection de l'utilisateur. Nous nous situons ainsi dans le cas d'une technique d'interaction répondant principalement au besoin de « Navigation » puisque l'entité n'est pas atteignable du premier coup et nécessite un défilement automatique de l'ensemble de ces dernières. Cette technique d'interaction introduit cependant aussi le concept d'« Identification » permettant la sélection de l'entité. Ce constat nous pose problème dans le sens où une technique d'interaction ne peut pas répondre à deux atomes d'interaction différents. Il est donc nécessaire de poursuivre l'analyse.

Foley ne citant aucune variation mais faisant référence à un exemple précis concernant la sélection d'un atome dans une molécule de grande dimension, nous l'étudions en détail pour trouver une solution. Dans cet exemple, chaque atome est mis en surbrillance l'un après l'autre pendant un temps T déterminé jusqu'à ce que l'utilisateur active la sélection pour retenir l'atome désiré, la surbrillance successive des entités permettant à l'utilisateur de se repérer et de naviguer dans l'ensemble des entités. Cet exemple confirme clairement le besoin de « Navigation » associé à celui d'« Identification ».

Sur la base de cet exemple et de notre propre analyse, nous pensons que la technique d'interaction « Time-scan » semble beaucoup plus adaptée à l'atome d'interaction « Navigation » auquel nous la relierons. En fonction de la description de ce même exemple, nous pouvons aussi logiquement associer ce dernier à la technique d'interaction « Button push » de l'atome d'interaction « Identification » ainsi qu'à sa variation « Function key ».

La technique d'interaction « Time-scan » ne possédant pas de variations propres, nous nous appuyons sur la variation « Continuous quantifying by simulated stop watch » de la technique d'interaction « Up-down count controlled by commands », étudiée au paragraphe 6.1.4, pour créer la variation « Continuous displays entity by simulated stop watch » adaptée aux besoins de l'exemple de Foley.

Nous introduisons aussi le nouveau concept de « Fusion » pour traduire la rencontre de ces différentes techniques d'interaction et variations liées aux atomes d'interaction « Navigation » et « Identification ».

Au terme de l'analyse, nous dégageons la fusion « Constant rate brighten entity display » qui semble bien correspondre aux nécessités de l'exemple de Foley. Le schéma de la **Figure 108** résume cette approche :

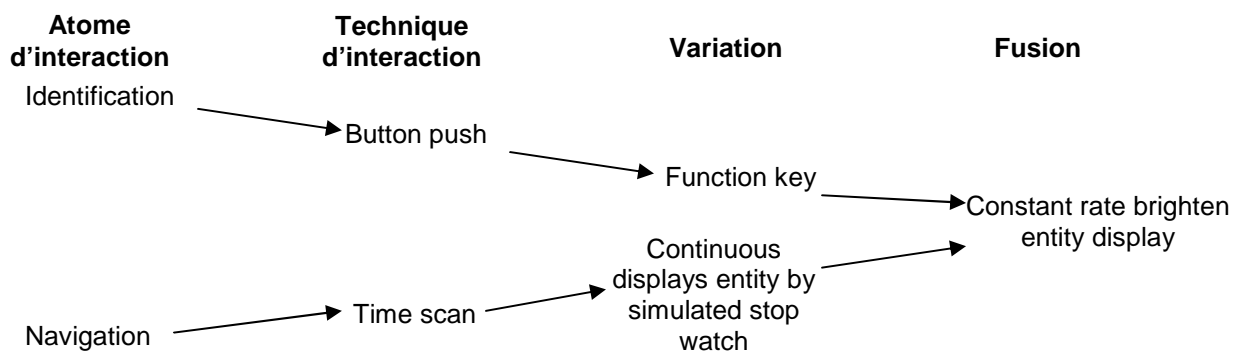


Figure 108 : Fusion « Constant rate brighten entity display ».

Nous associons à la fusion de technique d'interaction « Constant rate brighten entity display », les atomes d'interaction « Identification » et « Navigation », le moyen d'utilisation « Gestuel » et le sens de contrôle principal « Vue ». En fonction des dispositifs d'interaction utilisés, nous pouvons introduire le sens de contrôle complémentaire « Toucher » lié au contact avec les touches de fonction de sélection.

6 Rapport entre les atomes d'interaction et les techniques d'interaction

6.1.2 Etudes des techniques d'interaction de la tâche d'interaction POSITION [Foley et al. 1984] pages 22, 31-34

La tâche d'interaction POSITION compte des techniques d'interaction et des variations très similaires à celles de la tâche d'interaction SÉLECTION.

En partant du constat que les techniques d'interaction sont liées aux atomes d'interaction, et sont par conséquent indépendantes des tâches d'interaction, nous analysons en détail les techniques d'interaction de la tâche d'interaction POSITION avant de les redéfinir ou d'exclure celles qui peuvent être redondantes avec les techniques d'interaction de la tâche d'interaction SELECTION.

→ « Direct with locator device » :

Cette technique d'interaction semble offrir un retour sur les dispositifs de type « Touch panel ». En fonction, et en absence de complément d'informations, nous la considérons comme particulièrement proche de la technique d'interaction « From screen with direct pick device » et en particulier de la variation « Touch panel pick ». En fonction, nous ne prenons pas en compte la technique d'interaction « Direct with locator device » dans la suite de l'étude.

→ « Indirect with locator device » :

Il s'agit ici d'indiquer une position par un déplacement continu indirect à l'aide de dispositifs de position de type tablet, souris, trackball,... couplés au mouvement d'un curseur ou d'un objet affiché à l'écran. Cette définition est en fait particulièrement proche de la technique d'interaction « Simulated pick with cursor match » (paragraphe 6.1.1). Compte-tenu de ces similitudes, nous ne pensons pas intéressant de retenir cette technique d'interaction. En se référant au fait qu'une position peut être vue comme une entité, nous regroupons les variations suivantes sous la tutelle de la technique d'interaction « Simulated pick with cursor match ».

- « Continuous indirect translation with locator devices » : positionnement d'un objet affiché à l'écran ou d'un curseur par des déplacements successifs directement reliés à ceux d'un dispositif de type joystick, souris, trackball ou contrôlé par les touches de direction d'un clavier ;
- « Continuous indirect translation with velocity-controlled joystick » : permet à l'utilisateur d'opérer des mouvements arrière avec son dispositif sans affecter la translation du curseur, ou de l'objet affiché à l'écran, autorisant ce dernier à poursuivre son action en réajustant son geste à chaque fin de course jusqu'à atteindre la position désirée.

Nous associons à ces variations, l'atome d'interaction « Identification », le moyen d'utilisation « Gestuel » et le sens de contrôle principal « Vue ».

→ « Indirect with directional commands »

Au travers de cette technique d'interaction, Foley met en avant une variante de la technique d'interaction « Simulated pick with cursor match ». Il s'agit principalement de déplacer un curseur, ou un objet affiché à l'écran, à l'aide de touches de direction en 2D ou en 3D.

Foley met en avant une seule variation, « Continuous indirect translation with up-down-left-right keys », que nous considérons comme liée à la technique d'interaction « Simulated pick with cursor match ».

Nous associons à cette variation, l'atome d'interaction « Identification », le moyen d'utilisation « Gestuel » et le sens de contrôle principal « Vue ».

Nous lui ajoutons aussi le sens de contrôle complémentaire « Toucher » lié au contact avec les touches de fonction.

6 Rapport entre les atomes d'interaction et les techniques d'interaction

→ « With numerical coordinates »

Cette technique d'interaction est liée à la saisie de coordonnées, c'est-à-dire d'informations alphanumériques.

La variation proposée, « Discret translation by position keyboard type-in », fait référence à la saisie de coordonnées par frappe sur des dispositifs de type clavier. Nous l'associons, à la technique d'interaction « Numerical value input by keyboard type in » de l'atome d'interaction « Saisie d'unités basiques dans un jeu donné » (paragraphe 6.1.5), au moyen d'utilisation « Gestuel », au sens de contrôle principal « Vue » et au sens de contrôle complémentaire « Toucher » lié au contact avec les touches de saisie.

Au terme de l'analyse, nous ne retenons pas la technique d'interaction « With numerical coordinates ».

→ « Direct with pick device »

Très similaire à la technique d'interaction précédente « Direct with locator device », la technique d'interaction « Direct with pick device », tant par ses dispositifs que par sa définition, est de plus, particulièrement proche de la technique d'interaction « From screen with direct pick device » (paragraphe 6.1.1). Nous notons cependant deux variations :

- « Continuous direct translation with light pen tracking » où l'utilisateur doit déplacer un curseur jusqu'à la position désirée via un light pen.
- « Continuous direct translation with continuous search for light pen » où l'utilisateur pointe directement la position désirée qui est automatiquement détectée.

Ces variations sont associées à la technique d'interaction « From screen with direct pick device », à l'atome d'interaction « Identification », au moyen d'utilisation « Gestuel » ainsi qu'au sens de contrôle principal « Vue ».

6.1.3 Etude des techniques d'interaction de la tâche d'interaction ORIENTATION [Foley et al. 1984] pages 22, 34-35

→ « Indirect with locator device » :

La technique d'interaction « Indirect with locator device » autorise d'orienter indirectement une entité via l'utilisation de dispositifs de type locator. Foley reprend ici la technique d'interaction « Indirect with locator device » déjà utilisée pour la tâche d'interaction POSITION. Les variations proposées sont cependant uniquement adaptées à l'orientation d'une entité par le déplacement de cette dernière, l'entité en elle-même remplaçant le curseur de la technique d'interaction « Simulated pick with cursor match ». Même si la logique des deux techniques d'interaction est fortement similaire, il s'agit pour l'une de positionner un curseur ou un objet affiché sur une entité et pour l'autre d'orienter directement une entité et de contrôler le déplacement de cette dernière à l'aide des mouvements d'un dispositif d'interaction. Foley établit deux types de variations :

- « Indirect continuous orientation with locator devices » : cette variation fait intervenir le déplacement d'une entité graphique directement relié à celui d'un dispositif de type joystick, souris, trackball ou contrôlé par les touches de direction d'un clavier.
- « Indirect continuous orientation with velocity-controlled joystick » : dont la particularité est de permettre à l'utilisateur d'opérer des mouvements arrière, avec son dispositif, sans affecter le déplacement de l'entité en cours. Cette possibilité autorise l'utilisateur à poursuivre son orientation en réajustant son geste à chaque fin de course jusqu'à l'orientation désirée.

6 Rapport entre les atomes d'interaction et les techniques d'interaction

Nous associons à la technique d'interaction « Indirect with locator device » et à ses variations, l'atome d'interaction « Déplacement », le moyen d'utilisation « Gestuel » et le sens de contrôle principal « Vue ». Foley étant assez flou sur ce qu'est exactement un « Locator device », les dispositifs variant tantôt en fonction du nom de la technique d'interaction évoluant du « Touch panel » (POSITION) au « Joystick » en passant par la « souris » ou le « tablet » (ORIENTATION) nous décidons de fournir un nom plus parlant à cette technique d'interaction. Cette analyse étant confortée par le fait que même les deux variations mises en avant ne comportent pas toutes le terme « Locator device ». Au terme de l'analyse, nous retenons le nom d'« Indirect continuous orientation » à la place de celui d'« Indirect with locator device ».

→ « With numerical value »

Foley met en avant une technique d'interaction proche de la technique d'interaction « With numerical coordinates » de la tâche d'interaction POSITION (paragraphe 6.1.2) autorisant la saisie d'un angle c'est-à-dire d'informations alphanumériques.

La seule variation proposée, « Discret orientation by angle keyboard type-in », fait référence à la saisie de coordonnées par frappe sur des dispositifs de type clavier.

Nous décidons de ne pas retenir la technique d'interaction « With numerical value » et associons sa variation « Discret orientation by angle keyboard type-in » à la technique d'interaction « Numerical value input by keyboard type in » de l'atome d'interaction « Saisie d'unités basiques dans un jeu donné » (paragraphe 6.1.5), au moyen d'utilisation « Gestuel » et au sens de contrôle principal « Vue ». Pour cette variation, il est aussi possible de rajouter le sens de contrôle complémentaire « Toucher » lié au contact avec les touches de saisie des lettres suivant les dispositifs physiques employés.

6.1.4 Etude des techniques d'interaction de la tâche d'interaction QUANTIFIÉ [Foley et al. 1984] pages 23, 36-37

→ « Direct with valuator device »

Il est fait appel ici aux possibilités de saisir une quantité dont l'ensemble des valeurs est connu, c'est à dire, un ensemble de chaînes alphanumériques fixées. Cette technique d'interaction permet, au travers de l'utilisation de dispositif d'interaction de type potentiomètre rotatif ou linéaire, d'atteindre la valeur alphanumérique souhaitée afin de la sélectionner. L'utilisateur peut se situer dans la navigation via l'évolution de la valeur alphanumérique en cours. Cette évolution, ou feedback (retour) peut prendre plusieurs formes : un écho numérique ou l'évolution d'une barre lumineuse augmentant ou diminuant suivant le besoin de l'utilisateur. Compte-tenu de cette description, nous associons volontairement la technique d'interaction « Direct with valuator device » à l'atome d'interaction « Navigation » au moyen d'utilisation « Gestuel » et au sens de contrôle principal « Vue ».

- « Continuous quantifying with physical devices » : en se basant sur les commentaires de Foley, nous considérons cette variante comme trop générale et ne la retenons pas pour la suite de l'étude.
- « Continuous quantifying by dial with echo » : utilisation d'un potentiomètre rotatif pour atteindre la quantité souhaitée par incrémentation / décrémentation en déplaçant un curseur ou un pointeur. La navigation se traduit via l'évolution d'un écho digital non numérique et représentant l'évolution de la quantité.

Afin d'être plus précis et en phase avec ces explications ainsi que les commentaires de Foley, nous « rebaptisons » cette variation en « Continuous display quantity representation by dial with digital echo » et l'associons à l'atome d'interaction « Navigation » au moyen d'utilisation « Gestuel » et au sens de contrôle principal « Vue ».

6 Rapport entre les atomes d'interaction et les techniques d'interaction

Dans le cas d'une saisie de valeurs alphanumériques, l'association obligatoire entre les atomes d'interaction « Navigation » et « Identification » donnerait naissance à de nouvelles fusions variant suivant le type de représentation de l'écho digital.

En rapport avec ces explications nous fournissons l'exemple de la fusion : « Incrementation / decrementation of a digital vertical brighten quantity representation ».

Cette fusion résulte de la rencontre entre la technique d'interaction « Simulated pick with cursor match » (paragraphe 6.1.1), la variation « Continuous indirect translation with locator devices » (paragraphe 6.1.2) de l'atome d'interaction « Identification » ainsi que de l'atome d'interaction « Navigation » avec la technique d'interaction « Direct with valuator device » et sa variation « Continuous display quantity representation by dial with digital echo ».

Nous associons à cette fusion de technique d'interaction, les atomes d'interaction « Identification » et « Navigation », le moyen d'utilisation « Gestuel » et le sens de contrôle « Vue ».

Le schéma de la **Figure 109** expose ce développement :

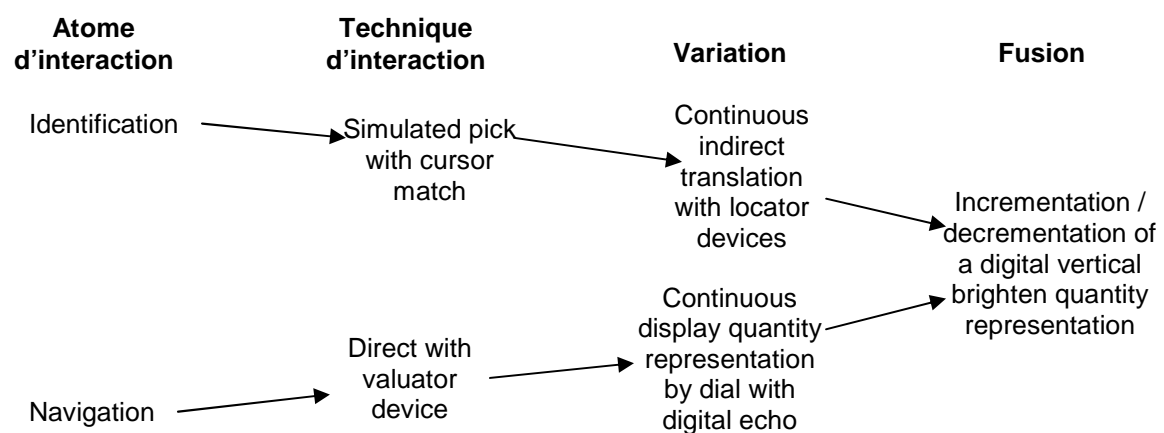


Figure 109 : Fusion « Incrementation / decrementation of a digital vertical brighten quantity representation ».

- « Continuous quantifying by dial with scale » : utilisation d'un potentiomètre rotatif pour atteindre la quantité souhaitée par incrémentation / décrémentation en déplaçant un curseur ou un pointeur Cette variation offre la possibilité pour un utilisateur de naviguer entre plusieurs valeurs sur une échelle de valeur graduée jusqu'à atteindre celle désirée. L'aspect navigation se traduit par l'évolution d'un curseur ou d'un indicateur permettant à l'utilisateur de se situer sur l'échelle graduée et d'atteindre la quantité désirée.

Afin d'être plus précis et en phase avec ces explications, nous rebaptisons le nom de cette variation en « Continuous display quantity representation by dial with scale » et l'associons à l'atome d'interaction « Navigation » au moyen d'utilisation « Gestuel » et au sens de contrôle principal « Vue ».

Dans le cas d'une saisie de valeurs alphanumériques, la combinaison obligatoire entre les atomes d'interaction « Navigation » et « Identification » donnerait ainsi naissance là aussi à de nouvelles fusions variant suivant le type d'échelle graduée.

En rapport avec ces explications nous fournissons l'exemple de la fusion : « Quantity Incrementation / decrementation with a cursor on an horizontal graduate scale ». Cette fusion résulte de la rencontre entre la technique d'interaction « Simulated pick with cursor match » (paragraphe 6.1.1), de la variation « Continuous indirect translation with locator devices » (paragraphe 6.1.2) de l'atome d'interaction « Identification », de la technique d'interaction « Direct with valuator device » et de la variation « Continuous display quantity representation by dial with scale » de l'atome d'interaction « Navigation ».

6 Rapport entre les atomes d'interaction et les techniques d'interaction

Le schéma de la Figure 110 résume notre approche :

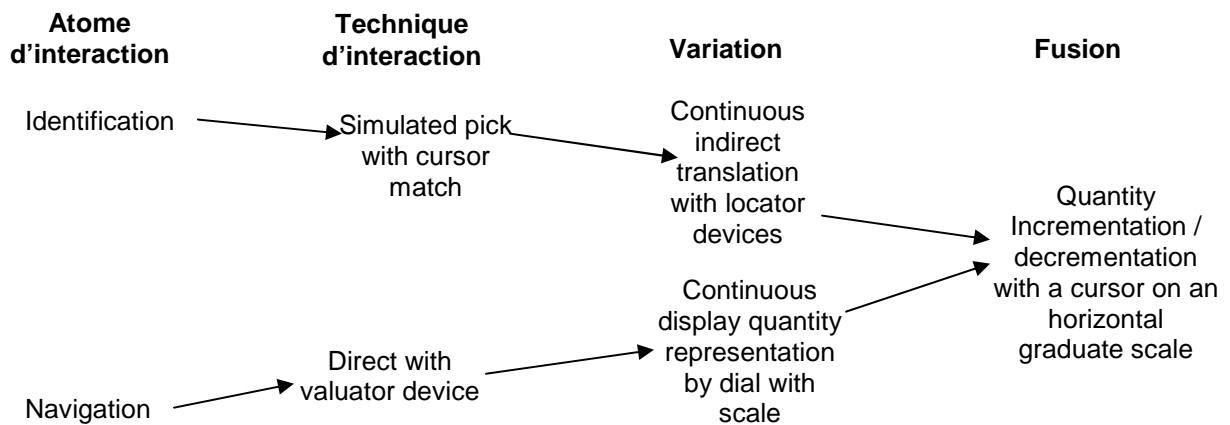


Figure 110 : Fusion « Quantity Incrementation / decrementation with a cursor on an horizontal graduate scale ».

Nous associons à la fusion « Quantity Incrementation / decrementation with a cursor on an horizontal graduate scale » les atomes d'interaction « Identification » et « Navigation », le moyen d'utilisation « Gestuel » et le sens de contrôle principal « Vue ».

→ « With character string value »

Au travers de la technique d'interaction suivante, que nous ne retenons pas dans la suite de l'étude, il est fait référence à la saisie d'une quantité libre, c'est-à-dire d'informations alphanumériques non déterminées et connues du système. On retrouve ici le principe des techniques d'interaction « With numerical value » et « With numerical coordinates » (paragraphes 6.1.3 et 6.1.2) autorisant la saisie des valeurs par frappe sur des dispositifs de type clavier.

Foley en propose une seule variation : « Discret quantifying by type in » que nous associons à la technique d'interaction « Numerical value input by keyboard type in » (paragraphe 6.1.5), à l'atome d'interaction « Saisie d'unités basiques dans un jeu donné », au moyen d'utilisation « Gestuel » et au sens de contrôle principal « Vue ».

Concernant cette même variation, il est aussi possible d'ajouter le sens de contrôle complémentaire « Toucher » lié au contact avec les touches de saisie du clavier.

En regard de sa description, nous rebaptisons cette variation par « Discret quantifying by keyboard type-in » ouvrant sur l'utilisation de dispositifs de type clavier physique.

→ « Scale drive with one axis of locator device »

Foley pointe une technique d'interaction particulière possédant de nombreuses variations. Il s'agit ici de permettre la saisie de valeurs alphanumériques dans un ensemble fixé de valeurs en faisant appel à la possibilité d'évoluer sur une jauge, un ensemble d'axes, pour atteindre la valeur souhaitée. Cette technique d'interaction autorise ainsi la « Navigation » au travers d'un ensemble de valeurs pour atteindre et sélectionner la valeur choisie. Compte-tenu de cette analyse, nous l'associons volontairement à l'atome d'interaction « Navigation » au moyen d'utilisation « Gestuel » et au sens de contrôle principal « Vue ».

- « Continuous quantifying by locator value » : avec un dispositif de sélection, l'utilisateur navigue dans un ensemble de valeurs sur deux axes X et Y afin de sélectionner la valeur souhaitée. Une représentation numérique des valeurs change en fonction de la position de l'utilisateur comme dans l'exemple de la Figure 111 suivante. Nous associons la variation « Continuous quantifying by locator value » à l'atome d'interaction « Navigation » au moyen d'utilisation « Gestuel » et au sens de contrôle principal « Vue ».

6 Rapport entre les atomes d'interaction et les techniques d'interaction

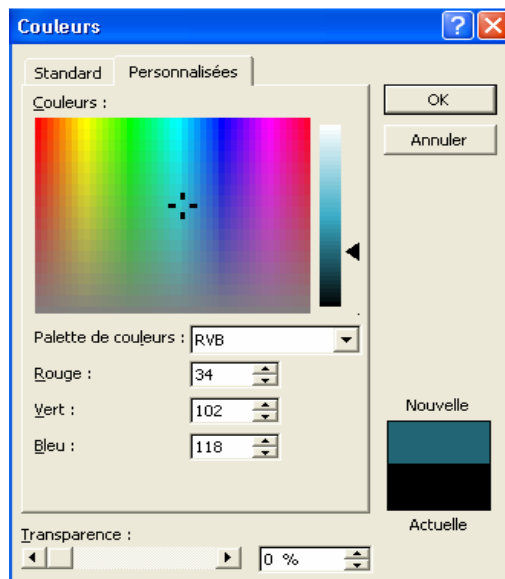


Figure 111 : Extrait de la sélection de couleurs pour une zone de texte dans word.

Dans le cas d'une saisie de valeurs alphanumériques, la combinaison obligatoire entre les atomes d'interaction « Navigation » et « Identification » pourrait créer de nouvelles fusions variant suivant le nombre d'axes, l'affichage des valeurs,....

En rapport avec ces explications nous fournissons l'exemple de la fusion : « Indirect numeric echo evolution according to X and Y cursor position ». Cette nouvelle fusion, ouvrant sur des dispositifs de sélection indirect de type joystick ou souris, résulte de la rencontre entre la technique d'interaction « Simulated pick with cursor match » (paragraphe 6.1.1), la variation « Continuous indirect translation with locator devices » (paragraphe 6.1.2) de l'atome d'interaction « Identification », la technique d'interaction « Scale drive with one axis of locator device » et la variation « Continuous display quantity value by locator value » de l'atome d'interaction « Navigation ». Le schéma suivant résume ce développement :

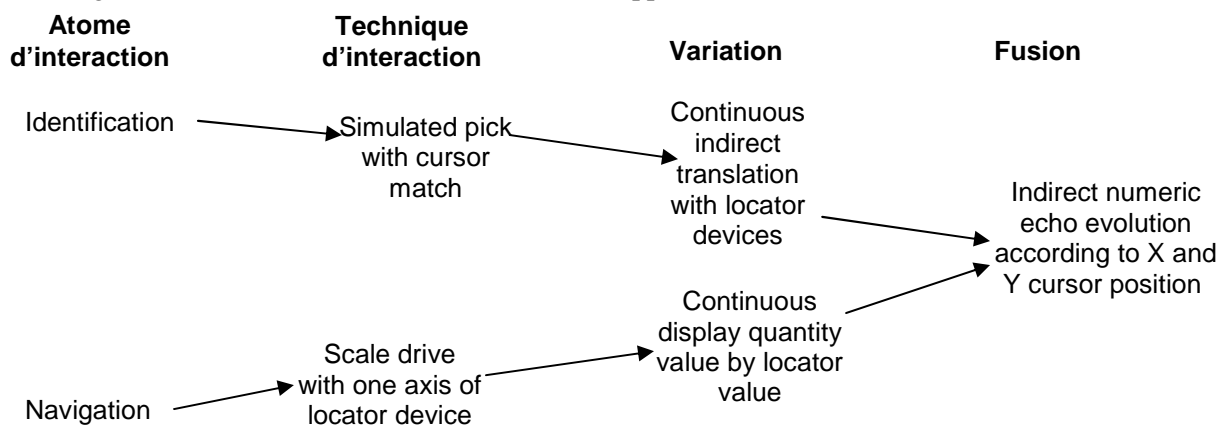


Figure 112 : Fusion « Indirect numeric echo evolution according to X and Y cursor position ».

Sur la base du même raisonnement, nous proposons un autre exemple de fusion possible : « Direct numeric echo evolution according to X and Y cursor position ». Cette fusion, ouvrant sur des dispositifs de sélection directe de type touch pad ou Tablet pc, résulte de la rencontre entre la technique d'interaction « From screen with direct pick device » (paragraphe 6.1.1), la variation « Continuous direct translation with touch panel » (que nous créons pour l'occasion) de l'atome d'interaction « Identification », la technique d'interaction « Scale drive with one axis of locator device » et la variation « Continuous display quantity value by locator value » de l'atome d'interaction « Navigation ». Le schéma suivant résume notre approche :

6 Rapport entre les atomes d'interaction et les techniques d'interaction

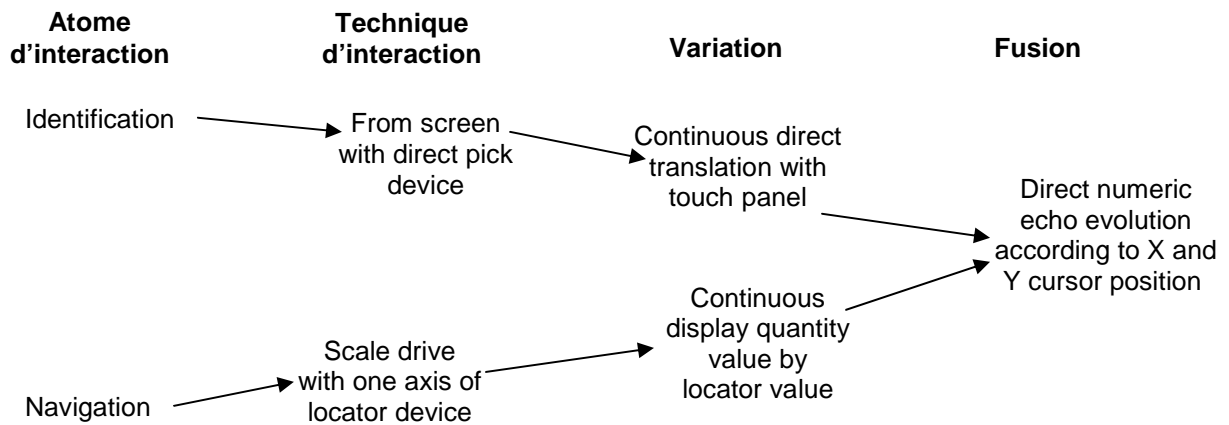


Figure 113 : Fusion « Direct numeric echo evolution according to X and Y cursor position ».

Nous associons à ces fusions, les atomes d'interaction « Identification » et « Navigation », le moyen d'utilisation « Gestuel » et le sens de contrôle principal « Vue ».

- « Continuous quantifying by scale drag » : avec un dispositif de type sélection (différent d'un potentiomètre), l'utilisateur fait évoluer un indicateur sur une jauge ou une échelle graduée jusqu'à la valeur désirée. Un écho numérique peut faire apparaître la valeur sélectionnée par l'utilisateur.

Afin d'être plus en phase avec ces explications et les commentaires de Foley, nous « rebaptisons » le nom de cette variation en « Continuous display quantity by scale drag ».

Nous lui associons l'atome d'interaction « Navigation », le moyen d'utilisation « Gestuel » et le sens de contrôle principal « Vue ».

Dans le cas d'une saisie de valeurs alphanumériques, l'association obligatoire entre les atomes d'interaction « Navigation » et « Identification » pourrait donner naissance à de nouvelles fusions variant suivant le nombre d'axes, l'affichage des valeurs,....

En rapport avec ces explications nous fournissons l'exemple de la fusion : « Quantity incrementation / decrementation with indirect gauge translation on an horizontal scale » **Figure 114**. Cette fusion, ouvrant sur des dispositifs de sélection indirecte de type joystick ou souris, résulte de la rencontre entre la technique d'interaction « Simulated pick with cursor match » (paragraphe 6.1.1), la variation « Continuous indirect translation with locator devices » (paragraphe 6.1.2) de l'atome d'interaction « Identification » ainsi que la technique d'interaction « Scale drive with one axis of locator device » et la variation « Continuous display quantity value by scale drag » de l'atome d'interaction « Navigation ».

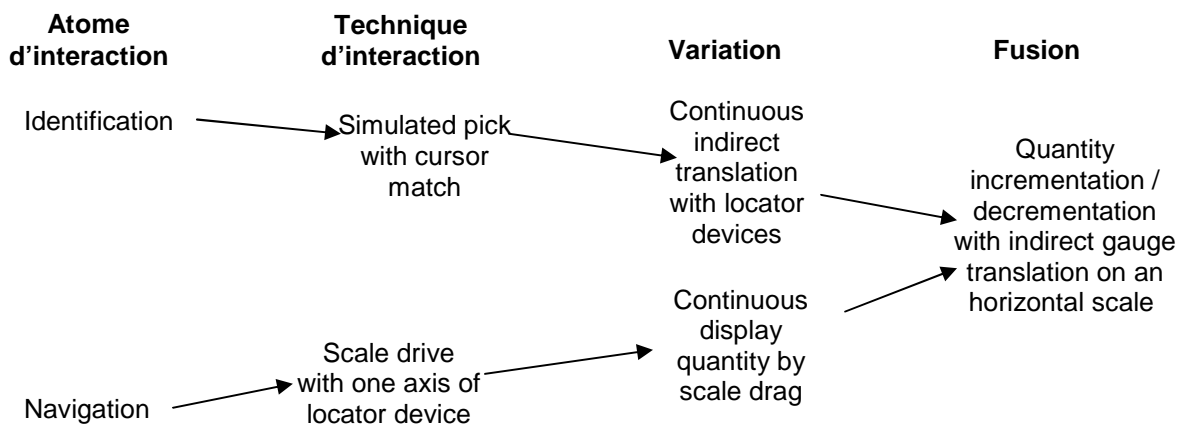


Figure 114 : Fusion « Quantity Incrementation / decrementation with indirect gauge translation on an horizontal scale ».

6 Rapport entre les atomes d'interaction et les techniques d'interaction

▪ « Continuous quantifying by locator with ratchet value » : cette variation permet à l'utilisateur de faire varier de manière importante une valeur jusqu'à la sélection finale. Pour ce faire, l'utilisateur déplace un indicateur ou un curseur avec un dispositif de type locator (joystick, souris,...). La particularité de cette technique d'interaction est de permettre à l'utilisateur d'opérer des mouvements arrière avec son dispositif sans décrémenter la valeur en cours. Cette possibilité permet à l'utilisateur de poursuivre son incrémentation en réajustant son geste à chaque fin de course jusqu'à la valeur choisie ou le maximum des valeurs atteint.

Pour être plus précis et en phase avec la description précédente, nous « rebaptisons » le nom de cette variation en « Continuous display quantity by locator with ratchet value » et l'associons à l'atome d'interaction « Navigation », le moyen d'utilisation « Gestuel » et le sens de contrôle principal « Vue ».

Dans le cas d'une saisie de valeurs alphanumériques et sur la base des démonstrations précédentes, l'association obligatoire entre les atomes d'interaction « Navigation » et « Identification » pourrait donner lieu, là encore, à de nouvelles fusions variant suivant la quantité maximum, le nombre d'axes, etc... Nous ne citons volontairement aucun exemple et renvoyons, pour une idée plus concrète, sur les exemples des fusions précédentes (Figure 114, 113), le principe étant le même ici.

→ « Light Handle »

Très proche de la technique d'interaction « Scale drive with one axis of locator device », la technique d'interaction « Light Handle » en reprend les grands principes de « Navigation » et d'« identification ». Nous versons par conséquent la seule variation identifiée, « Continuous quantifying by light handle », à la suite de cette dernière.

Cette variation offre à l'utilisateur la possibilité de se déplacer dans des zones de valeur rectangulaire faisant ainsi varier le résultat.

Compte-tenu des explications et commentaires de Foley, nous pensons que cette variation est plus proche d'une fusion de la technique d'interaction « Scale drive with one axis of locator device » et de la variation « Continuous display quantity value by locator value » de l'atome d'interaction « Navigation » ainsi que de la technique d'interaction « Simulated pick with cursor match » (paragraphe 6.6.1) et la variation « Continuous direct translation with light pen tracking » (paragraphe 6.1.2) de l'atome d'interaction « Identification ».

Nous associons à cette fusion, l'atome d'interaction « Navigation » et « Identification », le moyen d'utilisation « Gestuel » et le sens de contrôle principal « Vue ».

→ « Up-down count controlled by commands »

Foley propose ici une technique d'interaction permettant de faire varier une valeur par le biais de touches de commande. La seule variation proposée apporte un meilleur éclairage.

« Continuous quantifying by simulated stop watch » : variation assez particulière, cette dernière autorise l'affichage et le défilement automatique d'une valeur qui se modifie tous les temps T à un taux constant, ce taux pouvant être optionnellement amplifié ou diminué par un dispositif de type potentiomètre. La navigation s'opère ici par le biais du défilement automatique des valeurs pour accéder à la quantité désirée.

Afin d'être plus précis et en phase avec ces explications, nous « rebaptisons » le nom de cette variation en « Continuous display quantity by simulated stop watch » et l'associons à la technique d'interaction « Time-scan » (paragraphe 6.1.1), à l'atome d'interaction « navigation », au moyen d'utilisation « Gestuel » et au sens de contrôle principal « Vue ».

Au terme de cette analyse, nous ne retenons pas la technique d'interaction « Up-down count controlled by commands ».

6 Rapport entre les atomes d'interaction et les techniques d'interaction

Dans le cas d'une saisie de valeurs alphanumériques, l'association obligatoire entre les atomes d'interaction « Navigation » et « Identification » donnerait donc naissance à de nouvelles fusions pouvant varier suivant le type d'écho,....

En rapport avec ces explications nous fournissons l'exemple de la fusion : « Constant rate quantity incrementation with numeric digital echo ». Cette fusion résulte de la rencontre entre la technique d'interaction « Button push » (paragraphe 6.1.1), la variation « Function key » de l'atome d'interaction « Identification » ainsi que la technique d'interaction « Time-scan » et la variation associée « Continuous display quantity by simulated stop watch » de l'atome d'interaction « Navigation ».

Le schéma de la Figure 115 décrit en détail ce développement :

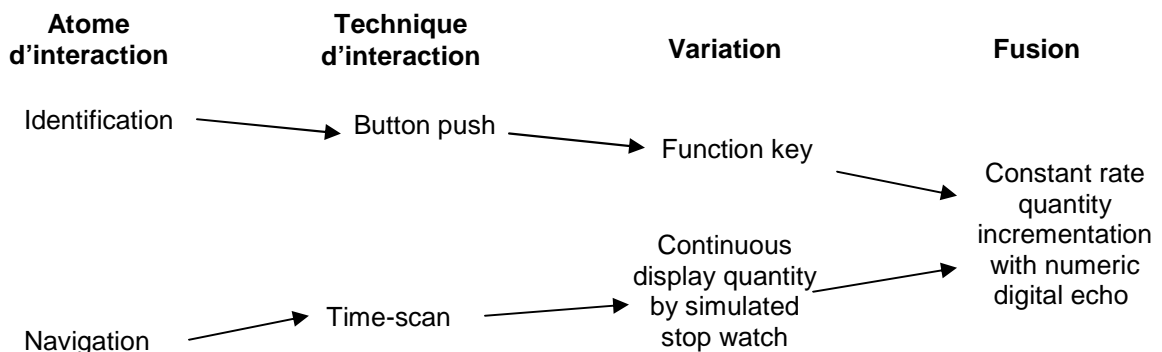


Figure 115 : Fusion « Constant rate quantity incrementation with numeric digital echo ».

6.1.5 Etude des techniques d'interaction de la tâche d'interaction SAISIE DE TEXTE [Foley et al. 1984] pages 23, 25, 37-39

→ « Keyboard »

Foley met ici en avant une technique d'interaction pointant directement l'utilisation des dispositifs de type clavier physique, adaptés à la saisie massive de chaînes alphanumériques libres. Foley ne propose aucune variation à cette technique. Nous lui adjoignons, en tant que variations possibles, les « claviers simulés » de Tablet PC ou Pocket PC, ne permettant cependant pas une saisie aussi directe qu'un clavier classique et pouvant faire appel à l'atome d'interaction « Navigation » pour atteindre les caractères. Afin d'être en phase avec ces explications, nous « rebaptisons » la technique d'interaction « Keyboard » sous le nom plus parlant d'« Alphanumeric value input by keyboard type in ».

Concernant les variations liées à cette même technique (déterminées pour certaines dans les parties précédentes) nous associons, l'atome d'interaction « Saisie d'unités basiques dans un jeu donné », le moyen d'utilisation « Gestuel » et le sens de contrôle principal « Vue ». Nous ajoutons la possibilité de faire appel au sens de contrôle complémentaire « Toucher » lié au contact avec les touches de saisie des lettres en fonction des claviers utilisés.

→ « Numerical value input by keyboard type in »

Créée précédemment pour les besoins de l'étude, la technique d'interaction « Numerical value input by keyboard type in » répond au besoin de saisir des valeurs numériques en pointant l'utilisation directe de dispositif de type clavier adapté exclusivement à la saisie de valeurs numériques.

Nous associons aux variations de cette technique d'interaction (déterminées pour certaines dans les parties précédentes), l'atome d'interaction « Saisie d'unités basiques dans un jeu donné », le moyen d'utilisation « Gestuel », le sens de contrôle principal « Vue », et le sens de contrôle complémentaire « Toucher » lié au contact avec les touches de saisie des lettres en fonction des claviers utilisés.

6 Rapport entre les atomes d'interaction et les techniques d'interaction

→ « Stroked character recognition »

Le concept de la technique d'interaction « Stroked character recognition » est basé sur la possibilité, pour un utilisateur, d'opérer une séquence de mouvements pouvant être reconnue par le système. Son nom étant peu parlant par rapport à sa description, nous la « rebaptisons » en « Alphanumeric value input by stroked character recognition ».

Foley pointe une seule variation « Text entry by stroked character recognition » qui n'apparaît pas assez détaillée en regard des multiples variations pour la saisie de valeurs alphanumériques à main levée. Nous en proposons cependant plusieurs variations inspirées de techniques d'interaction actuelles et respectant le fonctionnement de la technique d'interaction « Alphanumeric value input by stroked character recognition ».

- « Alphanumeric value input by Graphiti mode writing » : variation présente sous les dispositifs de type PALM. (<http://www.medsyn.fr/perso/p.sahun/graffiti.htm> au 01/11/2007)
- « Alphanumeric value input by DIGIME interface » : l'interface DIGIME permet la saisie de lettres dans un contexte de mots complets, avec un retour visuel immédiat.



Figure 116 : L'interface DIGIME (http://interstices.info/display.jsp?id=c_17397&part=1 au 01/11/2007).

- « Alphanumeric value input by letters recognition » : technique d'interaction présente sous les dispositifs de type PDA et offrant des propositions de mots pour chaque lettre saisie et reconnue.

Nous associons à la technique d'interaction « Alphanumeric value input by stroked character recognition » ainsi qu'à ses variations, l'atome d'interaction « Saisie d'unités basiques dans un jeu donné », le moyen d'utilisation « Gestuel » et le sens de contrôle principal « Vue ».

→ Voice recognition

Il est fait référence ici à la saisie de valeur alphanumérique par le biais d'interface de type vocal. Compte-tenu de ces explications, nous renommons cette technique d'interaction en « Alphanumeric value entry by voice recognition ».

La seule variation identifiée, « Text entry by voice recognition », est principalement orientée sur la saisie de textes en grande quantité.

Nous associons à cette technique d'interaction et à sa variation, l'atome d'interaction « Saisie d'unités basiques dans un jeu donné », le moyen d'utilisation « Vocal », le sens de contrôle principal « Vue ».

→ « Direct pick from menu with locator device » et « Indirect pick from menu with locator device »

Foley propose deux techniques d'interaction très similaires, adaptées à la saisie de valeur alphabétique de type caractère ou ensemble de caractères (unités basiques) par le biais de menus fixes affichés sur un écran ou directement sur une tablette de données (de type tablette graphique). Chaque caractère, ou ensemble de caractères, peuvent être sélectionnés directement ou

6 Rapport entre les atomes d'interaction et les techniques d'interaction

indirectement par l'utilisateur. On retrouve ici les principes des techniques d'interaction « From screen with direct pick device » (paragraphe 6.1.1) et « Indirect with locator device » (paragraphe 6.1.2). Foley associe à ces deux techniques d'interaction une seule variation faisant intervenir des dispositifs de sélection : « Text entry by menu selection. »

Pour simplifier l'approche de Foley et la rendre plus cohérente avec notre étude, nous proposons de renommer la variation « Text entry by menu selection » en « Alphanumeric value input by menu selection » et de conserver cette dernière en tant que technique d'interaction à part entière. Nous basculons en variation les deux techniques d'interaction de Foley : « Direct pick from menu with locator device » et « Indirect pick from menu with locator device ».

Nous associons à cette technique d'interaction et à ses variations, l'atome d'interaction « Saisie d'unités basiques dans un jeu donné », le moyen d'utilisation « Gestuel », le sens de contrôle principal « Vue ».

6.1.6 Etude des techniques d'interaction de la tâche d'interaction CHEMIN [Foley et al. 1984] pages 22,35-36

D'après Foley, les techniques d'interaction susceptibles de remplir ce rôle sont les mêmes que pour les tâches d'interaction POSITION et ORIENTATION. Pour notre part, nous considérons que les techniques d'interaction ainsi que leurs variations (non proposées par Foley) doivent être différentes en prenant clairement en compte, dans leur dénomination, la sauvegarde et l'affichage du tracé qu'il soit discret ou continu.

Dans la suite de l'étude, nous reprenons certaines techniques d'interaction ainsi que leurs variations dans le but de créer de nouvelles techniques d'interactions et les variations adaptées aux besoins d'établir un tracé.

Les techniques d'interaction et les variations suivantes sont associées à l'atome d'interaction « déplacement » au moyen d'utilisation « Gestuel » et au sens de contrôle principal « Vue ».

→ « Indirect continuous path by simulated translation with cursor match » :

Réalisée indirectement par le déplacement d'un curseur sur un écran, cette technique d'interaction indique le besoin de translation, prioritaire dans l'établissement d'un tracé de type continu.

- « Continuous path by indirect translation with locator devices » : cette variation fait intervenir un tracé au travers du déplacement d'un curseur, ou d'un objet affiché, directement relié à celui d'un dispositif de type joystick, souris, trackball ou contrôlé par les touches de direction d'un clavier.
- « Continuous path by indirect translation with velocity-controlled joystick. » : sa particularité est de permettre à l'utilisateur d'opérer des mouvements arrière avec son dispositif sans affecter la translation du curseur, ou de l'objet affiché à l'écran, permettant ainsi à ce dernier de poursuivre son action en réajustant son geste à chaque fin de course jusqu'au tracé désiré.
- « Continuous path by indirect translation with up-down-left-right keys. » : la clef de cette variation réside dans l'utilisation de touches de direction. Le tracé obtenu offrira un effet « Marches d'escalier ».

→ « Continuous path from screen with direct translation device »

Il s'agit d'ouvrir la possibilité de saisir un tracé directement sur des dispositifs dédiés. Les tracés facilement accessibles sont de type main levée **Figure 64**.

- « Continuous path by direct translation with light pen tracking » : où l'utilisateur établit un tracé à l'aide d'un light pen permettant de guider un curseur ou un objet affiché à l'écran.

6 Rapport entre les atomes d'interaction et les techniques d'interaction

- « Continuous path by direct translation with continuous search for light pen » : similaire à la variation précédente, la position du light pen est automatiquement détectée sans avoir recours à la nécessité d'un curseur ou d'un objet affiché.



Figure 64 : Exemple 2 - établissement d'un tracé à main levée sous l'application « Paint » de Windows XP.

→ « Indirect continuous oriented path »

Cette technique d'interaction autorise l'obtention des tracés de forme circulaire.

- « Continuous oriented path by indirect continuous orientation with locator devices » : cette variation fait intervenir le déplacement d'une entité graphique ou d'un curseur directement relié à celui d'un dispositif de type joystick, souris, trackball ou contrôlé par les touches de direction d'un clavier. Les tracés sont de forme circulaire.
- « Continuous oriented path by indirect continuous orientation with velocity-controlled joystick » : la particularité est de permettre à l'utilisateur d'opérer des mouvements arrière avec son dispositif sans affecter le déplacement du curseur ou de l'entité graphique en cours, permettant ainsi à ce dernier de poursuivre l'orientation en réajustant son geste à chaque fin de course jusqu'au tracé circulaire final désiré.

Les techniques d'interaction et les variations suivantes sont adaptées aux tracés de type discret par saisie ou sélection de position. Nous pointons exclusivement les tracés, de type nurbs **Figure 62** ou segment **Figure 63**.

→ « Numerical value input by keyboard type in »

Technique d'interaction, déjà mise en avant précédemment (paragraphe 6.1.5), nous lui adjoignons d'autres variations adaptées aux besoins de « Tracer ».

- « Discret segment path with discret translation by position keyboard type-in » : il s'agit pour l'utilisateur de saisir des coordonnées successives permettant ainsi d'établir un tracé discret de type segment.
- « Discret nurbs path with discret translation by position keyboard type-in » : il est fait mention à la possibilité de saisir des coordonnées successives pour à terme établir un tracé discret de type nurbs.

Nous associons à ces variations, l'atome d'interaction « Saisie d'unités basiques dans un jeu donné », le moyen d'utilisation « Gestuel » et le sens de contrôle principal « Vue ». En fonction des dispositifs utilisés, tels les claviers, le sens complémentaire « Toucher » peut être à retenir.

→ « From screen with direct pick device » (paragraphe 6.1.1)

Technique d'interaction déjà existante, basée sur l'« Identification » de chaque position, nous lui adjoignons un ensemble de variations spécialement adaptées.

6 Rapport entre les atomes d'interaction et les techniques d'interaction

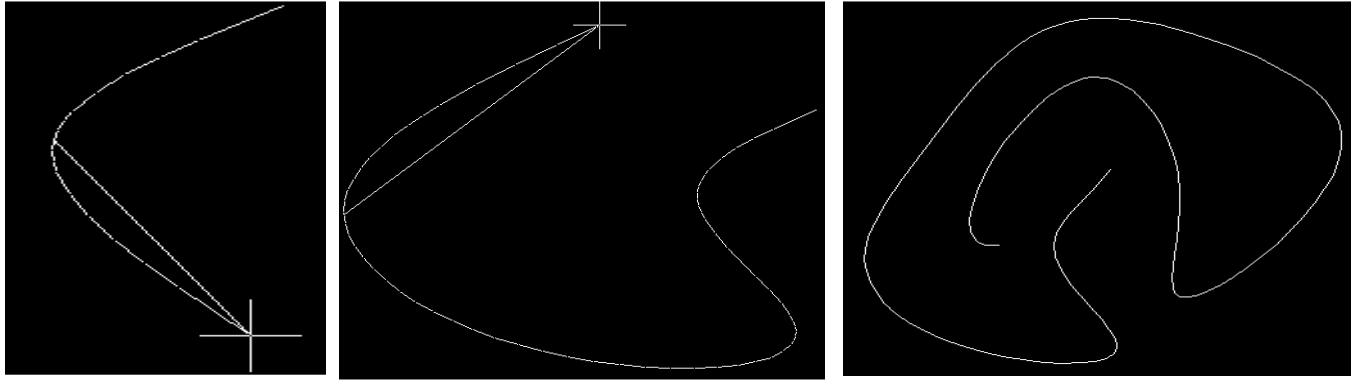


Figure 62 : Exemple 1a - établissement d'un tracé courbe point par point sous l'application « AutoCAD ».

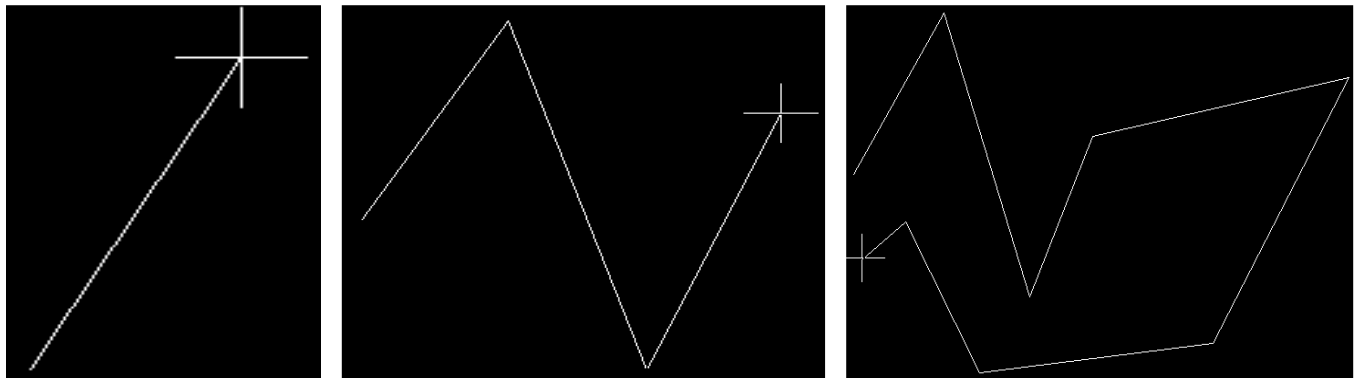


Figure 63 : Exemple 1b - établissement d'un tracé droit point par point sous l'application « AutoCAD ».

- « Discret nurbs path by position group with direct pick by light pen » : création de courbe nurbs par l'utilisation d'un light pen et l'écran associé pour désigner directement les points à sélectionner.
- « Discret nurbs path by position group with touch panel pick » : création de courbe nurbs dont la sélection des points s'opère via la pression avec un doigt sur un écran tactile excluant tout dispositif intermédiaire.
- « Discret segment path by position group with direct pick by light pen » : utilisation d'un light pen et l'écran associé pour désigner directement les points du tracé de type segment à sélectionner.
- « Discret segment path by position group with touch panel pick » : création de tracé de type segment dont la sélection des points s'opère via la pression avec un doigt sur un écran tactile excluant tout dispositif intermédiaire.

Nous associons à ces variations, l'atome d'interaction « Identification », le moyen d'utilisation « Gestuel » et le sens de contrôle principal « Vue ».

→ « Simulated pick with cursor match » (paragraphe 6.1.1)

Il s'agit ici là encore d'une technique d'interaction déjà existante basée sur l'« Identification » de chaque position. Nous mettons en avant un ensemble de variations adaptées.

- « Discret segment path by position group with continuous indirect translation with locator devices » : sélection d'un ensemble de positions permettant de créer un tracé de type segment, obtenu au travers du positionnement d'un objet affiché à l'écran ou d'un curseur suite à des déplacements successifs directement reliés à ceux d'un dispositif de type joystick, souris, trackball ou contrôlé par les touches de direction d'un clavier.

6 Rapport entre les atomes d'interaction et les techniques d'interaction

- « Discret segment path by position group with continuous indirect translation with velocity-controlled joystick. » : l'utilisateur opère des mouvements arrière avec son dispositif sans affecter la translation du curseur ou de l'entité en cours autorisant ainsi la poursuite de l'action en réajustant son geste à chaque fin de course jusqu'à la position désirée. L'ensemble des positions sélectionnées établit un tracé de type segment.
- « Discret segment path by position group with continuous indirect translation with up-down-left-right keys. » : déplacement d'un curseur ou d'un d'objet affiché à l'aide de touches de direction en 2D ou 3D jusqu'à la position désirée. L'ensemble des positions sélectionnées établit un tracé de type segment.
- « Discret nurbs path by position group with continuous indirect translation with locator devices » : sélection d'un ensemble de positions permettant de créer un tracé de type nurbs, obtenues au travers du positionnement d'un objet affiché à l'écran ou d'un curseur suite à des déplacements successifs directement reliés à ceux d'un dispositif de type joystick, souris, trackball ou contrôlé par les touches de direction d'un clavier ;
- « Discret nurbs path by position group with continuous indirect translation with velocity-controlled joystick. » : l'utilisateur opère des mouvements arrière avec son dispositif sans affecter la translation du curseur ou de l'entité en cours autorisant la poursuite de son action en réajustant son geste à chaque fin de course jusqu'à la position désirée. L'ensemble des positions sélectionnées établit un tracé de type nurbs.
- « Discret nurbs path by position group with continuous indirect translation with up-down-left-right keys. » : déplacement d'un curseur ou d'un objet affiché à l'aide de touches de direction en 2D ou en 3D. L'ensemble des positions sélectionnées établit un tracé de type nurbs.

Nous associons à ces variations, l'atome d'interaction « Identification », le moyen d'utilisation « Gestuel » et le sens de contrôle principal « Vue ».

6.2 Etude et classification de techniques d'interaction actuelles

Dans cette partie, nous étudions la classification de techniques d'interaction plus actuelles en fonction de la formule de composition de technique d'interaction déterminée précédemment. Au travers de cette analyse nous confortons d'avantage l'existence des atomes d'interaction.

6.2.1 Etude des techniques d'interaction liées au Smart Phone [Ballagas et al. 2006]

Nous mettons en avant une étude sur l'augmentation des techniques d'interaction de Foley basées sur l'utilisation de dispositif d'interaction de type Smart Phone. Dans ce paragraphe, nous faisons uniquement apparaître les techniques d'interaction améliorées ou réellement nouvelles.

→ « Continuous indirect translation with a trackpad » : basée sur l'utilisation de l'écran d'un PDA, nous l'associons en tant que variation à la technique d'interaction « From screen with direct pick device » (paragraphe 6.1.1) ainsi qu'à l'atome d'interaction « Identification », au moyen d'utilisation « Gestuel » et au sens de contrôle principal « Vue ».

→ « Continuous indirect translation with velocity-controlled joystick » : cette technique d'interaction existant déjà chez foley a été reclassée précédemment en tant que variation de la technique d'interaction « Simulated pick with cursor match » (paragraphe 6.1.1). Nous ajoutons simplement aux dispositifs d'interaction concernés les dispositifs de type Smart Phone.

→ « Continuous indirect translation with accelerometers » : utilisée pour indiquer une position, nous l'ajoutons en tant que variation à la technique d'interaction « Simulated pick with cursor match » et lui

6 Rapport entre les atomes d'interaction et les techniques d'interaction

associons l'atome d'interaction « Identification », le moyen d'utilisation « Gestuel » et le sens de contrôle principal « Vue ».

→ « Continuous indirect translation with directional step keys » : cette technique d'interaction est particulièrement proche dans ses concepts de la variation « Continuous indirect translation with up-down-left-right keys » (paragraphe 6.1.2) de la technique d'interaction « Simulated pick with cursor match ». Pour ces raisons, nous ne la retenons donc pas. Nous ajoutons cependant les dispositifs d'interaction de type Smart Phone dans la liste de ceux possibles pour cette même variation.

→ « Continuous direct translation with camera tracking » : la description présentée propose plusieurs possibilités adaptées à la saisie d'une quantité via le pilotage d'un potentiomètre simulé ou la translation d'une scrollbar. Nous ne retenons pas cette technique d'interaction en tant que telle, mais en proposons deux variations dérivées en rapport avec les exemples fournis.

- « Continuous display quantity representation with camera tracking by simulated dial with digital echo » que nous associons à la technique d'interaction « Direct with valuator device » (paragraphe 6.1.4). Nous lui associons l'atome d'interaction « Navigation », le moyen d'utilisation « Gestuel » et le sens de contrôle principal « Vue ».

- « Continuous display quantity representation with camera tracking by simulated sliders » que nous associons à la technique d'interaction « Scale drive with one axis of locator device » (paragraphe 6.1.4). Nous lui associons l'atome d'interaction « Navigation », le moyen d'utilisation « Gestuel » et le sens de contrôle principal « Vue ».

→ « Continuous indirect translation with camera tracking » : compte-tenu de la description de cette technique d'interaction, nous la considérons comme une variation de la technique d'interaction « Simulated pick with cursor match » (paragraphe 6.1.1). Nous lui associons l'atome d'interaction « Identification », le moyen d'utilisation « Gestuel » et le sens de contrôle principal « Vue ».

→ « Discrete direct translation using a camera image » : fait intervenir la possibilité de sélectionner une entité par la technique du « Point & shoot ». Pour être plus en phase avec le classement par atome d'interaction, nous la renommons en « Discrete direct translation using a camera image with Point & shoot technical » et la considérons comme une variation de la technique d'interaction « Simulated pick with cursor match » (paragraphe 6.1.1) Nous lui associons l'atome d'interaction « Identification », le moyen d'utilisation « Gestuel » et le sens de contrôle principal « Vue ».

→ « Continuous indirect translation with camera optical flow » : fait appel à la technique sweep et la compare à une souris optique permettant de déplacer un curseur dans un espace 2D ou 3D. Pour être plus précis et en phase avec notre analyse, nous la renommons en « Sweep continuous indirect translation with camera optical flow ». Nous considérons cette technique d'interaction comme une variation de la technique d'interaction « Simulated pick with cursor match » (paragraphe 6.1.1) et lui associons l'atome d'interaction « Identification », le moyen d'utilisation « Gestuel » et le sens de contrôle principal « Vue ».

→ « Continuous direct orientation with camera tracking » : fortement inspirée de la technique d'interaction précédente « Continuous direct translation with camera tracking », nous l'ajoutons, sur la base de sa description, en tant que variation à une nouvelle technique d'interaction « Direct continuous orientation » et lui associons l'atome d'interaction « Déplacement », le moyen d'utilisation « Gestuel » et le sens de contrôle principal « Vue ».

→ « Direct discrete orientation with camera image » : directement inspirée de la variation « Continuous indirect translation with camera optical flow », nous la rebaptisons « Sweep continuous direct orientation with camera optical flow » et l'ajoutons comme variation à la technique d'interaction « Direct continuous orientation ». Nous lui associons l'atome d'interaction « Déplacement », le moyen d'utilisation « Gestuel » et le sens de contrôle principal « Vue ».

6 Rapport entre les atomes d'interaction et les techniques d'interaction

→ « Direct pick of tagged device » : cette technique d'interaction introduit une nouvelle forme d'identification par le biais de tag visuel, RFID,.... Nous décidons de la retenir en tant que telle et à cette fin la renommons en « Identification with direct pick of tagged device ». Nous lui associons l'atome d'interaction « Identification », le moyen d'utilisation « Gestuel » et le sens de contrôle principal « Vue ».

→ « Direct pick by laser pointer » : nous ajoutons cette technique d'interaction en tant que variation à la technique d'interaction « From screen with direct pick device » (paragraphe 6.1.1). Nous lui associons par conséquent l'atome d'interaction « Identification », le moyen d'utilisation « Gestuel » et le sens de contrôle principal « Vue ».

→ « Gesture recognition » : compte-tenu de son importance, nous la conservons sous le nom d'« Identification with gesture recognition » et lui ajoutons directement la variation « Gesture-based Authentication » empruntée à l'article de Shwetak N.Patel « A gesture-based authentication scheme for untrusted public terminals » [Shwetak et al., 2004]. Nous associons à cette technique d'interaction ainsi qu'à ses variations, l'atome d'interaction « Identification », le moyen d'utilisation « Gestuel » et le sens de contrôle principal « Vue ».

6.2.2 Etude de la technique d'interaction « Clavier FishEye » [Raynal et al. 2006]

Nous étudions ici une technique d'interaction basée sur l'utilisation d'un clavier simulé de type FishEye pour dispositifs de type PDA ou Pocket PC. L'intérêt d'un tel clavier réside dans la possibilité d'afficher l'ensemble des caractères d'un clavier classique et d'offrir à l'utilisateur le moyen de « Navigation », dans l'ensemble des caractères, par la technique d'interaction « FishEye ». La sélection du caractère désiré s'opère lorsque le stylet n'est plus en contact avec l'écran.



Figure 117 : Clavier actif « FishEye », le pointeur du dispositif de pointage se trouve à proximité du caractère F.

Etant donné la description de la technique d'interaction « Clavier FishEye », nous la considérons comme une fusion de deux variations des atomes d'interaction « Identification » et « Navigation ». Le schéma de la Figure 118 suivant résume notre approche :

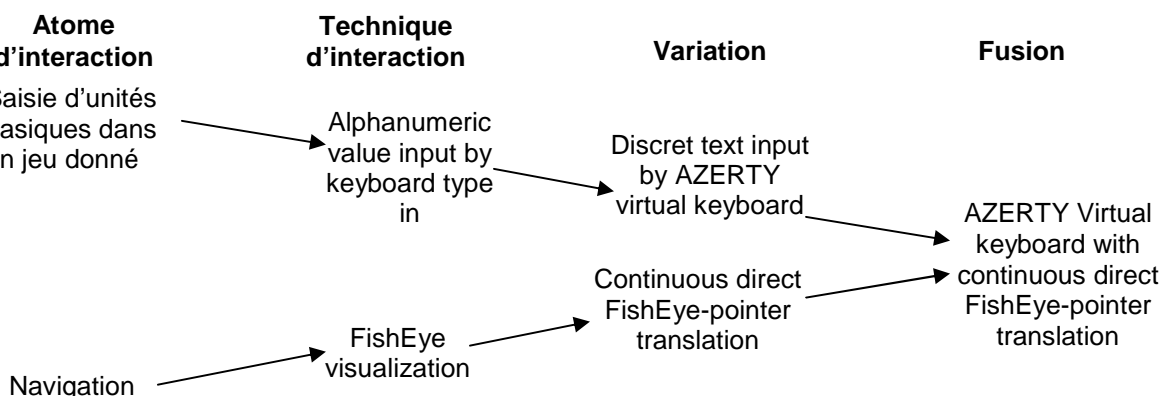


Figure 118 : Fusion «AZERTY Virtual keyboard with continuous direct FishEye-pointer translation ».

6 Rapport entre les atomes d'interaction et les techniques d'interaction

6.2.3 Etude de la technique d'interaction « Virtual laser keyboard »

Dans ce paragraphe, nous étudions une technique d'interaction offrant la possibilité de projeter un clavier virtuel pour permettre à un utilisateur de saisir des valeurs alphanumériques.

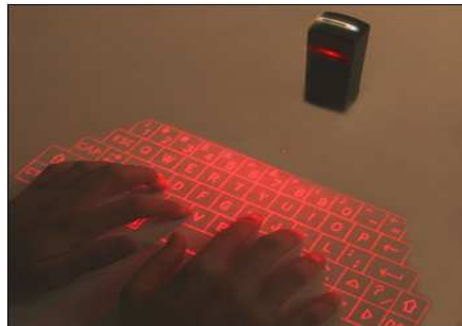


Figure 119 : Virtual laser keyboard.

Nous nommons « Discret text input by Azerty virtual laser keyboard » cette technique d'interaction et nous l'associons en tant que variation à la technique d'interaction « Alphanumeric value input by keyboard type in » liée à l'atome d'interaction « Saisie d'unités basiques dans un jeu donné ».

6.2.4 Etudes de la technique d'interaction « RodDirect » [Motoki et al. 2005] et [Motoki et al. 2006]

Nous établissons la description d'une technique d'interaction assez innovante permettant à un utilisateur de se diriger en deux dimensions via la rotation et/ou la translation du stylet d'un PDA.

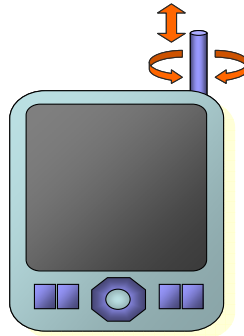


Figure 120 : Principe de la technique d'interaction RodDirect.

Les auteurs de cette technique d'interaction associent des exemples divers et variés que nous étudions en détail.

- Exemple du jeu Block Breaker

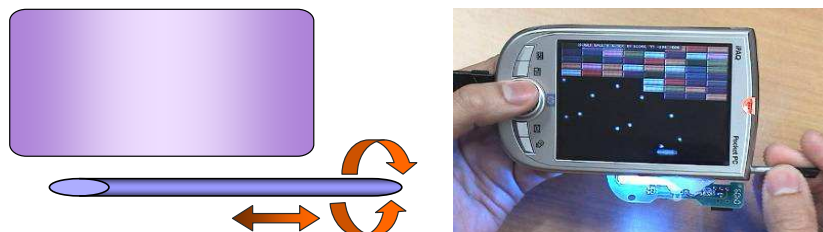


Figure 121 : Jeu block breaker par la technique d'interaction RodDirect.

Dans cet exemple, l'utilisateur doit positionner un curseur afin de renvoyer une boule permettant de détruire des blocs. Le curseur peut évoluer suivant 2 dimensions, d'où l'utilisation de la technique d'interaction « RodDirect ».

6 Rapport entre les atomes d'interaction et les techniques d'interaction

Nous considérons cet exemple comme lié à une variation, que nous nommons « Continuous indirect RodDirect translation », elle-même attachée à la technique d'interaction « Simulated pick with cursor match » (paragraphe 6.1.1). Nous lui associons l'atome d'interaction « Identification », le moyen d'utilisation « Gestuel » et le sens de contrôle principal « Vue ».

- Exemple de la fusion « Image viewer »

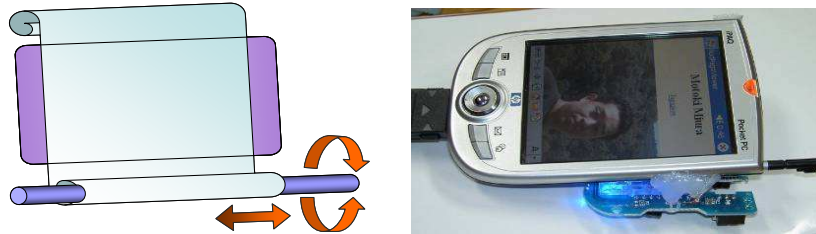


Figure 122 : Image viewer par la technique d'interaction RodDirect.

Dans cet exemple, l'utilisateur peut se déplacer au sein d'une image ou d'un site web dont la taille est plus importante que l'écran du PDA. Le curseur peut évoluer suivant 2 dimensions, d'où l'utilisation de la technique d'interaction « RodDirect ». La navigation s'opère ici par le biais du défilement de l'image permettant d'accéder à la position désirée.

En fonction des explications fournies pour cet exemple, nous le considérons comme une fusion de deux variations des atomes d'interaction « Identification » et « Navigation ».

Le schéma de la Figure 123 résume cette approche.

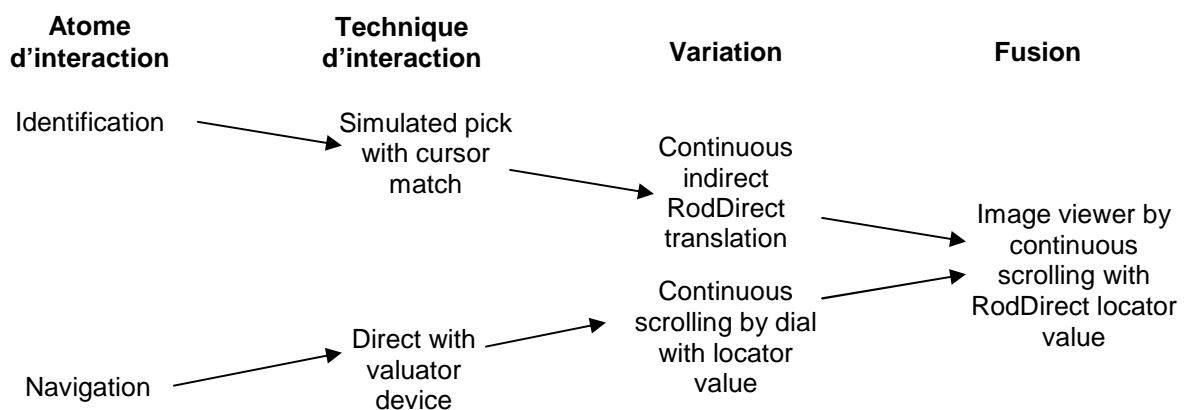


Figure 123 : Fusion « Image viewer by continuous scrolling with RodDirect locator value ».

6.3 Réflexion sur la création de techniques d'interaction, de variations et de fusions innovantes à base d'atomes d'interaction

Nous ouvrons dans cette partie une discussion portant sur la possibilité d'utiliser nos développements précédents et les atomes d'interaction dans le but de créer des techniques d'interaction, des variations et des fusions adaptées aux besoins des utilisateurs et des contextes des tâches applicatives.

Pour ce faire, nous résumons tout d'abord l'ensemble des résultats de nos travaux des parties 6.1 et 6.2 dans le tableau récapitulatif figurant en Annexe 2.

Puis, sur la base de ce tableau, nous proposons plusieurs améliorations de la formule de composition évoquée en partie 6.1 pour obtenir trois nouvelles formules plus proches de nos réflexions :

6 Rapport entre les atomes d'interaction et les techniques d'interaction

Technique d'interaction {Atome d'interaction ;
Moyen d'utilisation ;
Sens de contrôle principal ;
 Σ Sens de contrôle(s) complémentaire(s)}

Variation {Technique d'interaction ;
Atome d'interaction ;
Moyen d'utilisation ;
Sens de contrôle principal ;
 Σ Sens de contrôle(s) complémentaire(s)}

Fusion { Σ Variations ;
 Σ Technique d'interaction ;
 Σ Atomes d'interaction ;
 Σ Moyens d'utilisation ;
 Σ Sens de contrôles principaux ;
 Σ Sens de contrôles complémentaires}

Sur la base de ces trois nouvelles formules nous pensons possible de construire des techniques d'interaction, des variations et des fusions adaptées aux besoins des utilisateurs et des contextes des tâches applicatives.

Pour préciser et confirmer ces hypothèses, nous souhaitons nous appuyer sur l'étude de quelques exemples concrets de composition.

Pour ce faire nous réfléchissons à l'adaptation de la technique d'interaction « From screen with direct pick device » au contexte d'une tâche applicative où l'utilisateur est considéré mal-voyant. Le but de cette analyse est d'utiliser les formules de composition afin de déterminer une technique d'interaction innovante ainsi qu'une ou plusieurs variations adaptées.

Avant toute chose, et en faisant référence à la formule de composition évoquée plus haut, nous présentons la technique d'interaction « From screen with direct pick device » telle que formulée dans le tableau récapitulatif de l'Annexe 2.

« From screen with direct pick device » { Atome d'interaction : Identification ;
Moyen d'utilisation : Gestuel ;
Sens de contrôle principal : « Vue » }

L'utilisateur étant considéré comme mal-voyant, le sens de contrôle principal « Vue » ne peut pas être appliqué. Nous portons donc l'analyse sur l'exploitation de « Sens » non utilisés jusqu'à présent, à savoir : « Ouïe », « Odorat », « Toucher » et « Goût ».

Nous choisissons à titre d'exemple le sens de contrôle principal « Ouïe » et proposons la nouvelle technique d'interaction « Sound guided identification with direct pick device ». Cette technique d'interaction permettrait de guider un utilisateur en direction d'une entité à sélectionner par la variation d'un son :

« Sound guided identification with direct pick device » { Atome d'interaction : Identification ;
Moyen d'utilisation : Gestuel ;
Sens de contrôle principal : « Ouïe » }

En faisant volontairement abstraction des difficultés ergonomiques et de réalisation d'une telle technique d'interaction, nous poursuivons l'analyse et proposons la variation « Continuous direct sound guided translation with touch panel » associée aux dispositifs de type touche panel :

6 Rapport entre les atomes d'interaction et les techniques d'interaction

« Continuous direct sound guided translation with touch panel » {
 Technique d'interaction: « Sound guided identification with direct pick device » ;
 Atome d'interaction : Identification ;
 Moyen d'utilisation : Gestuel ;
 Sens de contrôle principal : « Ouïe » ;
 Sens de contrôle complémentaire : « Toucher » }

Sur la même logique, nous pourrions aussi exploiter les autres « sens » (« Odorat », « Toucher » et « Goût ») comme « Sens de contrôles complémentaires » permettant d'améliorer cette variation ou d'en proposer de nouvelles.

Toujours en s'appuyant sur les formules de composition ainsi que le tableau récapitulatif (Annexe 2), nous proposons un autre exemple centré cette fois sur la composition d'une nouvelle fusion. Le principe de la fusion ayant déjà été mis en lumière lors des paragraphes précédents (6.1.1, **Figure 108**), nous nous contentons de rappeler qu'il s'agit d'associer les atomes d'interaction « Identification » et « Navigation », les techniques d'interaction et leurs variations respectives.

Dans la suite de l'étude, nous mettons en avant la fusion « Continuous direct FishEye translation with direct pick by laser pointer » née de l'association entre les variations « Direct pick by laser pointer » de la technique d'interaction « From screen with direct pick device » liée à l'atome d'interaction « Identification » et de la variation « Continuous direct FishEye-pointer translation » de la technique d'interaction « Fish eye visualization » liée à l'atome d'interaction « Navigation ».

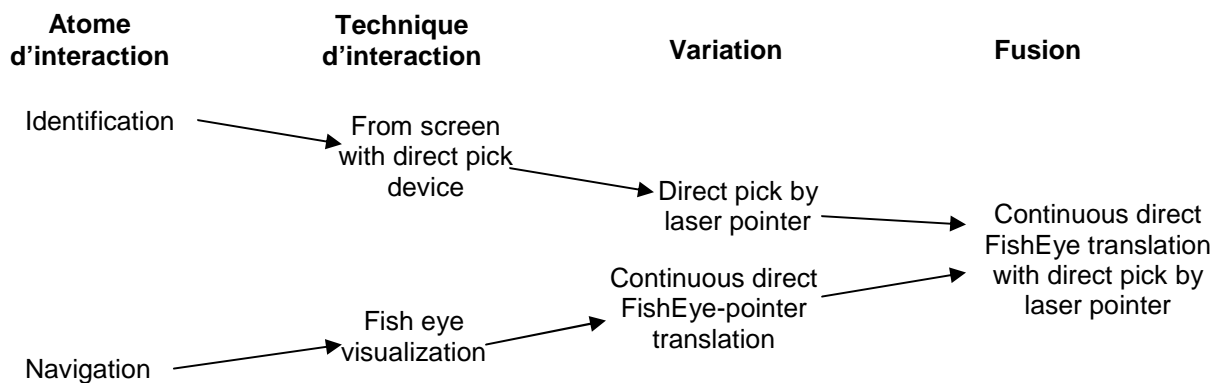


Figure 124 : Fusion « Continuous direct FishEye translation with direct pick by laser pointer ».

En fonction de ces développements, il est ainsi possible de présenter la formule de composition de cette nouvelle fusion :

Continuous direct FishEye translation with direct pick by laser pointer
 { Variations : « Direct pick by laser pointer »,
 « Continuous direct FishEye-pointer translation » ;
 Technique d'interaction : « From screen with direct pick device », « Fish eye visualization » ;
 Atomes d'interaction : Identification, Navigation ;
 Moyen d'utilisation : « Gestuel » ;
 Sens de contrôles principaux : « Vue » }

Bien que restant à valider, ces exemples suffisent à étayer et justifier nos hypothèses de formules de compositions et de leur utilisation logique dans la création de techniques d'interaction, de variations et de fusions adaptées en fonction des contextes des tâches applicatives et des besoins des utilisateurs.

Nous ajoutons une autre hypothèse de recherche, dans la continuité de nos développements sur les fusions. Nous pourrions, en effet, également tester l'association de variations liées à des atomes d'interaction autres que « Navigation » et « Identification ». Sans nous étendre plus avant sur le sujet,

6 Rapport entre les atomes d'interaction et les techniques d'interaction

nous constatons que dans ce cadre, les possibilités sont encore plus nombreuses et étoffées, ouvrant ainsi sur de nouvelles perspectives plus importantes.

Nous émettons une dernière observation concernant cette fois le moyen d'utilisation « gestuel » qu'il pourrait être intéressant d'augmenter en intégrant les gestes des yeux pour créer ainsi de nouvelles techniques d'interaction, des variations et des fusions basées sur l'utilisation de dispositifs d'interaction de type « Eye tracker ».

6.4 Bilan sur le rapport entre les atomes d'interaction et les techniques d'interaction

Dans ce chapitre nous nous sommes proposés d'établir la liaison entre les atomes d'interaction, déterminés au chapitre 5, et les techniques d'interaction, autre étape importante de la démarche. Pour ce faire, nous avons tout d'abord étudié les techniques d'interaction de Foley en nous laissant la liberté de les redéfinir ou de les exclure si nécessaire (partie 6.1). De cette première analyse, nous avons dégagé une formule de composition de technique d'interaction basée sur les atomes d'interaction ainsi que les nouveaux éléments « Moyen d'utilisation », « sens de contrôle principal » et « complémentaire(s) ». Ces travaux ont aussi permis d'introduire le nouveau concept de « Fusion » pour traduire la rencontre entre les variations et les techniques d'interaction liées aux atomes d'interaction « Navigation » et « Identification ».

Par la suite, et sur la base des résultats de cette première analyse, nous nous sommes attachés à mettre en avant des techniques d'interaction plus modernes que nous avons analysées en détail avant d'en établir la liaison avec les atomes d'interaction (partie 6.2).

Pour finir, nos réflexions se sont portées sur la possibilité d'utiliser les développements précédents et les atomes d'interaction dans le but de créer des techniques d'interaction, des variations et des fusions adaptées aux besoins des utilisateurs et des contextes des tâches applicatives (partie 6.3). Cette dernière partie a conduit à synthétiser l'ensemble des techniques d'interaction étudiées dans un tableau récapitulatif (Annexe 2) et à proposer trois nouvelles formules de composition plus proches de nos développements. En dernier lieu, nous avons prouvé et confirmé l'hypothèse de ces trois formules de composition en nous appuyant sur l'étude de plusieurs exemples concrets de composition offrant ainsi d'élargir l'horizon à de nouvelles perspectives de recherche.

Aux termes de ce chapitre, nous avons établi le rapport entre les atomes d'interaction et les techniques d'interaction permettant ainsi d'appliquer la « démarche de configuration de l'ordinateur porté » sur un cas concret d'utilisation confirmant la cohérence de nos théories.

7 Mise en application des atomes d'interaction sur un scénario de dépannage

Nous mettons en valeur dans ce chapitre l'apport de la « démarche de configuration de l'ordinateur porté » et des atomes d'interaction sur un scénario d'activité de maintenance, de diagnostic et de réparation. Dans cette étude, nous sommes amenés à utiliser la modélisation d'arbre de tâches CTT proposée par Paterno [Mori et al. 2002] et l'environnement associé CTTE.

Le cheminement est le suivant :

- identification des tâches applicatives de haut niveau, issues du scénario, des tâches d'interaction et des atomes d'interaction associés pour construire les arbres de tâches correspondants, indépendants des contextes et des dispositifs ;
- dégager les contextes de chaque tâche applicative ;
- détermination des techniques d'interactions et des dispositifs adaptés aux contextes des tâches applicatives.

7.1 Scénario type

Le scénario présenté sommairement ci-après porte sur une intervention répondant aux besoins de maintenance sensible et obligatoire nécessitant un respect et un contrôle strict des procédures.

Dans ce scénario, l'intervenant accède aux caractéristiques de la machine et à l'historique des interventions effectuées sur celle-ci. Les caractéristiques sont, entre autre, son identifiant entreprise, sa marque, son modèle et type (ex : tour ou fraiseuse à commande numérique, ...), son année d'achat, sa puissance etc.... L'historique des dernières interventions est une liste structurée ; chaque intervention est décrite par sa date, son type (maintenance préventive ou réparation curative), la liste des intervenants, son descriptif textuel (problème et résolution), ainsi que les listes des actions effectuées et des pièces manipulées,

Le déroulement du scénario se fait en respectant le processus métier (workflow). Lors de chaque étape, le workflow affiche les outils à utiliser, les plans précis des sous-ensembles et pièces à démonter-remonter, et enregistre les actions de l'intervenant. Dans ce but, outils et pièces sont équipés de tags RFID que le technicien doit « taguer » dans l'ordre de la procédure. Cette action conditionne le passage à l'étape suivante.

Les grandes étapes de ce scénario sont les suivantes :

1. L'intervenant se connecte au système de gestion d'interventions et accède à son environnement ainsi qu'à son planning. Il s'identifie à l'aide de son badge RFID et prend connaissance de la machine à dépanner.

2. Une fois sur le lieu de l'intervention, il **identifie la machine** concernée grâce au(x) tag(s) RFID et récupère ensuite l'ensemble de ses caractéristiques ainsi que l'historique des dernières interventions. Suivant les possibilités de liaison par un réseau sans fil (ex : WiFi), l'intervenant accède « à la volée » aux rapports détaillés des interventions précédentes ainsi qu'aux caractéristiques complètes de la machine.

3. Il démarre le workflow de maintenance correspondant à la machine à réparer. La procédure impose à l'intervenant de mettre en correspondance l'identité de la machine, stockée dans le tag RFID, et celle du workflow. Une fois cette étape validée, la maintenance commence et l'heure de démarrage est sauvegardée dans l'historique de l'intervention.

7 Mise en application des atomes d'interaction sur un scénario de dépannage

4. Le technicien **consulte le workflow qui le guide** dans sa démarche de maintenance. Il procède ainsi au démontage de protection de type carter, ... Les opérations à effectuer sont guidées par le workflow, le technicien indiquant à la machine sa progression. Lors d'opérations précises, le processus affiche les outils à utiliser, les plans précis des sous-ensembles et pièces à démonter / remonter, et enregistre les actions de l'intervenant. Il s'agit pour ce dernier de choisir l'outil, de valider son usage (appliquer l'outil) ainsi que les informations de la pièce concernée (**Identifiant de la pièce, famille de pièce**, etc.) dans l'ordre de la procédure. Outils et pièces étant équipés de tags RFID que le technicien doit « taguer ». L'intervenant rend ensuite l'outil à la fin de son utilisation, cette action conditionne le passage à l'étape suivante.

5. A tout moment, constatant la rupture de compétence, l'intervenant peut choisir d'« **apprendre à faire** », selon le principe de l'apprentissage juste à temps, en choisissant de consulter la documentation adaptée à la situation, et avec le support-média le plus approprié (texte, image, vidéo, son).

6. En cas de rupture de compétence, le technicien peut également **établir une collaboration** à distance avec un ou des experts. Ces derniers accèdent au contexte, à l'historique de l'intervention et guident l'intervenant via des indications graphiques, orales, textuelles.

7. Le remontage est également effectué sous contrôle, par l'application d'une procédure. Chaque pièce et outil sont « tagués » pour vérifier que le remontage est effectué en respectant les règles de l'art. Pour cette étape, en fonction de son niveau d'expertise, l'intervenant peut si besoin se former, « **apprendre à faire** », selon le principe de l'apprentissage juste à temps, en consultant la documentation adaptée à la situation, et avec le support- média le plus approprié (texte, image, vidéo, son).

8. La procédure se termine par la mémorisation de l'historique de l'intervention dans la ou les étiquette(s) RFID de la machine, la génération et le stockage d'un rapport plus complet dans la base de données de l'entreprise de dépannage et/ou chez le client.

Dans la suite de l'étude, nous formalisons chacune de ces tâches applicatives par le biais des atomes d'interaction et déterminons les techniques et dispositifs d'interaction adaptés à leur contexte. Nous ajoutons que l'intervenant est considéré comme ne présentant aucun handicap. Les moyens d'utilisation « gestuel » et « vocal », les sens de contrôle « Vue », « Ouïe », « Odorat », « Toucher » et « Goût » peuvent dès lors être utilisés.

7.2 Formalisation CTT de la tâche applicative numéro 1 : « Accès à l'application de maintenance »

1. **L'intervenant se connecte** au système de gestion d'interventions et accède à son environnement ainsi qu'à son planning. Il s'identifie à l'aide de son badge RFID et prend connaissance de la machine à dépanner.

L'analyse de cette tâche applicative permet de dégager deux contextes d'utilisation :

- Contexte 1 : « utilisateur fixe à son bureau » ;
- Contexte 2 : « utilisateur en mobilité ».

Pour la suite de l'analyse, nous identifions la **Figure 125** comme un pattern récurrent et le remplaçons par le nœud « Sélection 1 entité entre plusieurs » faisant intervenir les mêmes atomes d'interaction et permettant de simplifier la lecture des décompositions CTT futures.

7 Mise en application des atomes d'interaction sur un scénario de dépannage

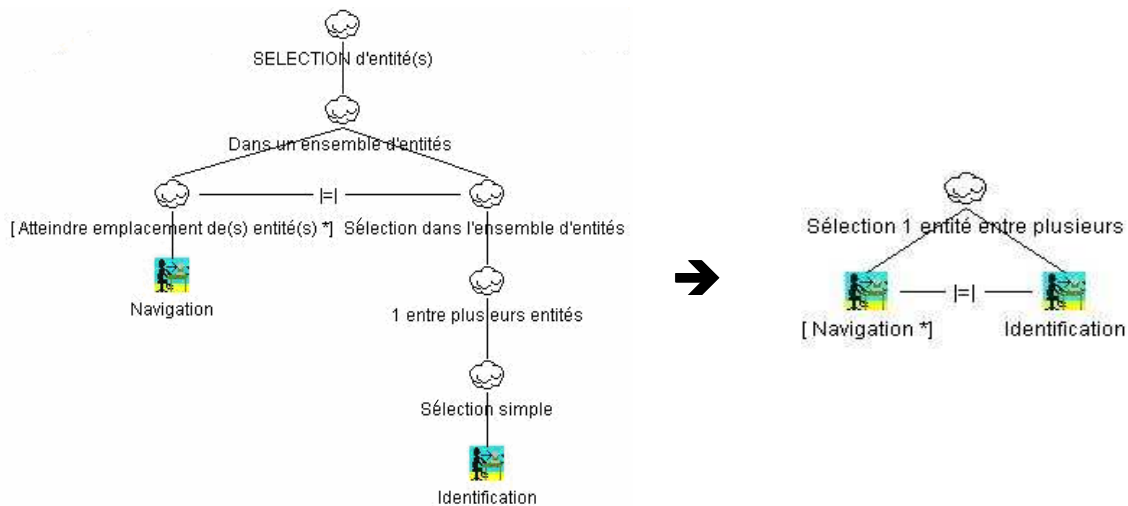


Figure 125 : Pattern « Sélection 1 entité entre plusieurs ».

7.2.1 Contexte 1 de la tâche applicative : « utilisateur fixe à son bureau »

Pour ce premier cas, le contexte d'utilisation ne fait pas apparaître de mobilité quelconque. L'utilisateur peut être considéré à son entreprise et comme fixe à son bureau.

Nous offrons dans la formalisation de la Figure 126 un bilan de notre approche et commentons ci-après les choix pour les 4 actions identifiées.

Compte-tenu du contexte et du fait que le nombre d'entités présentes ne justifie pas le besoin de « Navigation » cet atome d'interaction n'est pas pris en compte.

Action 1 « Activer l'application » et action 4 « Arrêter l'application » :

En fonction du contexte de cette tâche applicative et sur la base de notre propre expérience, nous déterminons des techniques d'interaction, des variations et des dispositifs d'interaction adaptés aux atomes d'interaction dégagés.

Pour l'action « Identifier l'application à lancer » et l'atome d'interaction « Identification » associé, on retient naturellement la technique d'interaction « Simulated pick with cursor match » et la variation « Continuous indirect translation with locator devices » (paragraphe 6.1.1).

Concernant l'action « Confirmer lancement », la technique d'interaction « Button push » et sa variation « Function key » sont associées à l'atome d'interaction « Identification ».

En s'appuyant sur ces résultats, nous ouvrons sur des dispositifs de type souris plus adaptés au travail bureautique et la manipulation d'un curseur.

Action 2 « Fournir information utilisateur » :

Pour cette action, l'utilisateur est amené à saisir son login et son mot de passe dans le but de s'identifier.

En fonction du contexte de l'action, nous proposons une nouvelle technique d'interaction propre à la saisie de valeurs alphanumériques par lecture d'information et bien adaptée à l'utilisation de tag RFID. Nous retenons ainsi la technique d'interaction « Alphanumeric value input by information reading » et la variation « RFID Authentication » associée.

Les dispositifs d'interaction retenus sont :

7 Mise en application des atomes d'interaction sur un scénario de dépannage

- Un badge de type carte étiquette RFID rigide de capacité 1280 octets (10 kbit) avec une lecture/écriture en fréquence 13.56MHz ;
- Un lecteur RFID 13,56 MHz courte portée (140*90*27) port USB.

Action 3 « confirmation utilisateur » :

Pour ce contexte et cette action nous considérons que la saisie des informations de l'action 2 doit être validée afin de lancer une vérification automatique de ces dernières.

Nous associons la technique d'interaction « Button push » et la variation « Function key » à l'atome d'interaction « Identification ». Les dispositifs d'interaction les plus adaptés à cette action et permettant d'assurer des tâches bureautique sont de type claviers de fonctions programmées (Programmed function keyboard) tels les claviers alphanumérique classiques.

Bilan des dispositifs d'interaction retenus :

En conclusion de l'analyse du contexte 1 de la tâche applicative numéro 1, nous retenons des dispositifs d'interaction de type PC de bureau classique avec souris et clavier alphanumérique ajoutés à un lecteur et un badge RFID pour l'identification de l'utilisateur.

7 Mise en application des atomes d'interaction sur un scénario de dépannage

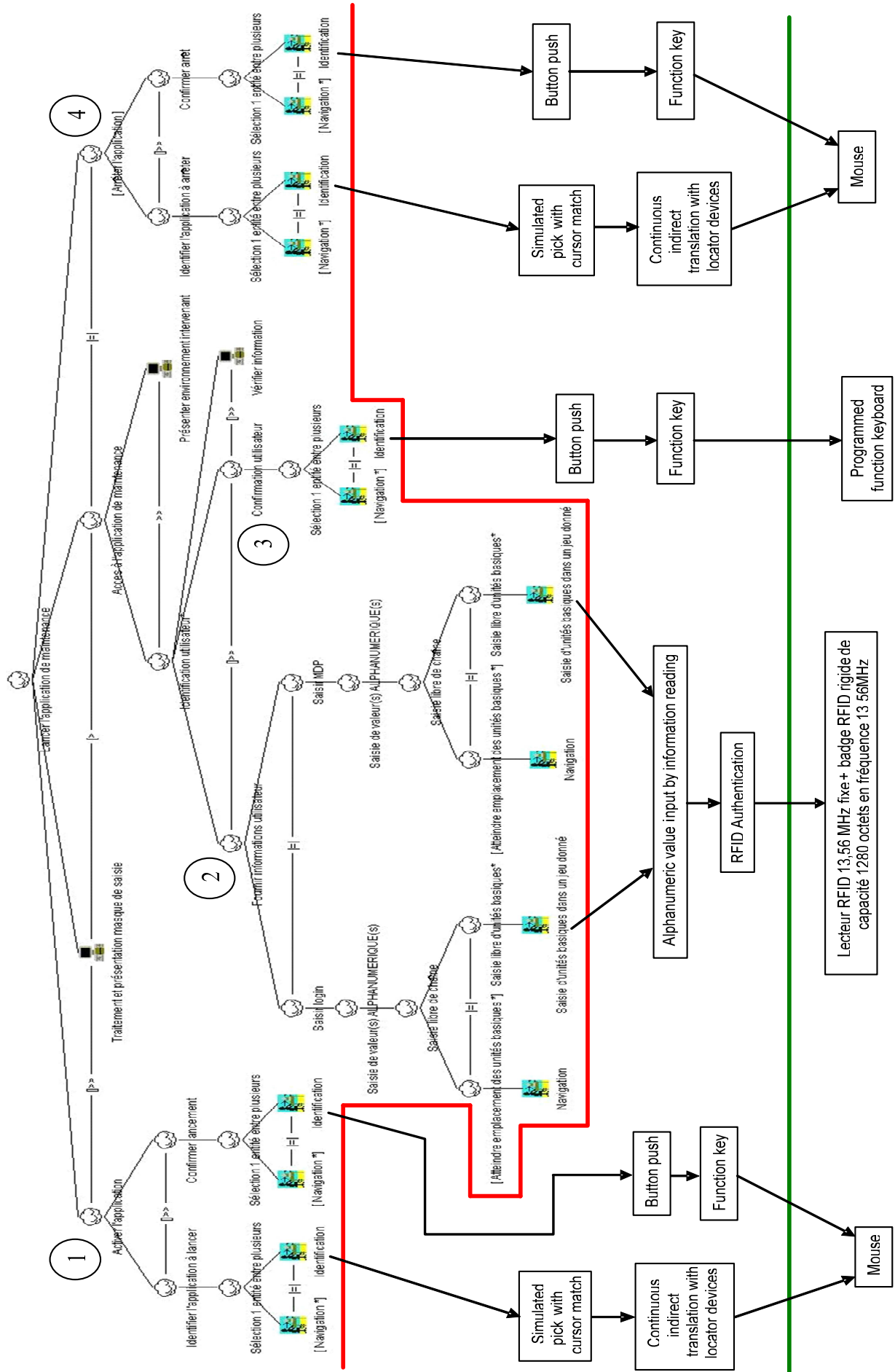


Figure 126 : Décomposition de la tâche applicative 1 « Accès à l'application de maintenance » atomes, techniques et dispositifs d'interaction associés au contexte 1.

7 Mise en application des atomes d'interaction sur un scénario de dépannage

7.2.2 Contexte 2 de la tâche applicative : « utilisateur en mobilité »

Pour ce deuxième contexte, l'intervenant est en phase de lancement de l'application sur le lieu de l'intervention et ne dépanne pas encore la machine. Il est considéré comme 100 % mobile, sans aucun handicap et évoluant dans un milieu bruyant tel celui d'un atelier de production.

Nous commentons ci-après les choix retenus pour les 4 actions identifiées et présentons le bilan de l'analyse dans la **Figure 128**.

En prenant en considération le contexte et le nombre d'entités présentes nous ne retenons pas le besoin de l'atome d'interaction « Navigation ».

Action 1 « Activer l'application », action 3 « confirmation utilisateur » et action 4 « Arrêter l'application » :

L'utilisateur se trouve dans une situation où il n'est pas possible d'utiliser un dispositif de type PC fixe. Dans ce cas précis, les dispositifs d'interaction de type ordinateurs portables ne sont pas non plus recommandés dans le sens où l'utilisateur évolue dans un atelier qui n'offre aucun espace pour poser et se servir d'un tel équipement. Il est donc préférable pour l'intervenant de pouvoir directement influencer sur un dispositif d'interaction approprié.

Concernant l'atome d'interaction « Identification », nous retenons naturellement la technique d'interaction « From screen with direct pick device » et la variation « Touch Panel pick » ouvrant sur des dispositifs de type table PC et stylet (paragraphe 6.1.1).

Action 2 « Fournir information utilisateur » :

Pour cette action, l'utilisateur est amené à saisir son login et son mot de passe dans le but de s'identifier. Dans un contexte de mobilité, les dispositifs d'interaction établis pour la décomposition de la **Figure 126** ne sont plus adaptés. Dans une problématique de continuité de l'interaction entre les dispositifs d'interaction des actions 1, 3, 4 et 2, nous retenons la technique d'interaction « Alphanumeric value input by information reading », la variation « RFID Authentication » associée et proposons les dispositifs d'interaction suivants :

- Un badge de type carte étiquette RFID rigide de capacité 1280 octets (10 kbit) avec une lecture/écriture en fréquence 13.56MHz ;
- Un lecteur de carte PCMCIA RFID 13,56 MHz courte portée.



Figure 127 : Lecteur carte PCMCIA RFID 13,56 MHz courte portée.

Bilan des dispositifs d'interaction retenus :

En conclusion de l'analyse du contexte 2 de la tâche applicative numéro 1, nous retenons des dispositifs d'interaction de type Tablet PC + stylet équipé d'un lecteur carte PCMCIA RFID 13,56 MHz courte portée ainsi qu'un badge RFID pour l'identification de l'utilisateur.

7 Mise en application des atomes d'interaction sur un scénario de dépannage

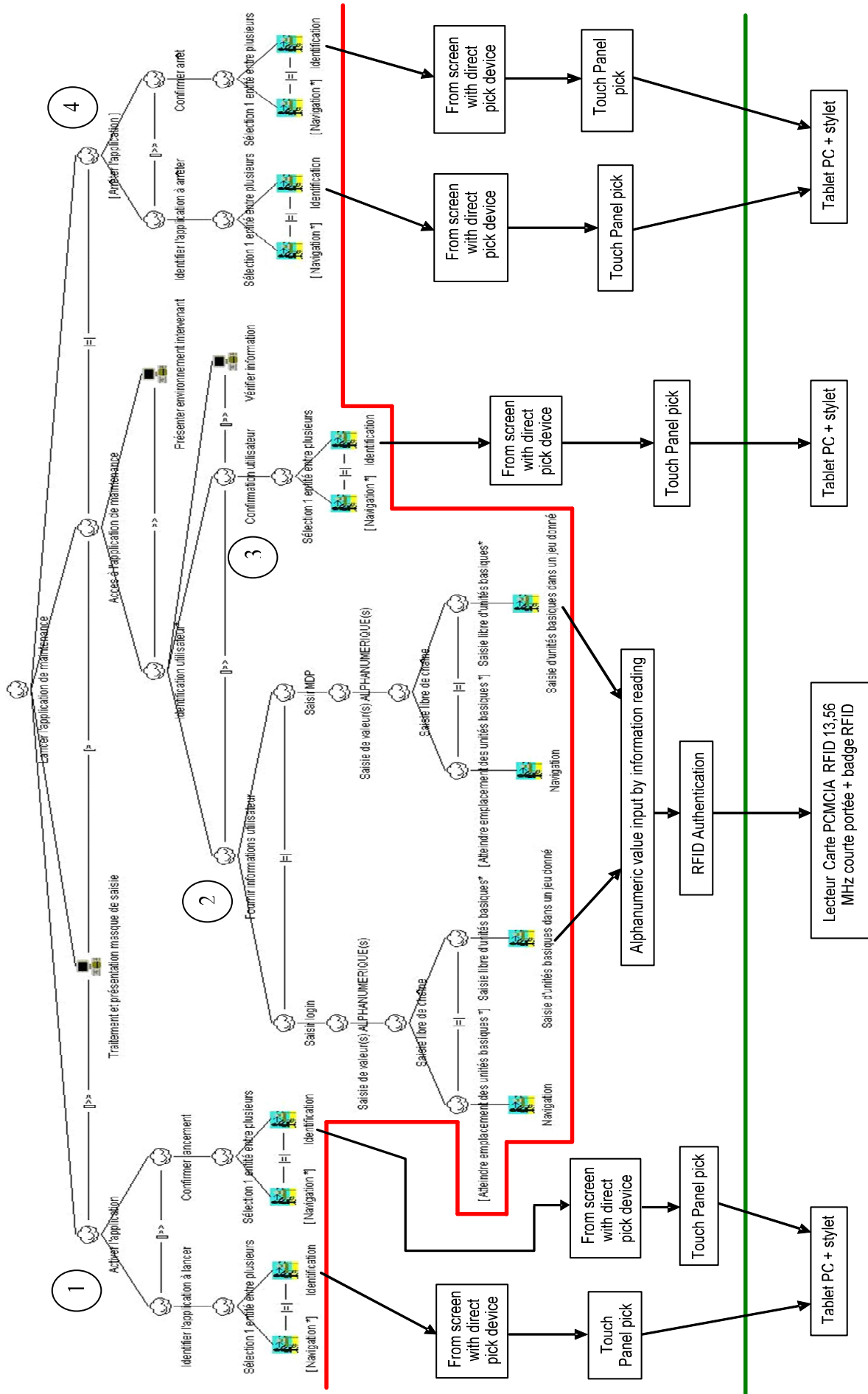


Figure 128 : Décomposition de la tâche applicative 1 « Accès à l'application de maintenance » atomes, techniques et dispositifs d'interaction associés au contexte 2.

7.3 Formalisation CTT de la tâche applicative numéro 2 : « Récupérer et consulter caractéristiques et historique de la machine »

2. Une fois sur le lieu de l'intervention, l'intervenant **identifie la machine** concernée grâce au(x) tag(s) RFID. Il récupère ensuite l'ensemble de ses caractéristiques ainsi que l'historique des dernières interventions.

Suivant les possibilités de liaison par un réseau sans fil (ex : WiFi), l'intervenant accède « à la volée » aux rapports détaillés des interventions précédentes ainsi qu'aux caractéristiques complètes de la machine.

Contexte de la tâche applicative : l'utilisateur est en phase de lancement de l'application sur le lieu de l'intervention et ne dépanne pas encore la machine. Il est considéré comme 100 % mobile, sans aucun handicap et évoluant dans un milieu bruyant tel celui d'un atelier de production.

Afin d'organiser au mieux l'analyse, trois sous tâches sont dégagées :

- « 2a =>Récupérer les caractéristiques et historique de la machine » ;
- « 2b =>Consulter les caractéristiques » ;
- « 2c =>Consulter l'historique ».



Figure 129 : Exemple de machine outil concernée par l'action de dépannage.

L'ensemble des résultats de l'étude de la tâche applicative numéro 2 : « Récupérer et consulter caractéristiques et historique de la machine » sont résumés dans les décompositions des Figures 130, 131, 132 et 134.

7.3.1 « 2a =>Récupérer les caractéristiques et historique de la machine »

Pour cette action, l'utilisateur, une fois sur le lieu de l'intervention, identifie la machine concernée grâce au(x) tag(s) RFID et récupère l'ensemble de ses caractéristiques ainsi que l'historique des dernières interventions.

Dans un souci de continuité d'interaction, les dispositifs retenus sont similaires au contexte 2 de la tâche applicative 1 (paragraphe 7.2.2, Figure 128).

Les formalisations des Figures 130 et 131 font apparaître les dispositifs d'interaction de type Tablet PC + stylet équipé d'un lecteur carte PCMCIA RFID 13,56 MHz courte portée ainsi qu'un TAG RFID industriel sous forme de disque résistant pour l'identification de la machine à dépanner.

Dans un souci de clarté, nous faisons aussi figurer sur le schéma de la Figure 130, la liaison entre les sous tâches 2b et 2c au travers des Figures 132 et 134.

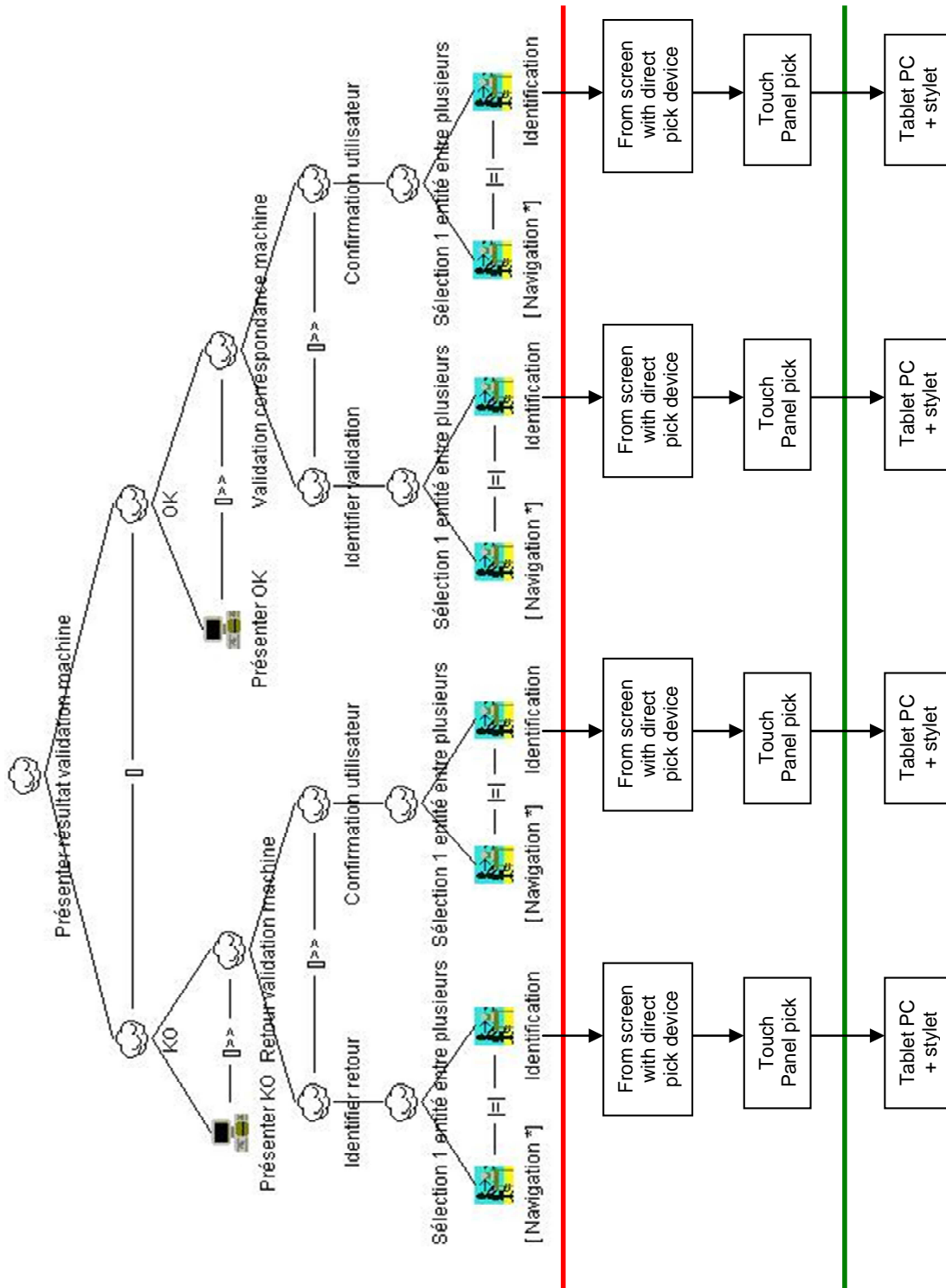


Figure 1.31 : Décomposition de la tâche applicative « 2.a=>Récupérer caractéristiques et historique de la machine » => Nœud « Présenter résultat validation machine » atomes, techniques et dispositifs d'interaction associés.

7.3.2 « 2b=>Consulter les caractéristiques »

Après avoir récupéré l'ensemble des caractéristiques et l'historique de la machine en cours de dépannage (paragraphe 7.3.1), l'utilisateur consulte les informations lui étant nécessaires.

Dans ce paragraphe nous focalisons ainsi l'étude sur la sous tâche « **2b =>Consulter les caractéristiques** » pour laquelle les techniques d'interaction, les variations et les dispositifs d'interaction retenus sont les mêmes que pour les actions précédentes : paragraphes 7.2.2 et 7.3.1.

L'intégralité des techniques d'interaction, des variations et des dispositifs d'interaction choisis sont présentés dans la décomposition de la **Figure 132** qui résume notre analyse.

Concernant cette même action, il est à noter que suivant les possibilités de liaison par un réseau sans fil (ex : WiFi), l'intervenant peut être à même d'accéder à des caractéristiques plus complètes de la machine.

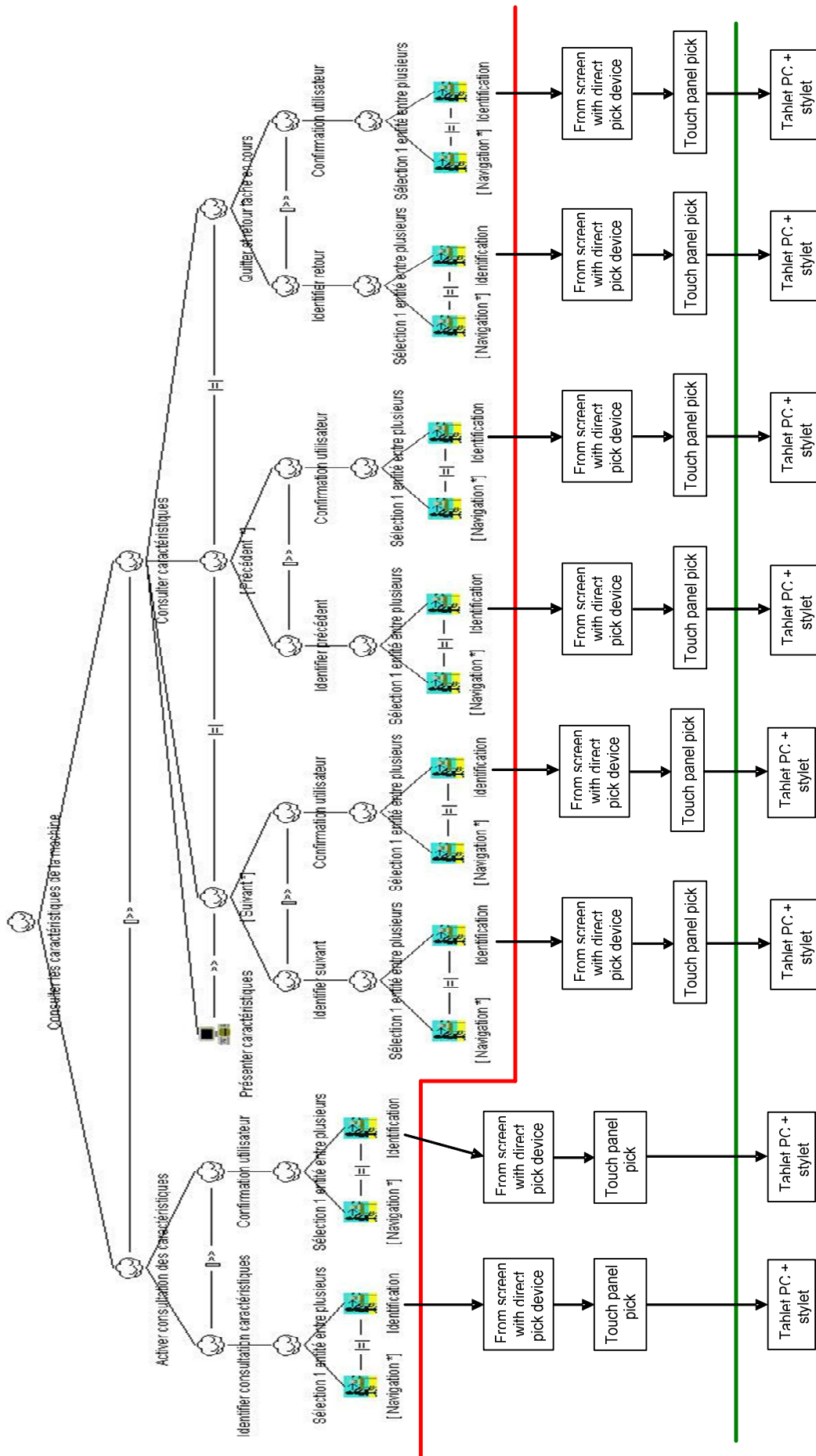


Figure 132 : Décomposition de la tâche applicative « 2h=>Consulter les caractéristiques de la machine » atomes, techniques et dispositifs d'interaction associés.

7 Mise en application des atomes d'interaction sur un scénario de dépannage

7.3.3 « 2c=>Consulter l'historique »

Au travers de la sous tâche « 2c=>Consulter l'historique », l'intervenant prend connaissance des informations relatives à l'historique de l'ensemble des opérations effectuées sur la machine.

Concernant cette même action, il est à noter que suivant les possibilités de liaison par un réseau sans fil (ex : WiFi), l'intervenant peut être à même d'accéder à des informations plus complètes relatives aux dossiers d'interventions consultés.

Les techniques d'interaction, les variations et les dispositifs d'interaction sont sensiblement les mêmes que pour les actions précédentes : paragraphes 7.3.1 et 7.3.2.

Nous faisons cependant apparaître un besoin particulier concernant l'action « Identifier dossier à consulter » de la **Figure 134**. En effet, en considérant le nombre de dossiers possibles comme probablement important et non fixé, nous pensons nécessaire de faire appel à l'atome d'interaction « Navigation » permettant à l'utilisateur d'atteindre le dossier qu'il souhaite consulter. Pour ce faire nous proposons d'associer une nouvelle fusion de technique d'interaction appelée : « Continuous entity scrolling with indirect gauge translation on a vertical scale with touch panel ». Cette fusion permet de présenter les dossiers sous forme de liste dont la navigation est organisée à l'aide d'une scrollbar verticale dont la translation est liée à celle du stylet de l'utilisateur sur le tablet PC.

Nous expliquons ci-après le détail de cette réflexion :

Tout d'abord, dans un souci de continuité d'interaction entre les différentes tâches, concernant l'atome d'interaction « Identification », nous conservons la technique d'interaction « From screen with direct pick device » et la variation associée « Continuous direct translation with touch panel » permettant de transmettre au dispositif l'information d'une translation directement exercée par l'utilisateur. Concernant l'atome d'interaction « Navigation », nous faisons appel à la technique d'interaction « Scale drive with one axis of locator device » et à une nouvelle variation « Continuous display entity by scal drag ». L'ensemble est bien adapté au besoin de naviguer au travers d'une liste d'entités.

Le schéma de la **Figure 133** décrit en détail ce développement :

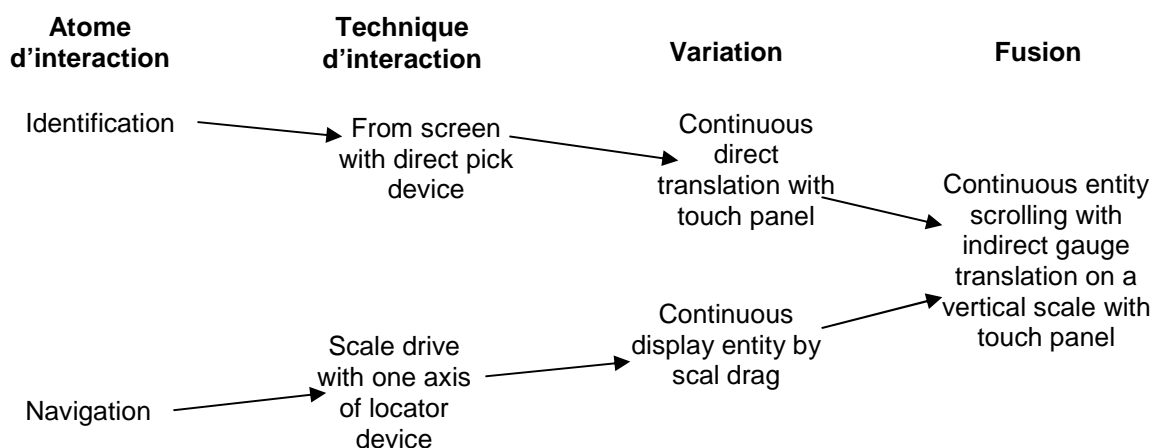


Figure 133 : Fusion « Continuous entity scrolling with indirect gauge translation on a vertical scale with touch panel ».

La décomposition de la **Figure 134** présente en détail l'ensemble de l'analyse de la sous tâche « 2c=>Consulter l'historique ».

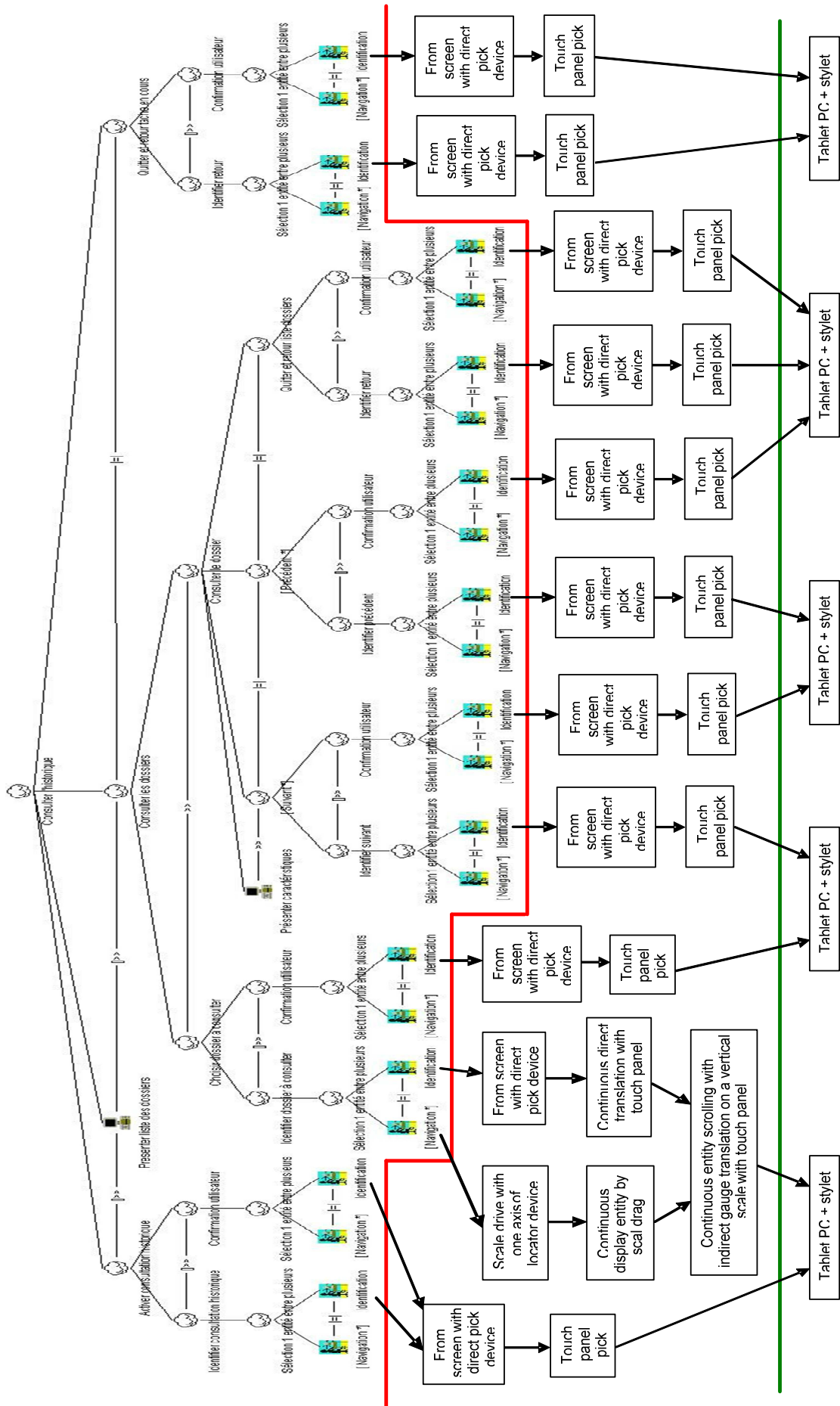


Figure 134 : Décomposition de la tâche applicative « 2c » - Consulter l'historique » atomes, techniques et dispositifs d'interaction associés.

7.4 Formalisation CTT de la tâche applicative numéro 3 : « Démarrer le workflow »

3. L'intervenant démarre le workflow de maintenance correspondant à la machine à réparer. La procédure impose à ce dernier de mettre en correspondance l'identité de la machine, stockée dans le tag RFID, et celle du workflow. Une fois cette étape validée, la maintenance commence et l'heure de démarrage est sauvegardée dans l'historique de l'intervention.

Contexte de la tâche applicative : l'utilisateur est engagé dans la première étape du dépannage sur le lieu de l'intervention, et ne démonte aucune pièce pour le moment. Il est considéré comme 100 % mobile, sans aucun handicap et évoluant dans un milieu bruyant tel celui d'un atelier de production.

Les dispositifs d'interaction sont identiques à ceux de la tâche applicative 2a du paragraphe 7.3.1, **Figure 130**.

Nous proposons les formalisations CTT des **Figures 135 et 136**.

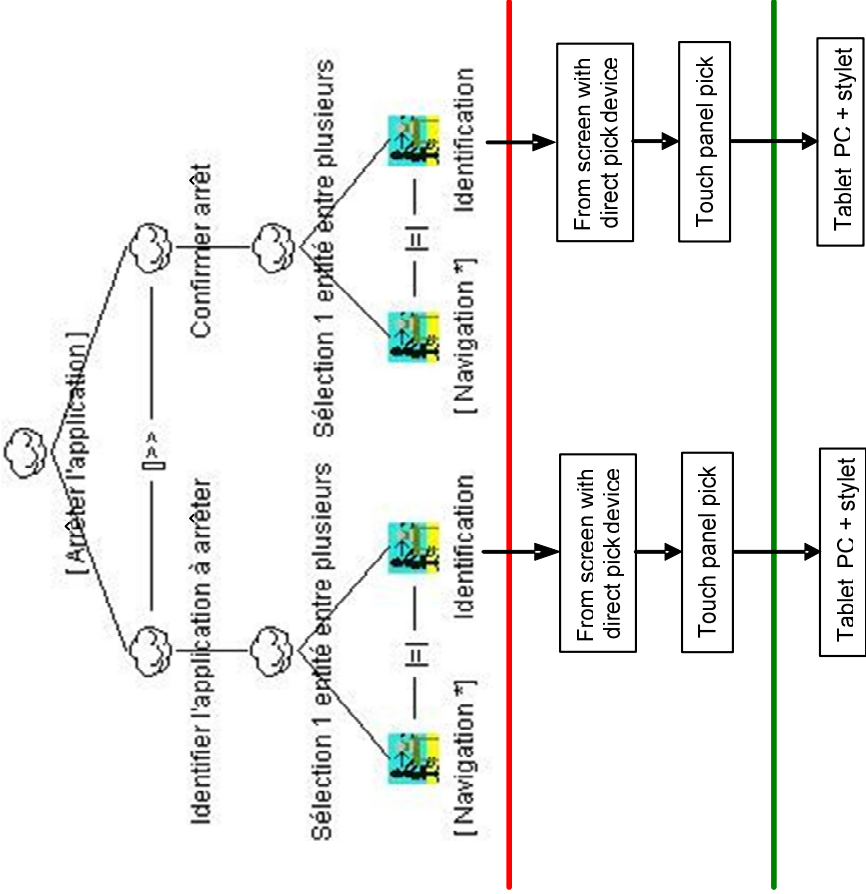


Figure 136 : Décomposition de la tâche applicative 3 « Démarrer le workflow » => Nœud « Arrêter l'application », atomes, techniques et dispositifs d'interaction associés.

7.5 Formalisation CTT de la tâche applicative numéro 4 : « Démontage du carter »

4. Le technicien **consulte le workflow qui le guide** dans sa démarche de maintenance. Il procède ainsi au démontage de protection de type carter, ... Les opérations à effectuer sont guidées par le workflow, le technicien indiquant à la machine sa progression. Lors d'opérations précises, le processus affiche les outils à utiliser, les plans précis des sous-ensembles et pièces à démonter / remonter, et enregistre les actions de l'intervenant. Il s'agit de choisir l'outil, de valider son usage (appliquer l'outil) ainsi que les informations de la pièce concernée (**Identifiant de la pièce, famille de pièce**, etc.) dans l'ordre de la procédure. Outils et pièces sont équipés de tags RFID que le technicien doit « taguer ». L'utilisateur rend ensuite l'outil à la fin de son utilisation, cette action conditionne le passage à l'étape suivante.

A noter : les actions 4 de démontage et 7 de remontage étant similaires nous ne traitons que l'action 4 dont nous ne proposons pas le développement complet mais seulement l'étape de démontage du carter.

Contexte de la tâche applicative : l'utilisateur est en phase « action de démontage », ses deux mains peuvent être occupées à un moment donné et il n'a pas à se courber ou se pencher pour exécuter sa tâche. Nous retenons le cas d'un utilisateur sans aucun handicap, évoluant dans un milieu bruyant tel celui d'un atelier de production et considéré comme 100 % mobile.

Afin d'organiser au mieux l'analyse, quatre sous tâches sont dégagées :

- « 4a=>Etape 2 du workflow : correspondance pièce à démonter » (Figures 141 et 142).
- « 4b=>Etape 2 du workflow : correspondance outil à utiliser » (Figures 141 et 143).
- « 4c=>Etape 2 du workflow : fin du démontage » (Figures 141 et 144).
- « 4d=>Arrêter l'application » (Figures 141 et 145)

Remarque : par souci de simplicité et de commodité nous traitons indépendamment les actions « Consulter mode d'emploi » et « Etablir la collaboration ».

L'ensemble des résultats de l'étude de la tâche applicative numéro 4 : « démontage du carter » sont résumés dans les décompositions des Figures 141 à 145.

7.5.1 « 4A=>Etape 2 du workflow : correspondance pièce à démonter » (Figures 141 et 142)

Pour cette action, l'utilisateur établit la correspondance entre la pièce à démonter proposée par le workflow et la pièce à démonter dans la réalité. Le but est de valider que l'intervenant respecte bien le processus de maintenance.

Les deux mains de l'utilisateur étant considérées comme « prises » il est impératif de réfléchir à des techniques d'interaction et à des dispositifs d'interaction adaptés à ce contexte tant en entrée qu'en sortie.

7.5.1.1 Interaction en sortie

L'utilisateur est considéré comme 100 % mobile, en phase de consultation d'informations et sans handicap particulier. En fonction, le sens de contrôle principal « Vue » est par conséquent le plus indiqué pour l'interaction de sortie.

Le nombre de type de dispositifs possibles pour cette action étant important, nous nous appuyons sur une matrice multicritères pour désigner le plus intéressant d'entre eux (alinéa 2.8.2.3).

Pour cette matrice, les critères retenus sont les suivants :

- 4 des 6 caractéristiques de Steve Man [Mann 1998]:
 - ➔ « Non-monopolisant » : l'équipement ne doit pas couper l'utilisateur de la réalité,

7 Mise en application des atomes d'interaction sur un scénario de dépannage

- ➔ « Non-restrictif » : l'utilisateur peut faire autre chose en même temps,
- ➔ « Observable » : l'équipement est perceptible en continu par l'utilisateur quand ce dernier le souhaite,
- ➔ « Contrôlable » : l'utilisateur peut contrôler l'équipement à tout moment.

- l' « efficacité point de vue utilisateur » du dispositif pour la tâche à accomplir ;
- la difficulté/facilité de « configuration/paramétrage » du dispositif ;
- la « solidité VS la fragilité » du dispositif. Ce critère peut être facultatif et apparaître lors de l'utilisation de dispositifs tels que l'eye-tracker porté, l'écran opaque dans lunettes. Ce critère introduit aussi l'adaptation et la résistance d'un dispositif à un milieu en particulier ;
- le « poids du dispositif au complet » ;
- la « satisfaction à l'utilisation » de l'utilisateur pour la tâche donnée ;
- « Continuité entre les tâches » tant au niveau de la compatibilité avec le/les dispositif(s) choisis aux tâches précédentes que de l'ensemble des tâches précédentes en elles-mêmes.

Les dispositifs d'interaction choisis pour cette matrice sont :

- écran opaque attaché aux lunettes ;
- lunettes See through optique avec écouteurs intégrés;
- lunettes See through video.

Le système de notation que nous appliquons, va de 1 (pas adapté) à 5 (très adapté).

Le tableau de la **Figure 137** présente les notes attribuées aux dispositifs d'interaction sélectionnés pour les critères choisis :

Matrice dispositifs critères pour intervenant mobile et sens de contrôle VISUELLE




Dispositifs	Critères	Non monopolisant	Non restrictif	Observable	Contrôlable	Efficacité pt de vue utilisateur	Configuration Paramétrage	Solidité VS Fragilité	Poids du dispositif au complet	Satisfaction à l'utilisation	Continuité entre les tâches	SCORE
	Ecran opaque dans lunette	3,0	3,0	4,0	4,0	4,0	4,0	3,0	4,0	4,0	4,0	37,0
	Lunettes See through optique (écouteurs intégrés)	5,0	4,0	3,0	5,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	29,0
	Lunettes See through video	1,0	1,0	5,0	2,0	4,0	2,0	4,0	1,0	3,0	3,0	26,0
MOYENNE		3,0	2,7	4,0	3,7	3,3	2,7	3,0	2,3	3,0	3,0	30,7

Figure 137 : Matrice dispositifs critères pour intervenant mobile et sens de contrôle principal « Vue ».

Sur la base des résultats de la matrice, le dispositif d'interaction de sortie le plus adapté à la sous tâche « **4a=>Etape 2 du workflow : correspondance pièce à démonter** » est l'écran opaque attaché aux lunettes. C'est ce dispositif d'interaction que nous décidons de retenir à l'instant T de l'étude.

7.5.1.2 Interaction en entrée

1 - Atome d'interaction « Identification »

Les deux mains de l'intervenant étant prises, les techniques d'interaction adaptées au contexte sont liées aux moyens d'utilisation restant libres chez l'intervenant. Pour répondre à cette problématique,

7 Mise en application des atomes d'interaction sur un scénario de dépannage

nous mettons en avant le moyen d'utilisation « Vocal », et les sous ensembles « Corporel » et « A l'œil » du moyen d'utilisation « Gestuel ».

Compte-tenu du contexte et du fait que le nombre d'entités présentes ne justifie pas le besoin de « Navigation » nous ne prenons pas en compte cet atome d'interaction.

Dans la suite de l'étude nous comparons les techniques d'interaction « Identification with character string name input », « Identification with gesture recognition » et « Simulated pick with cursor match » associées à l'atome d'interaction « Identification ».

- « Identification with character string name input » :
Associée à sa variation « Command input by voice recognition », cette technique d'interaction offre à l'intervenant la possibilité de désigner une commande via le moyen d'utilisation « vocal ». Les dispositifs d'interaction découlant de sa variation, tel un micro porté, peuvent permettre à l'intervenant de garder les mains libres et répondent ainsi aux contraintes de l'action. Il est cependant à noter que même séduisante, cette technique d'interaction peut être très aléatoire. En effet, l'intervenant devra évoluer dans un milieu particulièrement bruyant pouvant engendrer des bruits parasites qui devront être filtrés sans garantie de succès. La voix de l'utilisateur elle-même ne devra pas varier pour être reconnue par le système. Nous ajoutons, de plus, que la technologie vocale reste encore difficile à maîtriser.
- « Simulated pick with cursor match » :
Cette technique d'interaction permet de positionner un curseur sur l'entité à sélectionner. Compte-tenu du contexte rendant l'usage des mains impossible, sa nouvelle variation « Continuous indirect translation with eye-tracker devices », introduisant le moyen d'utilisation des dispositifs d'interaction de type « Eye Tracker », peut être envisagée.
- « Identification with gesture recognition » :
Ce concept de technique d'interaction autorise l'intervenant à interagir avec le système par le biais de gestes et de dispositifs d'interaction adaptés. Les mains de l'intervenant étant occupées, cette technique d'interaction, ouvrant sur l'utilisation d'interaction de type corporelle, peut être une réponse favorable. Il est cependant à noter que les gestes corporels de l'intervenant doivent être faciles à exécuter mais suffisamment non naturels pour être clairement souhaités par l'intervenant sans risquer d'engendrer des actions non désirées. Pour répondre à ces contraintes, nous mettons en avant la nouvelle variation « Corporal gesture recognition » pointant l'utilisation de dispositif d'interaction répartis sur le corps de l'intervenant. La diversité des dispositifs liés à la détection de positions ou de gestes et leurs complexités de mise en œuvre étant importantes, nous souhaitons nous orienter sur des choix plus accessibles. En faisant référence au travail d'Emmanuelle VIC [Vic 2007] nous décidons de retenir un dispositif d'interaction de type Dataglove dont nous récupérons les capteurs pour les répartir sur le corps de l'intervenant : **Figures 138 et 139.**



Figure 138 : Dataglove avec capteurs exposés.

7 Mise en application des atomes d'interaction sur un scénario de dépannage

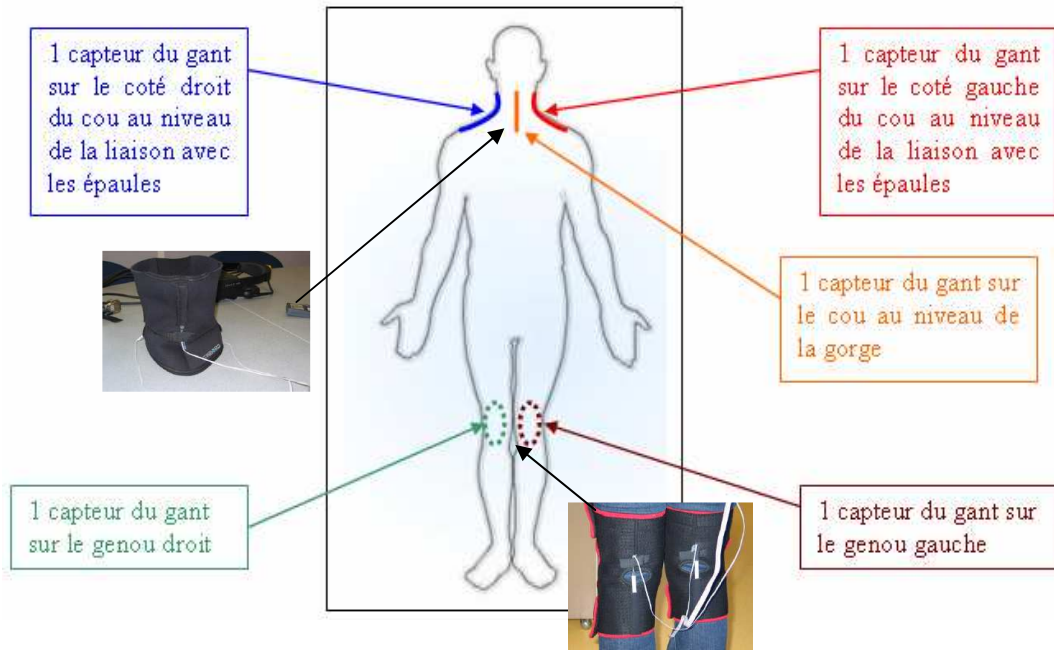


Figure 139 : Dataglove avec capteurs déportés sur le corps de l'intervenant.

Le nombre de dispositif d'interaction possibles pour les techniques d'interaction et les variations évoquées étant important, nous faisons appel à une matrice multicritères pour désigner la meilleure des solutions, Figure 140. Les critères retenus sont les mêmes que précédemment alinéa 7.5.1.1, Figure 137.

Matrice dispositifs critères pour l'atome d'interaction "Identification" sur sortie VISUELLE

Dispositifs	Critères	Non monopolisant	Non restrictif	Observable	Contrôlable	Efficacité pt de vue utilisateur	Configuration Paramétrage	Solidité VS Fragilité	Poids du dispositif au complet	Satisfaction à l'utilisation	Continuité entre les tâches	SCORE
Micro porté		5,0	5,0	2,0	5,0	4,0	2,0	4,0	5,0	3,0	4,0	39,0
Eye Tracker Porté		3,0	4,0	5,0	4,0	2,0	1,0	2,0	3,0	2,0	2,0	28,0
DataGlove déporté sur le corps		4,0	4,0	4,0	3,0	5,0	4,0	4,0	4,0	5,0	5,0	42,0
MOYENNE		4,0	4,3	3,7	4,0	3,7	2,3	3,3	4,0	3,3	3,7	36,3

Figure 140 : Matrice dispositifs critères pour intervenant mobile, atome d'interaction « Identification » et sens de contrôle principal « Vue ».

D'après cette matrice, le dispositif d'interaction en entrée le plus adapté à la sous tâche « **4a=>Etape 2 du workflow : correspondance pièce à démonter** » et au dispositif d'interaction de sortie précédent (Figure 137) est le DataGlove déporté sur le corps de l'intervenant. C'est ce dernier que nous retenons.

2 - Atome d'interaction « Saisie d'unités basiques dans un jeu donné »

Pour cette action, l'utilisateur saisit des informations afin d'identifier la pièce à démonter et en vérifier la correspondance avec le workflow de maintenance. L'intervenant utilisant ses deux mains pour manipuler la pièce, nous déterminons un dispositif d'interaction adapté : « Lecteur RFID 13,56 MHz courte portée dans le creux de la main + Tag RFID ». Les techniques d'interaction et les variations sont les mêmes que pour la tâche applicative 3 « Démarrer le workflow », Figure 135 partie 7.4.

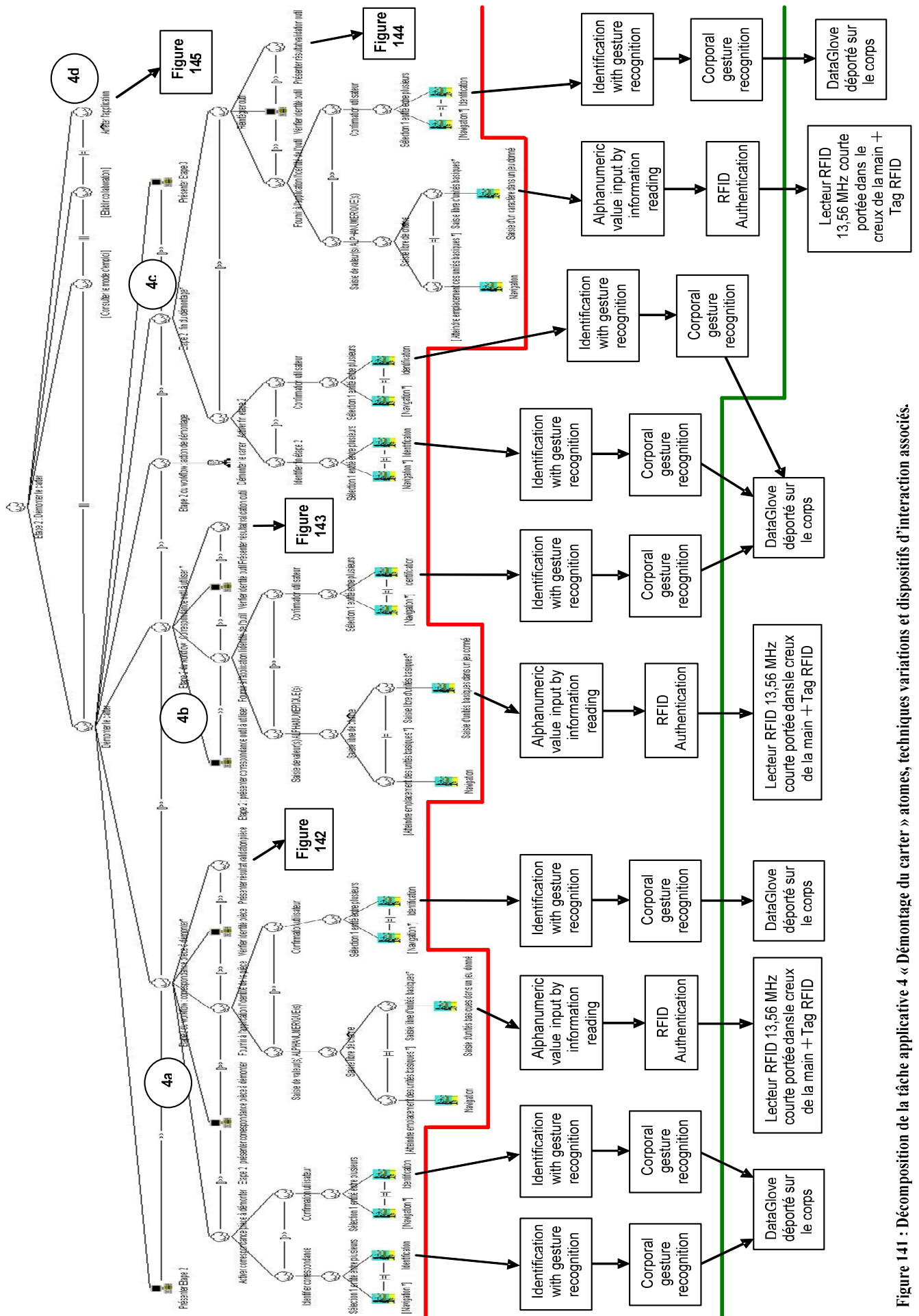


Figure 141 : Décomposition de la tâche applicative 4 « Démontage du carter » atomes, techniques variations et dispositifs d'interaction associés.

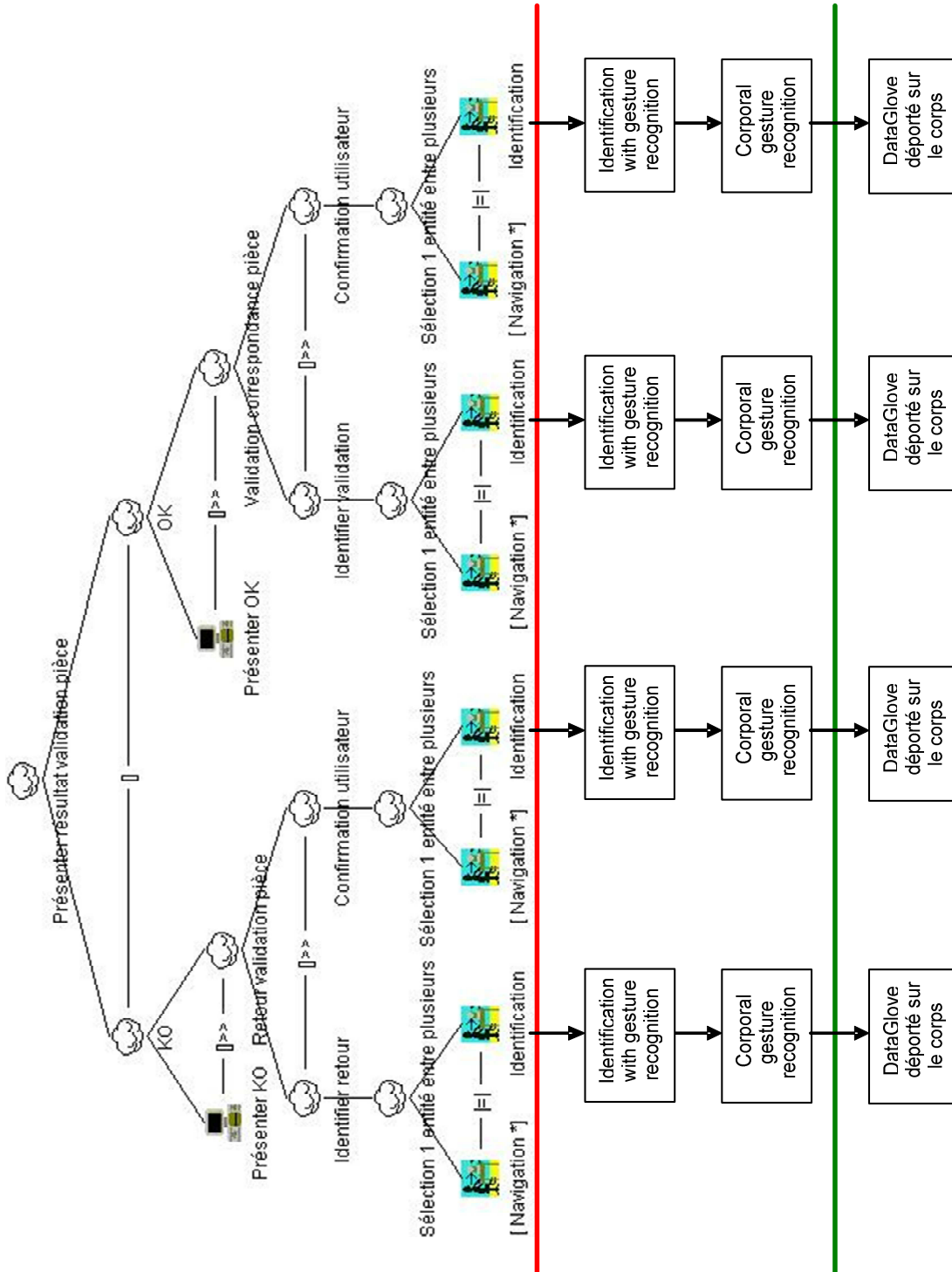


Figure 142 : Décomposition de la tâche applicative 4 « Démontage du carter ». Nœud « Présenter résultat validation pièce » de l'action « 4A=>Etape 2 du workflow : correspondance pièce à démonter », atomes, techniques et dispositifs d'interaction associés.

7.5.2 « 4B=>Etape 2 du workflow : correspondance outil à utiliser » (Figures 141 et 143)

Pour cette action, l'utilisateur doit établir la correspondance entre l'outil à utiliser, proposé par le workflow, et l'outil choisit dans la réalité. Le but de cette action est de valider que l'intervenant respecte le processus de maintenance étape par étape et d'autoriser le démarrage de l'étape suivante.

Les techniques d'interaction, les variations et les dispositifs d'interaction sont les mêmes que pour l'action « 4A=>Etape 2 du workflow : correspondance pièce à démonter » précédente de la tâche applicative 4, Figures 141 et 142 du paragraphe 7.5.1 et le contexte associé.

7.5.3 « 4C=>Etape 2 du workflow : fin du démontage » (Figures 141 et 144)

Concernant cette action, l'utilisateur réintègre l'outil utilisé pour le démontage du carter. Pour ce faire, il est amené à saisir des informations permettant d'identifier l'outil pour en vérifier la correspondance avec le workflow de maintenance et terminer la phase de démontage.

Les techniques d'interaction, les variations et les dispositifs d'interaction sont les mêmes que pour l'action « 4A=>Etape 2 du workflow : correspondance pièce à démonter », précédente de la tâche applicative 4, Figures 141 et 142 du paragraphe 7.5.1 et le contexte associé.

7.5.4 « 4D=>Arrêter l'application » (Figures 141 et 145)

Si l'utilisateur le souhaite, il peut à tout moment choisir de terminer la maintenance et ainsi mettre fin à l'exécution de l'application.

Les techniques d'interaction, les variations et les dispositifs d'interaction sont les mêmes que pour l'action « 4A=>Etape 2 du workflow : correspondance pièce à démonter », précédente de la tâche applicative 4, Figures 141 et 142 du paragraphe 7.5.1 et le contexte associé.

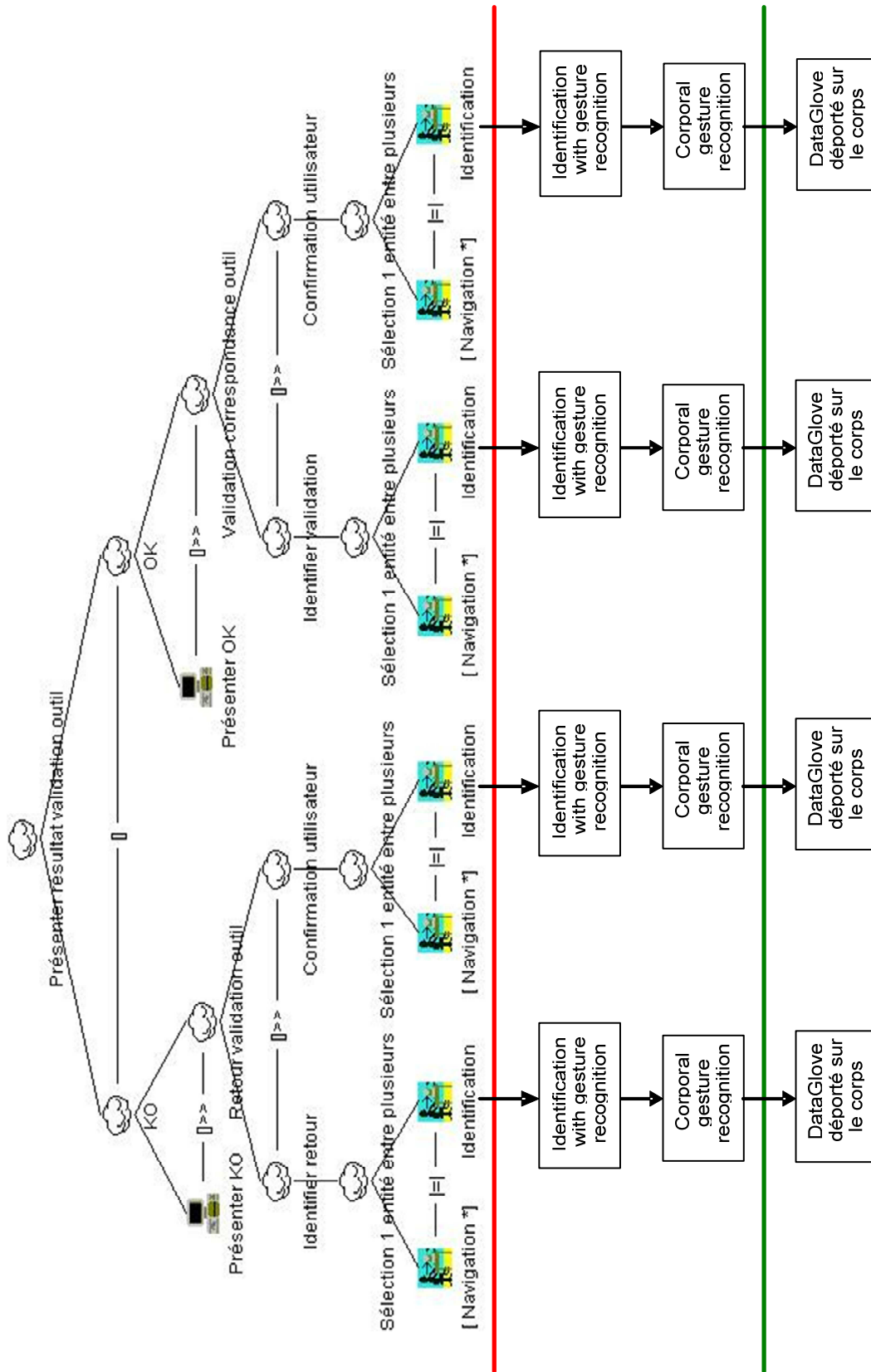


Figure 143 : Décomposition de la tâche applicative 4 « Démontage du carter ». Nœud « Présenter résultat validation outil » de l'action « 4B=>Etape 2 du workflow : correspondance outil à utiliser », atomes, techniques et dispositifs d'interaction associés.

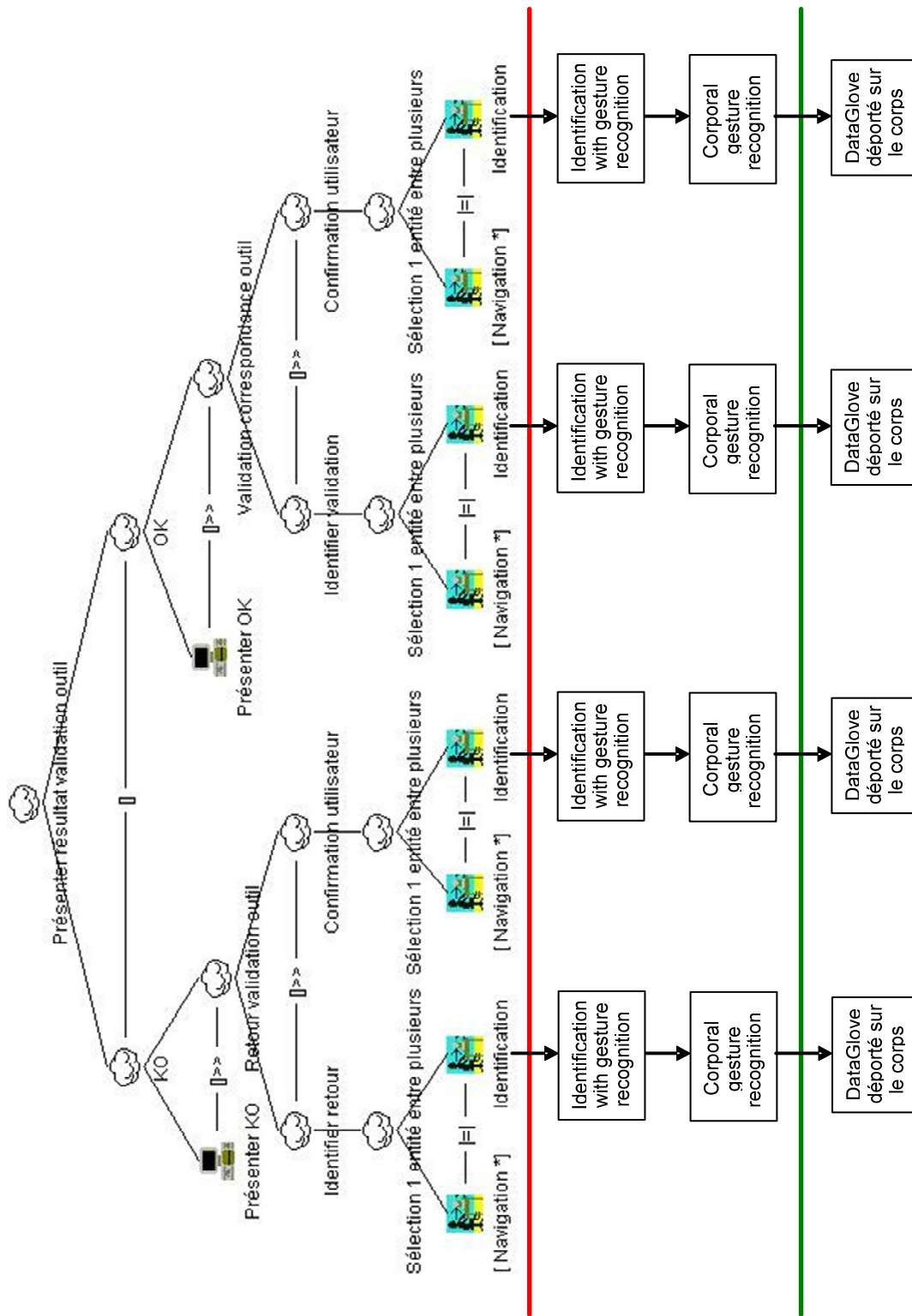


Figure 144 : Décomposition de la tâche applicative 4 « Démontage du carter ». Nœud « Présenter résultat validation outil » de l'action « 4C=>Etape 2 du workflow : fin du démontage », atomes, techniques et dispositifs d'interaction associés.

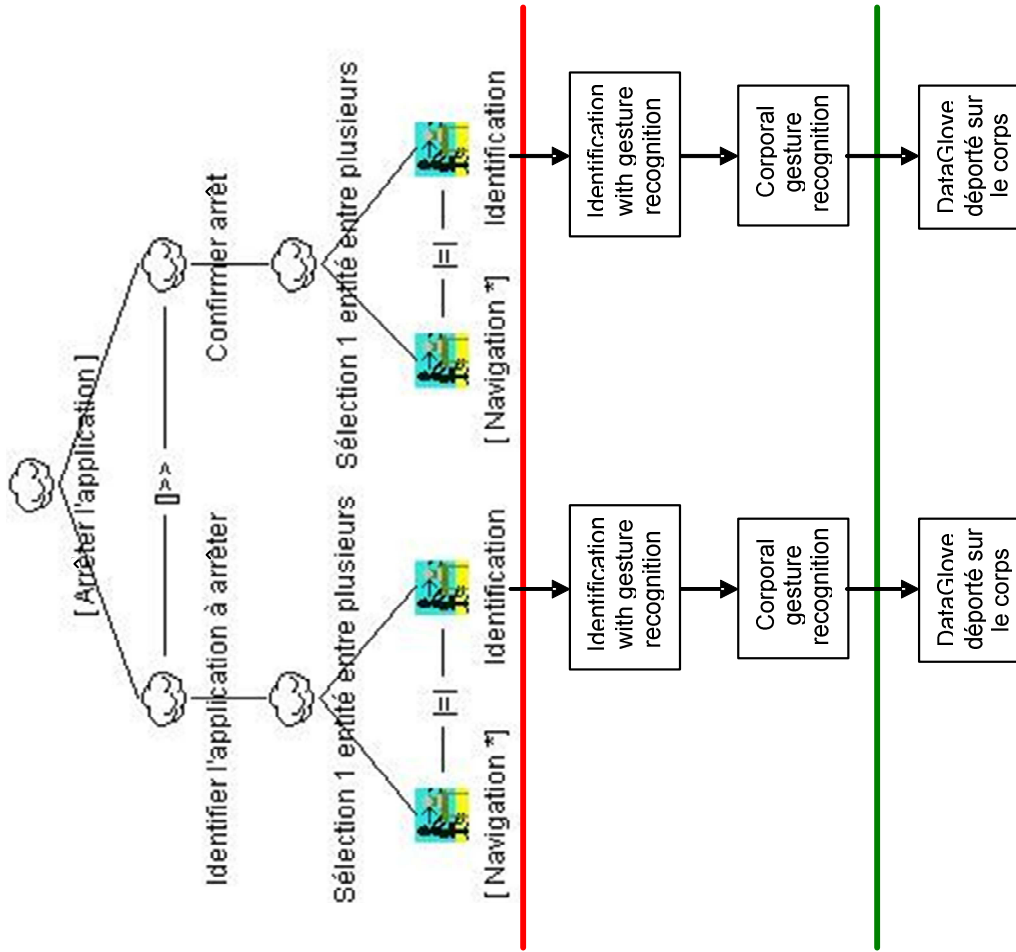


Figure 145 : Décomposition de la tâche applicative 4 « Démontage du carter ». Nœud « Arrêter application » de l'action « 4D=>Arrêter l'application », atomes, techniques et dispositifs d'interaction associés.

7.6 Formalisation CTT de la tâche applicative numéro 5 : « Consulter mode d'emploi »

5. A tout moment, constatant la rupture de compétence, **l'intervenant peut choisir d'« apprendre à faire »**, selon le principe de l'apprentissage juste à temps, en choisissant de consulter la documentation adaptée à la situation, et avec le support-média le plus approprié (texte, image, vidéo, son).

Deux contextes d'utilisation se dégagent :

Contexte 1 : l'utilisateur est en phase de consultation d'informations, ses deux mains sont libres. On retient le cas d'un utilisateur sans aucun handicap, évoluant dans un milieu bruyant tel celui d'un atelier de production et considéré comme 100 % mobile.

Contexte 2 : l'utilisateur est en phase « action de démontage », ses deux mains peuvent être occupées à un moment donné et il n'a pas à se courber ou se pencher pour exécuter sa tâche. Nous retenons le cas d'un utilisateur sans aucun handicap, évoluant dans un milieu bruyant tel celui d'un atelier de production et considéré comme 100 % mobile.

7.6.1 Contexte 1 de la tâche applicative numéro 5 : « consultation mode d'emploi les deux mains libres »

7.6.1.1 Interaction en sortie

Les documents exploités par l'intervenant étant de nature visuelle et sonore nous proposons des dispositifs d'interaction adaptés :

- informations visuelles : on retient l'écran opaque dans lunette déterminé au paragraphe 7.5.1 ;
- informations sonores : le nombre de dispositifs d'interaction possibles pour ces variations étant important nous faisons appel à une matrice multicritères pour désigner le plus intéressant d'entre eux **Figure 146**. Les critères retenus sont les mêmes que précédemment alinéa 7.5.1.1, **Figure 137**.

Matrice dispositifs critères pour intervenant mobile et sens de contrôle SONORE





Dispositifs	Critères	Non monopolisant	Non restrictif	Observable	Contrôlable	Efficacité pt de vue utilisateur	Configuration Paramétrage	Solidité VS Fragilité	Poids du dispositif au complet	Satisfaction à l'utilisation	Continuité entre les tâches	SCORE
	Casque audio (2 oreilles)	4,0	3,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	3,0	2,0	3,0	40,0
	Casque audio (1 oreilles)	4,0	4,0	4,0	5,0	4,0	5,0	5,0	4,0	4,0	4,0	43,0
	Oreillette simple	5,0	5,0	3,0	5,0	4,0	5,0	3,0	5,0	5,0	5,0	46,0
	Oreillette double	4,0	3,0	3,0	5,0	5,0	5,0	3,0	5,0	3,0	5,0	41,0
MOYENNE		4,3	3,8	3,8	5,0	4,5	5,0	4,0	4,3	3,5	4,3	42,3

Figure 146 : Matrice dispositifs critères pour intervenant mobile et informations sonores.

7 Mise en application des atomes d'interaction sur un scénario de dépannage

Sur la base des résultats de la matrice, le dispositif d'interaction de sortie le plus adapté à la consultation d'informations sonores en mobilité (**contexte 1 de la tâche applicative 5 : « consultation mode d'emploi les deux mains libres »**) est l'oreillette simple.

7.6.1.2 Interaction en entrée

Concernant l'interaction en entrée, les techniques d'interaction, les variations et les dispositifs d'interaction sont les mêmes que pour l'action « **2a Récupérer les caractéristiques et historique de la machine** » précédente (paragraphe 7.3.1) et le contexte de mobilité associé (identique au **contexte 1 de la tâche applicative 5 : « consultation mode d'emploi les deux mains libres »**). La Figure 147 dresse un bilan de cette analyse.

Compte-tenu du contexte et du nombre d'entités présentes, nous ne prenons pas en compte l'atome d'interaction « Navigation ».

7.6.2 Contexte 2 de la tâche applicative numéro 5 : « consultation mode d'emploi les deux mains prises »

Pour ce deuxième contexte, l'intervenant est en phase « action de démontage », ses deux mains peuvent être occupées à un moment donné et il n'a pas à se courber ou se pencher pour exécuter sa tâche. On retient le cas d'un utilisateur sans aucun handicap, évoluant dans un milieu bruyant tel celui d'un atelier de production et considéré comme 100 % mobile.

En fonction, les dispositifs d'interaction, les techniques d'interaction et les variations sont les mêmes que pour l'action « **4a=>Etape 2 du workflow : correspondance pièce à démonter** » précédente (paragraphe 7.5.1, Figures 141 et 142) et le contexte de mobilité associé (identique au **contexte 2 de la tâche applicative 5 : « consultation mode d'emploi les deux mains prises »**). La formalisation de la Figure 148 résume notre approche.

Compte-tenu du contexte et du nombre d'entités présentes, nous ne retenons pas l'atome d'interaction « Navigation ».

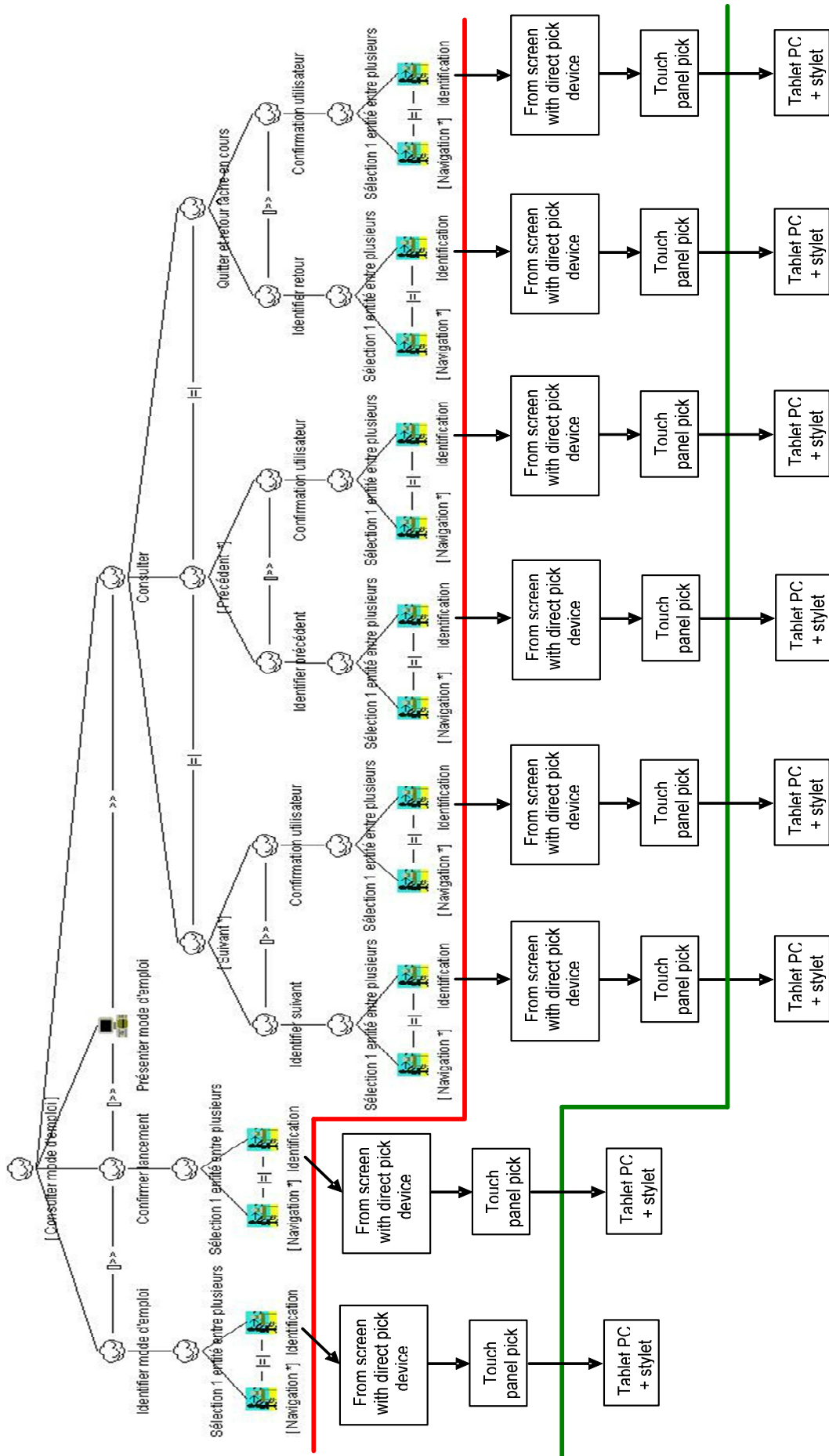


Figure 147 : Décomposition de la tâche applicative 5 « Consulter mode d'emploi », atomes, techniques et dispositifs d'interaction associés au contexte 1.

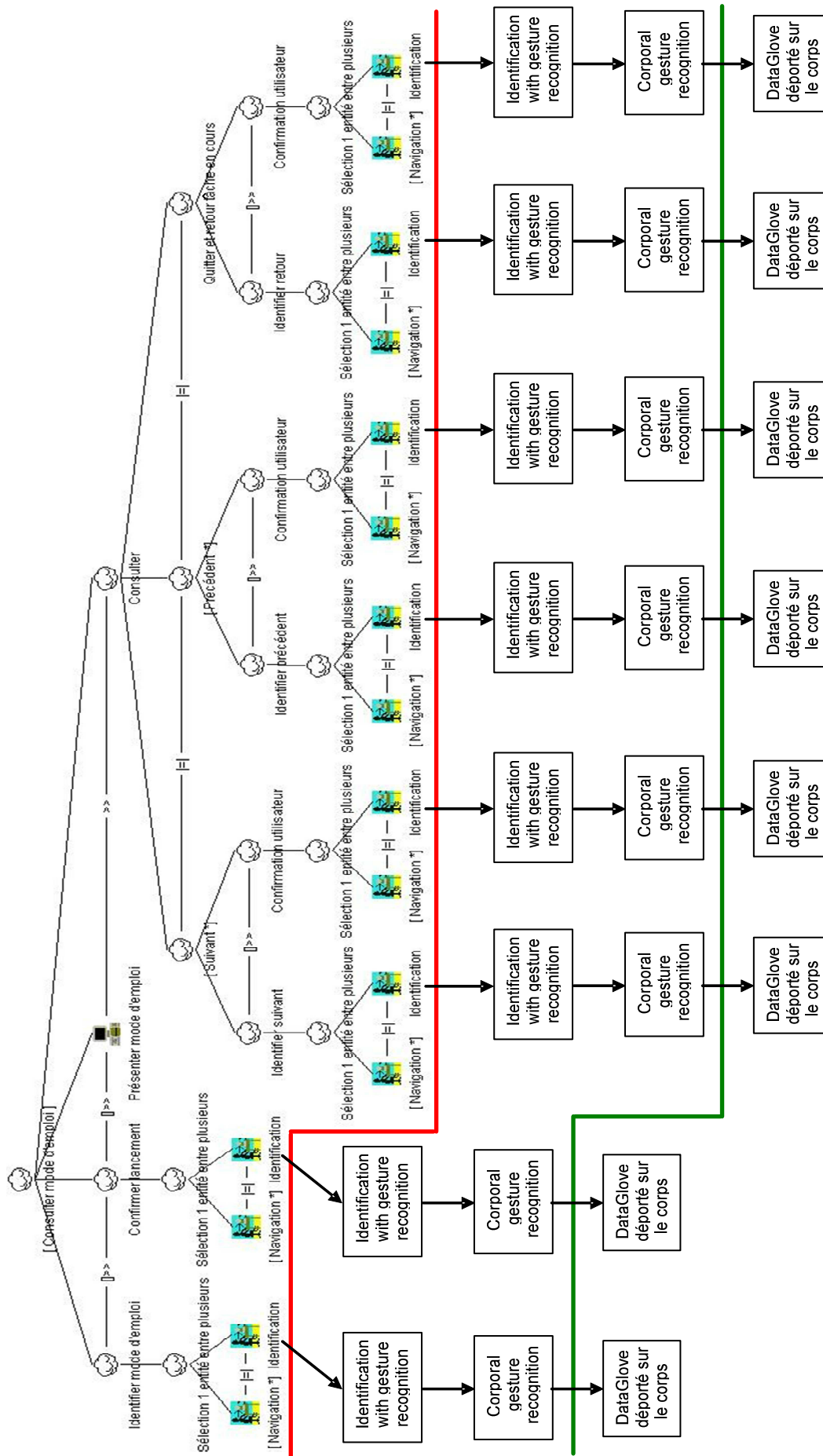


Figure 148 : Décomposition de la tâche applicative 5 « Consulter mode d'emploi », atomes, techniques et dispositifs d'interaction associés au contexte 2.

7.7 Formalisation CTT de la tâche applicative numéro 6 : « Etablir une collaboration à distance avec un ou des experts »

6. En cas de rupture de compétence, le technicien peut également **établir une collaboration** à distance avec un ou des experts. Ces derniers accèdent au contexte, à l'historique de l'intervention et guident l'intervenant via des indications graphiques, orales, textuelles.

Compte-tenu de la possibilité pour l'intervenant d'établir la collaboration au cours des tâches applicatives **2** : « **Récupérer et consulter caractéristiques et historique de la machine** », partie 7.3, **3** : « **démarrer le workflow** », partie 7.4 et **4** : « **démontage du carter** », partie 7.5, nous en reprenons les deux contextes d'utilisation pour les adapter à la tâche applicative **numéro 6** « **Etablir une collaboration avec un ou des experts** » :

Contexte 1 : l'utilisateur est en phase de consultation d'informations et engagé dans une collaboration à distance avec un ou plusieurs experts, ses deux mains sont libres. On retient le cas d'un utilisateur sans aucun handicap, évoluant dans un milieu bruyant tel celui d'un atelier de production et considéré comme 100 % mobile.

Contexte 2 : l'utilisateur est en phase « action de démontage » et engagé dans une collaboration à distance avec un ou plusieurs experts, ses deux mains peuvent être occupées à un moment donné et il n'a pas à se courber ou se pencher pour exécuter sa tâche. Nous retenons le cas d'un utilisateur sans aucun handicap, évoluant dans un milieu bruyant tel celui d'un atelier de production et considéré comme 100 % mobile.

Pour les deux contextes retenus, les experts ne sont pas considérés comme mobiles mais fixes à leurs bureaux dans leurs entreprises respectives.

L'utilisateur étant 100 % mobile et sans handicap particulier, le sens de contrôle principal « Vue » est par conséquent le plus indiqué pour l'interaction de sortie.

7.7.1 Contexte 1 de la tâche applicative numéro 6 : « Etablir une collaboration à distance avec un ou des experts les deux mains libres »

Dans le cas du contexte 1, l'utilisateur est 100 % mobile et ses deux mains sont libres.

Afin d'organiser au mieux l'analyse trois sous tâches principales et leurs formalisations associées sont dégagées et étudiées :

- « **6a=>Démarrer la collaboration** » (Figure 149) ;
- « **6b=>Collaborer avec un ou des experts** » (Figure 151) ;
- « **6c =>Quitter et retour tâche en cours** » (Figure 152).

L'ensemble des résultats de l'étude du contexte 1 de la tâche applicative numéro 6 : « Etablir une collaboration à distance avec un ou des experts » sont résumés dans les décompositions des **Figures 149, 151 et 152**.

7.7.1.1 « **6a =>Démarrer la collaboration** » (Figure 149)

En fonction du contexte 1, les dispositifs d'interaction, les techniques et les variations retenus pour l'action « **6a =>Démarrer la collaboration** » sont les mêmes que pour l'action « **2c=> Consulter l'historique** » précédente (paragraphe 7.3.3 **Figure 134**) dont le contexte de mobilité associé est identique.

7 Mise en application des atomes d'interaction sur un scénario de dépannage

7.7.1.2 « 6b=>Collaborer avec un ou des experts » (Figure 151)

Pour cette action, l'intervenant collabore avec un ou plusieurs experts le guidant par des indications graphiques et vocales. Les échanges se font donc principalement par les voies visuelle et sonore.

1-Interaction coté Intervenant

L'intervenant est considéré en phase de consultation d'informations de type « mode d'emploi ». Ses deux mains sont libres et il est susceptible de collaborer à distance avec le ou les expert(s) et/ou consulter des informations de nature visuelle et sonore.

Un des aspects échange d'informations étant matérialisé par l'atome d'interaction « Saisie d'unités basiques dans un jeu donné », la technique d'interaction « Alphanumeric value entry by voice recognition » et la variation associée « Text entry by voice recognition » (paragraphe 6.1.5) sont les plus adaptés aux besoins.

Le nombre de type de dispositifs possibles pour cette action étant important, nous nous appuyons sur une matrice multicritères pour désigner le plus adapté à un échange vocal entre l'intervenant et le ou les experts.

Les dispositifs d'interaction retenus sont :

- Casque audio (1 oreille) et micro serre tête ;
- Laryngophone ;
- Casque oreillette bluetooth.

Matrice dispositifs critères pour collaboration à distance en mobilité




Dispositifs \ Critères	Non monopolisant	Non restrictif	Observable	Contrôlable	Efficacité pt de vue utilisateur	Configuration Paramétrage	Solidité VS Fragilité	Poids du dispositif au complet	Satisfaction à l'utilisation	Continuité entre les tâches	SCORE
Casque audio (1 oreille) et micro serre tête 	4,0	4,0	5,0	5,0	3,0	5,0	4,0	4,0	5,0	5,0	44,0
Laryngophone 	5,0	5,0	4,0	4,0	4,0	3,0	5,0	4,0	3,0	1,0	38,0
Casque oreillette bluetooth 	4,0	5,0	4,0	5,0	3,0	4,0	3,0	5,0	5,0	5,0	43,0
MOYENNE	4,3	4,7	4,3	4,7	3,3	4,0	4,0	4,3	4,3	3,7	41,7

Figure 150 : Matrice dispositifs critères pour intervenant mobile et collaboration orale à distance.

Sur la base des résultats de la matrice, le dispositif d'interaction le plus adapté à l'interaction coté intervenant est le casque audio (1 oreille) et micro serre tête de type Hotline offrant une bonne continuité de l'interaction avec l'oreillette simple déterminée au paragraphe 7.6.1.

Dans la continuité de l'analyse, un autre aspect de l'échange d'informations coté intervenant peut être mis en avant au travers des sous tâches systèmes « Transmettre situation intervenant » et « Présenter information de guidage » numérotées respectivement 1 et 2 sur l'arbre de la Figure 151 :

- « Transmettre situation intervenant » : cette sous tâche permet aux experts de visionner le mode d'emploi consulté par l'intervenant via le principe de la PMAD ;

7 Mise en application des atomes d'interaction sur un scénario de dépannage

- « Présenter information de guidage » : le but est ici d'offrir à l'intervenant la possibilité de voir les indications graphiques du ou des experts directement sur le mode d'emploi consulté si nécessaire.

En fonction de ce constat, et dans un souci de continuité d'interaction entre les tâches précédentes, le dispositif d'interaction retenue est un Tablet PC + stylet connecté à un réseau WIFI.

2-Interaction coté Expert(s)

Les experts ne sont pas considérés comme mobiles mais fixes à leurs bureaux dans leurs entreprises respectives, les dispositifs d'interaction choisis sont de type PC fixe bureautique avec clavier alphanumérique, souris et casque audio (1 oreille) et micro serre tête de type Hotline.

7.7.1.3 « 6c =>Quitter et retour tâche en cours » (Figure 152)

1-Interaction coté Intervenant

En fonction, les dispositifs d'interaction, les techniques d'interaction et les variations sont les mêmes que pour l'action « 2c=>Consulter l'historique » précédente (paragraphe 7.3.3, **Figures 134**) et le contexte associé.

2-Interaction coté Expert(s)

Les dispositifs d'interaction, les techniques d'interaction et les variations retenues sont les mêmes que pour l'action « 6b=>Collaborer avec un ou des experts » précédente (alinéa 7.7.1.2, **Figures 151**) et le contexte associé.

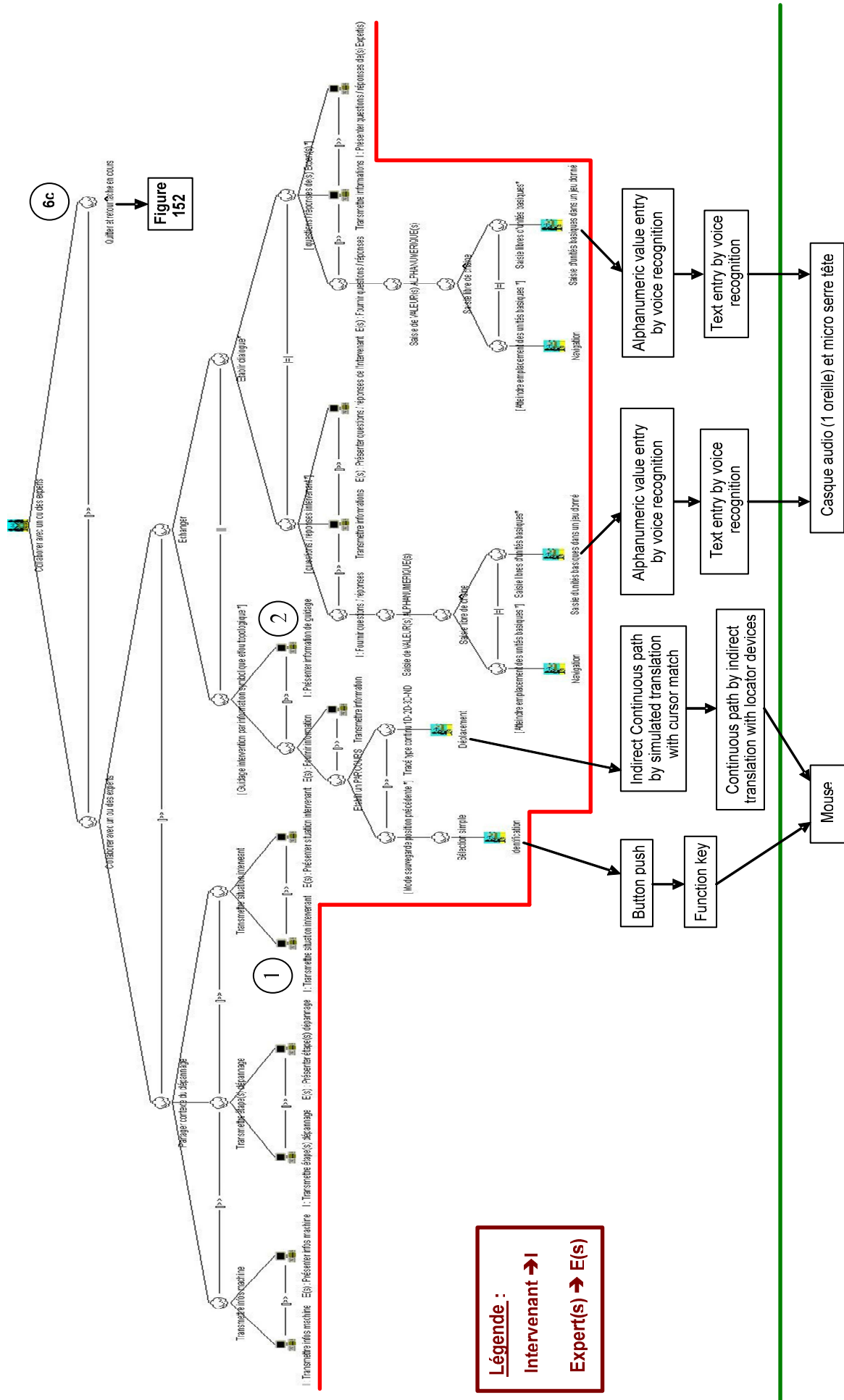


Figure 151 : Décomposition de la tâche applicative « 6b » Collaborer avec un ou des experts », atomes, techniques et dispositifs d'interaction associés au contexte 1.

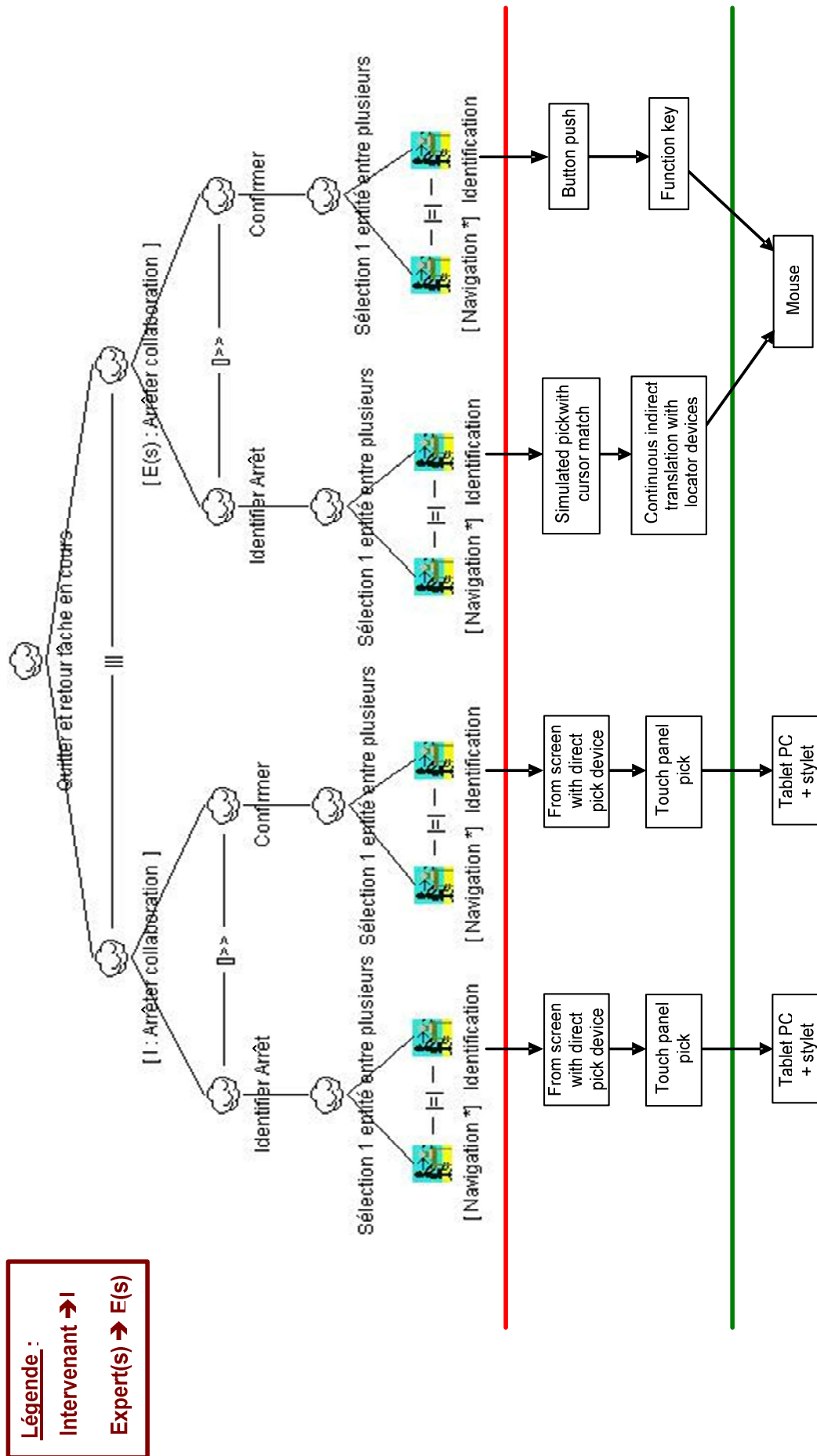


Figure 152 : Décomposition de la tâche applicative « Quitter et retour tâche en cours » atomes, techniques et dispositifs d'interaction associés au contexte 1.

7 Mise en application des atomes d'interaction sur un scénario de dépannage

7.7.2 Contexte 2 de la tâche applicative numéro 6 : « Etablir une collaboration à distance avec un ou des experts les deux mains prises »

Dans le cas du contexte 2, l'utilisateur est 100 % mobile et ses deux mains sont occupées.

Afin d'organiser au mieux l'analyse trois sous tâches principales et leurs formalisations associées sont dégagées et étudiées :

- « **6a=>Démarrer la collaboration** » (Figure 154) ;
- « **6b=>Collaborer avec un ou des experts** » (Figure 157) ;
- « **6c=>Quitter et retour tâche en cours** » (Figure 158).

L'ensemble des résultats de l'étude du contexte 2 de la tâche applicative numéro 6 : « Etablir une collaboration à distance avec un ou des experts » sont résumés dans les décompositions des Figures 154, 157 et 158.

7.7.2.1 « **6a=>Démarrer la collaboration** » (Figure 154)

Les deux mains de l'utilisateur étant considérées comme « prises » il est impératif de réfléchir à des techniques d'interaction et à des dispositifs d'interaction adaptés à ce contexte tant en entrée qu'en sortie.

1 – Interaction en entrée

➔ Atome d'interaction « Identification » :

Concernant l'atome d'interaction « Identification », le contexte « deux mains prises » étant le même que pour le paragraphe 7.5.1 « **4A=>Etape 2 du workflow : correspondance pièce à démonter** » (Figures 141 et 142), nous en reprenons la technique d'interaction « Identification with gesture recognition » et sa variation « Corporal gesture recognition » associée au dispositif d'interaction DataGlove déporté sur le corps de l'intervenant.

➔ Atome d'interaction « Navigation » :

Nous faisons apparaître un besoin particulier lié à l'action « Contacter un ou plusieurs expert(s) ou groupe(s) » (Figure 154). En effet, en considérant le nombre d'experts comme important et non fixé, il paraît donc intéressant de faire appel à l'atome d'interaction « Navigation » pour permettre à l'utilisateur d'atteindre l'expert ou le groupe qu'il souhaite consulter puis d'identifier ce dernier au travers de l'atome d'interaction « Identification ».

Le contexte « deux mains prises » étant le même que pour le paragraphe 7.3.3 : « **2c=>Consulter l'historique** », nous faisons à nouveau appel à la technique d'interaction « Scale drive with one axis of locator device » et à sa variation « Continuous display entity by scal drag ».

Dans un souci de continuité de l'interaction et sur la base de la matrice multicritères du paragraphe 7.5.1 Figure 140, nous retenons le dispositif d'interaction DataGlove déporté sur le corps de l'intervenant.

Pour compléter l'analyse du niveau « Contacter un ou plusieurs expert(s) ou groupe(s) » (Figure 154), la rencontre des atomes d'interaction « Identification » et « Navigation » ainsi que leurs techniques d'interaction et leurs variations associées nous conduit à proposer une nouvelle fusion de technique d'interaction appelée : « Continuous entity scrolling with indirect gauge translation on a vertical scale with corporal interaction ». Cette fusion permet de présenter les experts sous forme de liste dont la navigation est organisée au moyen d'une scrollbar verticale qui translate suivant les gestes corporels de l'intervenant.

7 Mise en application des atomes d'interaction sur un scénario de dépannage

Le schéma de la Figure 153 décrit en détail ce développement :

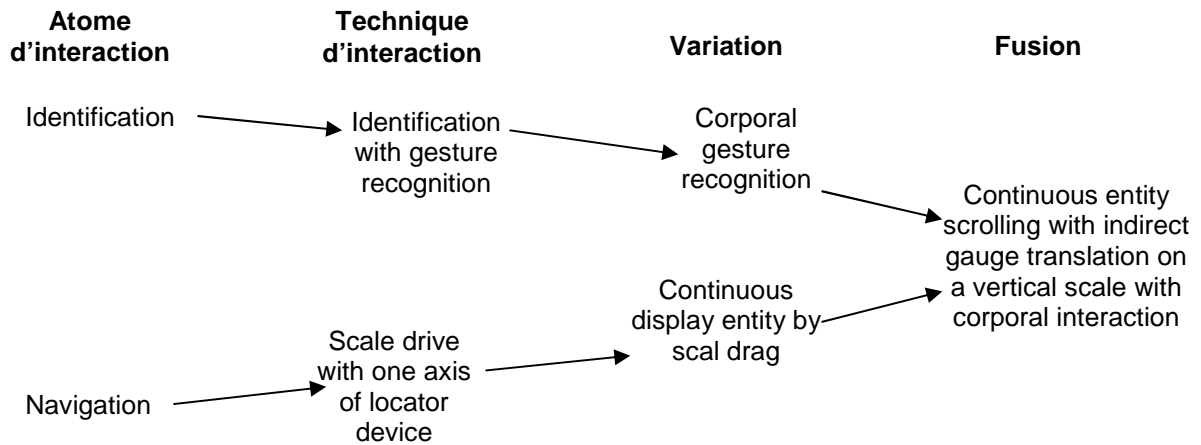


Figure 153 : Fusion « Continuous entity scrolling with indirect gauge translation on a vertical scale with corporal interaction ».

2 – Interaction en sortie

Concernant l'interaction en sortie nous retenons les dispositifs d'interaction déterminés au paragraphe 7.5.1 « **4A=>Etape 2 du workflow : correspondance pièce à démonter** » (Figures 137 et 150), à savoir l'écran opaque dans lunette et le casque audio (1 oreille) et micro serre tête.

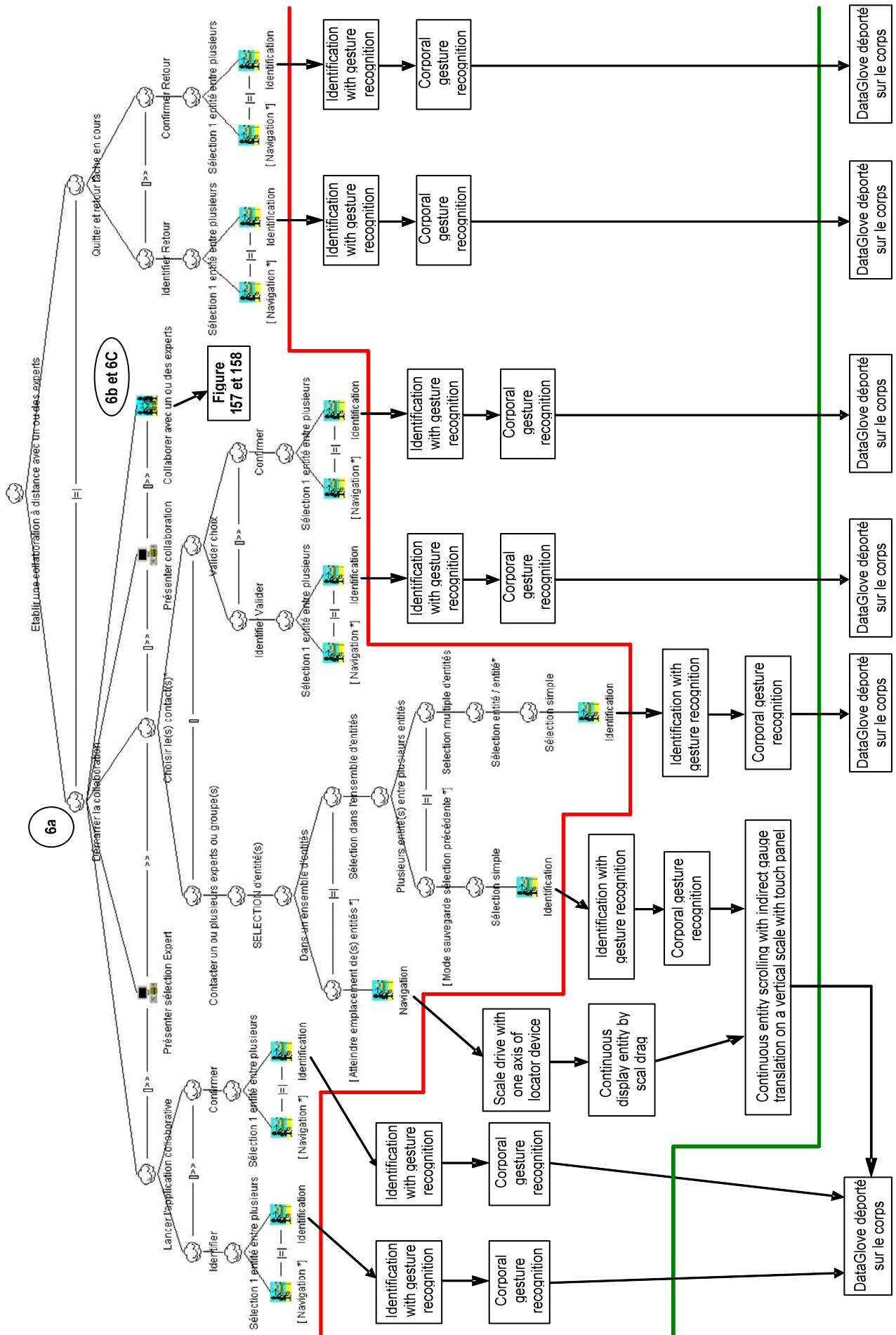


Figure 154 : Décomposition de la tâche applicative « 6a » => Démarrer la collaboration » atomes, techniques et dispositifs d'interaction associés au contexte 2.

7 Mise en application des atomes d'interaction sur un scénario de dépannage

7.7.2.2 « 6b=>Collaborer avec un ou des experts » (Figure 157)

Pour cette action, l'intervenant collabore avec un ou plusieurs experts le guidant par des indications graphiques et vocales. Les échanges se font donc principalement par les voies visuelle et sonore.

1 Interaction coté Intervenant

L'intervenant est considéré en phase de réparation de la machine. Il est susceptible d'utiliser ses deux mains en collaborant à distance avec le ou les expert(s) et/ou en consultant des informations de nature visuelle et sonore.

→ Interaction en entrée :

Un des aspects échange d'informations étant matérialisé par l'atome d'interaction « Saisie d'unités basiques dans un jeu donné », nous reprenons la technique d'interaction « Alphanumeric value entry by voice recognition » et la variation associée « Text entry by voice recognition » mise en valeur précédemment à l'alinéa 7.7.1.2. En fonction, et sur la base des résultats du même alinéa 7.7.1.2, nous retenons aussi le dispositif d'interaction casque audio (1 oreille) et micro serre tête (Figure 150).

→ Interaction en sortie :

Concernant l'action « 6b=>Collaborer avec un ou des experts », l'interaction en sortie, coté intervenant, se décompose en deux tâches systèmes ; « Transmettre situation intervenant » et « Présenter information de guidage ». Numérotées respectivement 1 et 2 sur l'arbre de décomposition de la Figure 157 nous les étudions en détail pour déterminer le dispositif d'interaction le mieux adapté à chacune d'elle.

- Tâche système 1 : « Transmettre situation intervenant » :

Cette tâche permet aux experts de visionner ce qui est observé par l'intervenant. Compte-tenu du contexte de mobilité, l'intervenant ayant ses deux mains prises, la transmission du contexte ne peut s'opérer qu'au travers d'un dispositif de type caméra portée. Les dispositifs retenus sont :

- Webcam USB fixée sur l'utilisateur, peu adaptée mais très abordable ;
- Camera sport embarquée haute définition waterproof à focale variable (<http://www.camera-espion.com/catalog/index.php>, au 01/11/2007), matériel professionnel adapté aux situations de mobilité.



Figure 155 : Caméra portée.

- Tâche système 2 : « Présenter information de guidage »

Au travers de cette tâche, l'intervenant peut lire les indications graphiques des experts qui le guident lors des phases de maintenance. Le guidage s'opérant sur ce que voit l'utilisateur, nous introduisons des dispositifs liés à la réalité augmentée :

- écran opaque dans lunette ;
- lunettes See through optique avec écouteurs intégrés;

7 Mise en application des atomes d'interaction sur un scénario de dépannage

- o lunettes See through video.

Le nombre de dispositifs d'interaction possibles pour cette action étant important nous faisons appel à une matrice multicritères pour désigner le plus intéressant d'entre eux.

Matrice dispositifs critères pour intervenant mobile et REALITE AUGMENTEE




Dispositifs \ Critères	Non monopolisant	Non restrictif	Observable	Contrôlable	Efficacité pt de vue utilisateur	Configuration Paramétrage	Solidité VS Fragilité	Poids du dispositif au complet	Satisfaction à l'utilisation	Continuité entre les tâches	SCORE
 Ecran opaque dans lunette	3,0	3,0	4,0	4,0	1,0	2,0	3,0	4,0	1,0	4,0	29,0
 Lunettes See through optique (écouteurs intégrés)	5,0	4,0	3,0	5,0	2,0	3,0	2,0	2,0	4,0	2,0	32,0
 Lunettes See through video	1,0	1,0	5,0	2,0	5,0	4,0	4,0	1,0	4,0	3,0	30,0
MOYENNE	3,0	2,7	4,0	3,7	2,7	3,0	3,0	2,3	3,0	3,0	30,3

Figure 156 : Matrice dispositifs critères pour intervenant mobile et réalité augmentée.

Sur la base des résultats de la matrice, on retient les lunettes « See through optique » particulièrement bien adaptées aux besoins de réalité augmentée.

Au terme de l'analyse de l'interaction coté intervenant, nous choisissons les lunettes « See through optique » auxquelles nous ajoutons une caméra de type Webcam USB pour partager le contexte visuel de l'intervenant avec l'expert distant et repérer les tags se trouvant sur la machine. De cette façon le guidage de type réalité mixte est possible. Au niveau des échanges vocaux avec les experts, les lunettes « See through optique » étant déjà équipées d'écouteurs audio intégrés, et dans un souci de continuité de l'interaction, nous ne retenons plus le casque écouteur + micro porté déterminé précédemment à l'alinéa 7.7.1.2 « **6b=>Collaborer avec un ou des experts** » (Figure 150) pour lui préférer la complémentarité d'un simple micro porté (7.5.1 « **4A=>Etape 2 du workflow : correspondance pièce à démonter** » (Figure 140)).

2 Interaction coté Expert(s)

Les experts étant considérés comme fixes à leur bureau, les dispositifs d'interaction retenus sont de type PC fixe bureautique avec clavier, souris et casque audio (1 oreille) et micro serre tête de type Hotline.

7.7.2.3 « **6c=> Quitter et retour tâche en cours** » (Figure 158)

1 Interaction coté Intervenant

Les dispositifs d'interaction, les techniques et les variations retenues pour cette action sont les mêmes que pour le paragraphe 7.6.2 **Contexte 2 de la tâche applicative 5 : « consultation mode d'emploi les deux mains prises »**.

2 Interaction coté Expert(s)

Les dispositifs d'interaction, les techniques et les variations choisis pour cette action sont les mêmes que pour l'alinéa 7.7.1.2 « **6b=>Collaborer avec un ou des experts** » (Figure 150).

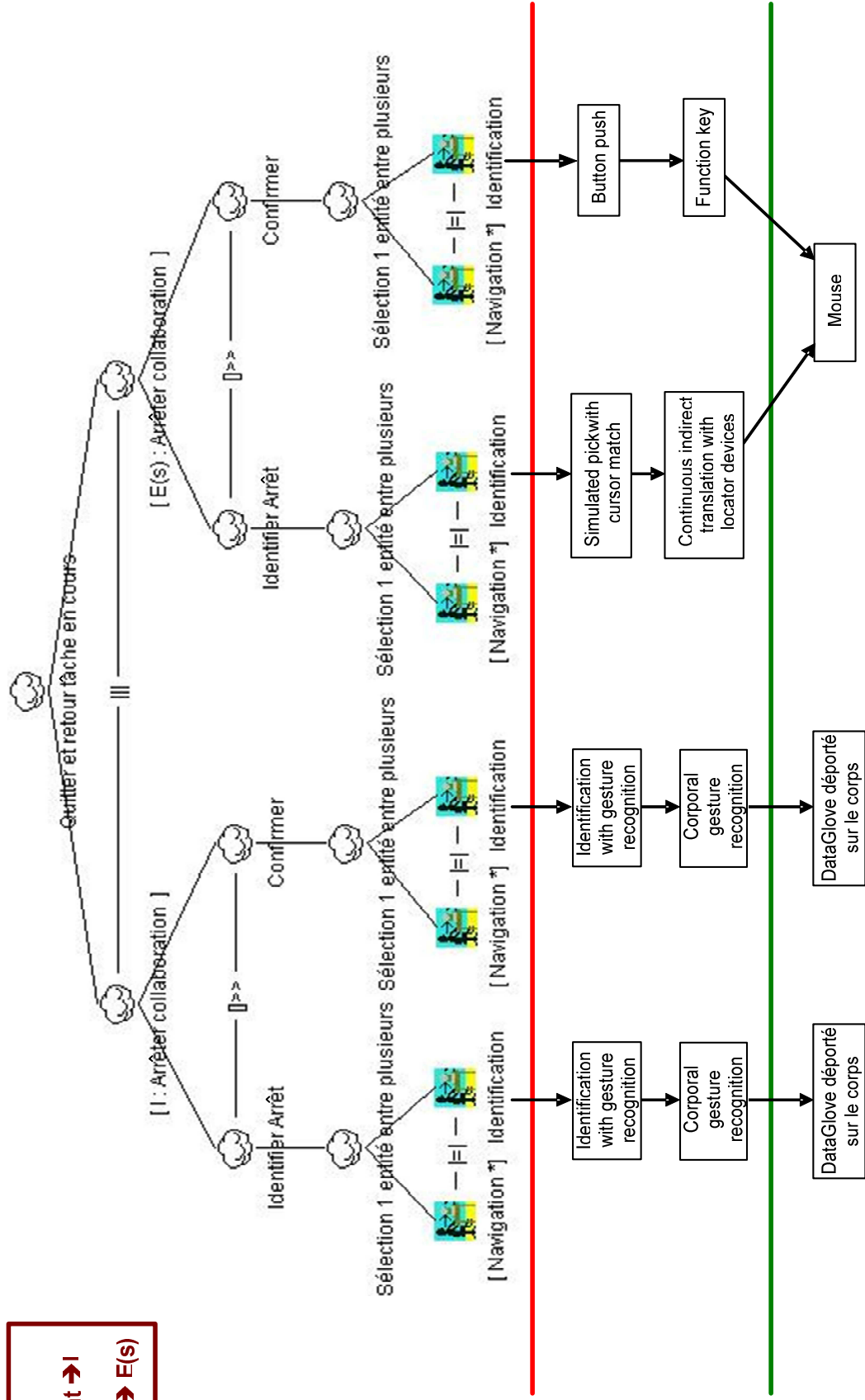


Figure 158 : Décomposition de la tâche applicative « 60=> Quitter et retour tâche en cours » atomes, techniques et dispositifs d'interaction associés au contexte 2.

7 Mise en application des atomes d'interaction sur un scénario de dépannage

7.8 Modélisation IRVO et configuration globale dégagée

Sur la base de ce scénario, la modélisation des différentes tâches applicatives et le choix des dispositifs d'interaction appropriés, nous obtenons deux configurations portées :

Configuration numéro 1 :

Cette configuration se caractérise par les lunettes à écran opaque intégré, le lecteur RFID dans le creux de la main, le gant numérique déporté sur le corps pour la sélection d'actions à effectuer et le casque avec micro et écouteur intégrés pour la collaboration et la consultation d'informations sonores. Cette configuration a pour but d'assurer la traçabilité des opérations et de valider la bonne utilisation d'outils lors des séquences d'opérations prescrites.

Configuration numéro 2 :

Cette seconde configuration comporte outre le lecteur RFID, le gant numérique déporté sur le corps, et le casque avec micro et écouteur intégré, les lunettes « see-through optique » et sur ces lunettes une caméra pour partager le contexte visuel de l'intervenant avec l'expert distant et pour repérer les tags se trouvant sur la machine. De cette façon le guidage de type réalité mixte est possible.

Afin de déterminer quelle configuration est en définitive la plus adaptée aux attentes du scénario, nous faisons appel à la dernière étape de la démarche, à savoir le formalisme IRVO (Interacting with Real and Virtual Objects) [Chalon 2004] (alinéa 2.8.2.5).

Au travers de ce formalisme, il s'agit de faire une analyse prédictive précise des interactions envisagées avec les différentes configurations dégagées d'un point de vue ergonomique afin de les évaluer et de les comparer. La continuité perceptuelle et cognitive est particulièrement étudiée. Cette étape permet ainsi d'affiner les choix des dispositifs d'interaction voire de les remettre en cause. Nous présentons ci-après une étude IRVO simplifiée de chacune des configurations dégagées.

7.8.1 Modélisation IRVO de la configuration 1

Dans ce paragraphe, nous commentons la **Figure 159** présentant le modèle IRVO de la configuration numéro 1.

L'utilisateur manipule l'outil avec sa main (flèche entre le technicien U et l'outil Tr) qui agit sur la machine à réparer (flèche Tr→Or). En prenant l'outil, le lecteur RFID (modélisé comme un « senseur » S1) placé dans la paume de l'intervenant permet de vérifier que c'est bien le bon outil grâce au tag RFID collé sur le manche de ce dernier. Cette confirmation est présentée à l'utilisateur sous forme d'une indication visuelle (modélisée par un outil virtuel Tv) affichée dans les lunettes à écran opaque (« effecteur » E).

La perception visuelle de l'utilisateur est représentée par une flèche Tv→U arrivant sur le canal visuel (V). Cette 2^{ème} boucle action-perception correspond, par exemple, à la sous tâche « 4B=>Etape 2 du workflow : correspondance outil à utiliser » du paragraphe 7.5.2.

Enfin, la tâche applicative « Consulter mode d'emploi » (partie 7.6) se réalise au travers de la perception par l'utilisateur de l'objet virtuel « procédure et aide » affiché dans les lunettes opaques.

7 Mise en application des atomes d'interaction sur un scénario de dépannage

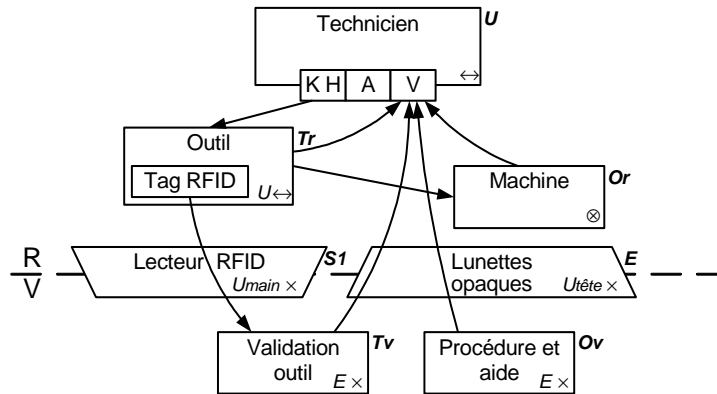


Figure 159 : Modèle IRVO dans le cas de la configuration 1.

7.8.2 Modélisation IRVO de la configuration 2

Nous décrivons, dans ce paragraphe, la Figure 160 mettant en lumière le modèle IRVO de la configuration numéro 2.

La partie correspondant au lecteur RFID est presque similaire à la configuration numéro 1; cependant, les lunettes « See-through optique » (effecteur E), permettent d'afficher les informations (Tv) en surimpression sur la scène réelle. Le modèle IRVO de la Figure 160 fait clairement apparaître dans ce cas la perception augmentée de l'outil réel (Tr) par, d'une part le cadre pointillé (T) entourant l'ensemble des outils réels et virtuels, et d'autre part l'opérateur '+' qui montre la fusion des perceptions visuelles de l'outil réel (Tr) et de l'outil virtuel (Tv).

La caméra (senseur S2), fixée aux lunettes, permet de capturer la position de la machine à l'aide de tags visuels en affichant ainsi en surimpression la procédure et l'aide. A nouveau, le modèle IRVO fait apparaître la perception augmentée de la machine réelle grâce au cadre pointillé (O) et à l'opérateur '+'.

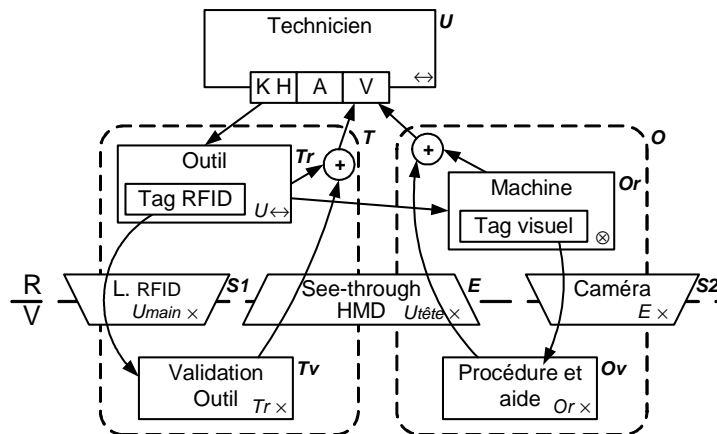


Figure 160 : Modèle IRVO dans le cas de la configuration 2.

7.8.3 Bilan des modélisations IRVO et configuration retenue

Les deux modélisations IRVO des Figures 159 et 160 permettent, de comparer les propriétés ergonomiques de continuité perceptuelle de chacune des configurations retenues.

De cette comparaison, nous tirons les constatations suivantes :

7 Mise en application des atomes d'interaction sur un scénario de dépannage

- dans la configuration 1, **Figure 159**, le technicien doit continuellement regarder quatre sources d'informations (2 réelles et 2 virtuelles) géographiquement dispersés dans l'environnement perceptuel ;
- alors que dans la configuration 2, **Figure 160**, via la réalité augmentée, il n'y a plus que deux sources d'informations. la deuxième configuration apparaît ainsi plus ergonomique réduisant la charge cognitive du technicien.

Au terme de la comparaison des deux configurations et en fonction de nos constatations, nous choisissons de retenir la configuration numéro 2 comme étant la plus adaptée aux besoins du scénario et des contextes associés.

Remarque : dans le choix de la meilleure configuration, nous ne prenons pas en compte, en tant que critères de sélection, le prix des dispositifs d'interaction.

7.9 Bilan de la mise en application des atomes d'interaction sur un scénario de dépannage

Dans ce chapitre, nous avons mis en valeur l'apport de la « démarche de configuration de l'ordinateur porté », des atomes d'interaction et de l'ensemble de nos travaux sur l'exemple concret d'un scénario d'activité de maintenance, de diagnostic et de réparation.

Nous nous sommes tout d'abord attachés à identifier les tâches applicatives de haut niveau, issues du scénario, afin de déterminer les tâches d'interaction et les atomes d'interaction associés dans le but de construire les arbres de tâches correspondants, indépendants des contextes et des dispositifs d'interaction. Dans un second temps, nous avons dégagé les contextes d'utilisation de chaque tâche applicative afin de déterminer les techniques d'interaction, les variations et les fusions adaptées.

Pour ce faire nous nous sommes naturellement basés sur l'ensemble des concepts et des théories de la thématique Help Me To Do mais aussi sur nos propres travaux et théories développées au cours des chapitres précédents.

Aux termes de cet exemple concret, nous pensons possible de valider la cohérence de nos théories sur les atomes d'interactions ainsi que les formules de composition des techniques d'interaction et de leurs variations. Nous prouvons par là même l'intérêt et le besoin de la « démarche de configuration de l'ordinateur porté ».

8 Bilan et perspectives

8.1 Rappel de la problématique et de notre stratégie de recherche

Nous avons développé la thématique de l'apprentissage mobile (M-Learning), et plus particulièrement le projet **Help Me To Do** dont la finalité a pour but d'exploiter de nouveaux moyens de communication mobiles pour le grand public et les professionnels dans toutes les activités nécessitant de l'aide.

Ce projet, innovant à bien des niveaux, met en avant et repose, sur des concepts variés que nous avons détaillés en première partie :

- les principes **MOCOCO** qui rassemblent les propriétés de **MO**bilité, de **CO**llaboration et de **CO**ntextualisation ;
- la plateforme **IMERA** (Interaction Mobile dans l'Environnement Réel Augmenté), s'appuyant sur une infrastructure réseau filaire et sans fil WiFi et intégrant des objets communicants fixes ou mobiles;
- l'informatique portée ; tendance récente de l'informatique où différents dispositifs d'interaction sont « embarqués » sur l'acteur mobile et sont interconnectés via un ordinateur porté, cœur du système ;
- la traçabilité et la prescription d'opérations ; exigences fortes dans des opérations de maintenance et de dépannage d'équipements sensibles. Il s'agit d'enregistrer les opérations effectuées pour pouvoir les retracer à posteriori et de guider l'intervenant en suivant un mode prescrit d'opérations ;
- la « démarche de configuration de l'ordinateur porté », **Figure 3**, qui permet de déterminer et de composer les dispositifs d'interaction les mieux adaptés aux tâches applicatives et aux acteurs, tout en minimisant leur nombre. Cette démarche de décomposition est basée sur l'utilisation des tâches et des techniques d'interaction afin de déterminer les dispositifs d'interaction appropriés.

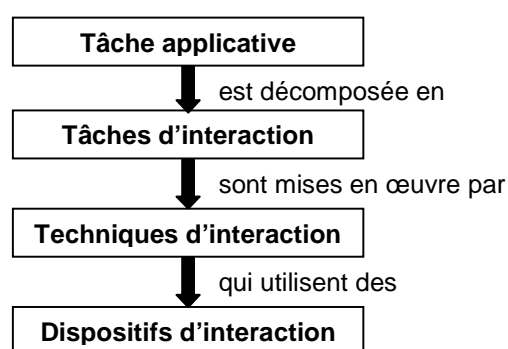


Figure 3 : Schéma global de décomposition.

L'ensemble de ces concepts étant particulièrement vastes; les objectifs, enjeux, techniques et méthodes du projet HMTD se devaient d'être étudiés et affinés. Sur ce point, il nous a paru indispensable de suivre une démarche d'analyse et d'apprentissage afin de comprendre les besoins et de définir une stratégie pour la conduite de notre étude.

8 Bilan et perspectives

Sur la base de cette stratégie, nous avons organisé la conduite du mémoire autour des points principaux suivants :

- recherche et constitution de scénarii adaptés à la thématique HMTD en fonction de nos réflexions, de notre propre expérience et des travaux du laboratoire ICTT ;
- état de l'art des formalismes les plus adaptés à nos besoins et des applications existantes susceptibles de servir notre étude ;
- recherche des standards de tâches et des patterns en général afin de mieux appréhender ce qui existe dans ce domaine et de l'intégrer à nos travaux si cela était nécessaire ;
- étude et amélioration dans son ensemble du cœur du mémoire : la « démarche de configuration de l'ordinateur porté » ;
- mise en œuvre et validation des résultats sur l'étude d'un cas concret.

8.2 Résumé et apport de nos recherches

Durant ce mémoire, notre but principal a donc été de nous impliquer dans le projet Help Me To Do, d'étudier et d'appliquer la « démarche de configuration de l'ordinateur porté » sur un scénario concret que nous avons déterminé et traité jusqu'aux plus bas niveaux.

Cœur du mémoire, cette démarche, suscitait cependant de nombreuses questions. Notre objectif a donc été de l'étudier, et de l'améliorer dans son ensemble afin d'en assurer la cohérence, son implication et utilisation dans le projet Help Me To Do.

Nous nous sommes employés, dans un premier temps, à en étudier et définir chaque étape : les tâches applicatives, les tâches d'interaction, les techniques et les dispositifs d'interaction. Pour ce faire, nous nous sommes appuyés sur les connaissances scientifiques du domaine. Ce travail nous a permis d'améliorer le schéma global de décomposition de la démarche en intégrant un nouveau composant indépendant des contextes et des dispositifs, que nous avons appelé « atome d'interaction » : **Figure 20**.

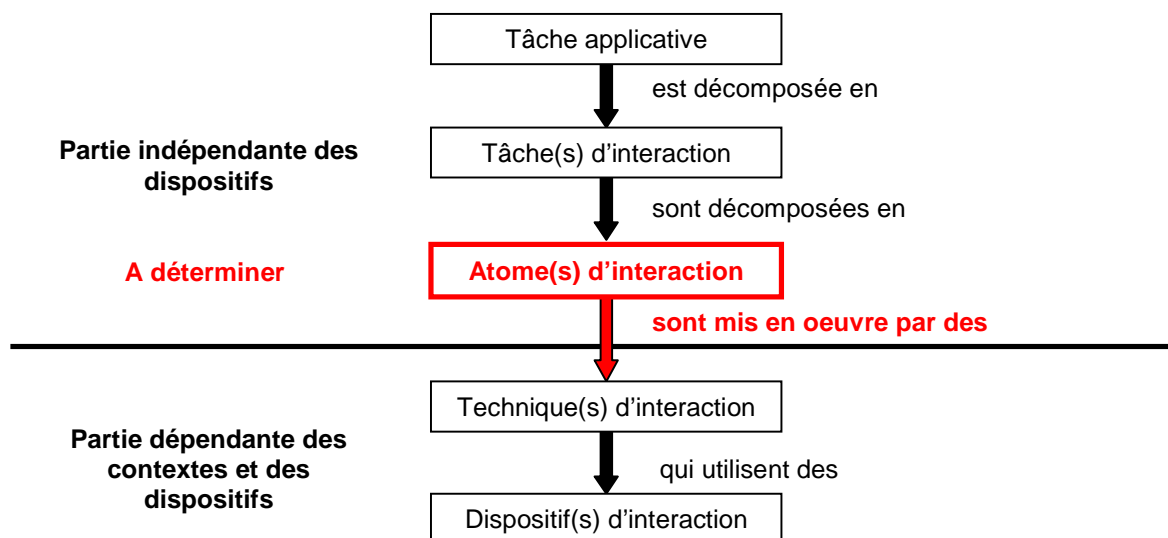


Figure 20 : Evolution du schéma global de décomposition.

8 Bilan et perspectives

Dans un second temps, nous avons analysé en détail les tâches d'interaction retenues en se basant principalement sur les travaux de James D.Foley [Foley et al. 1984] et de David [David 2006]. Nous avons apprécié leurs pertinences et leurs exigences, avant de les redéfinir et de déterminer leur décomposition ainsi que les atomes d'interaction associés.

Au terme de cette étude, nous avons retenu 5 tâches d'interaction :

- « SÉLECTION d'entité(s) » (partie 5.3) ;
- « INDIQUER une POSITION » (partie 5.4) ;
- « ORIENTATION d'entité(s) » (partie 5.5) ;
- « Etablir un TRACE » (partie 5.6) ;
- « Saisie de VALEUR(s) ALPHANUMÉRIQUE(s) » (partie 5.9).

Suite à la décomposition de ces tâches d'interaction, suivant les exigences retenues, nous avons identifié quatre atomes d'interaction :

- « Identification » ;
- « Navigation » ;
- « Déplacement » ;
- « Saisie d'unités basiques dans un jeu donné ».

Par la suite, nous avons progressé dans l'étude en établissant la liaison entre les atomes d'interaction et les techniques d'interaction, autre étape importante de la démarche.

Pour ce faire, nous avons tout d'abord étudié les techniques d'interaction de Foley en nous laissant la liberté de les redéfinir ou de les exclure. De cette analyse nous avons dégagé des formules de composition de techniques d'interaction et de variations basées sur les atomes d'interaction, ainsi que les nouveaux éléments « Moyen d'utilisation », « sens de contrôle principal » et « complémentaire(s) » (Partie 6.1). Nos travaux nous ont également permis d'introduire le nouveau concept de « Fusion » pour traduire la rencontre entre les variations et les techniques d'interaction de certains atomes d'interaction.

En se basant sur ces résultats nous nous sommes attachés, ensuite, à mettre en avant des techniques d'interaction plus modernes que nous avons analysées en détail avant d'en établir la liaison avec les atomes d'interaction (Partie 6.2). Pour terminer, nous avons porté nos réflexions sur la possibilité de créer des techniques d'interaction, des variations et des fusions en fonction de nos formules de composition (Partie 6.3).

De ces recherches sur la liaison entre les atomes d'interaction et les techniques d'interaction, nous avons pu proposer trois nouvelles formules de composition plus en correspondance avec nos développements. Nous avons enfin éprouvé et confirmé nos hypothèses en nous appuyant sur l'étude de quelques exemples concrets de composition.

8 Bilan et perspectives

Considérant avoir en main les éléments complets de la « démarche de configuration de l'ordinateur porté », nous avons appliqué cette dernière sur un cas concret d'utilisation permettant ainsi de vérifier la cohérence, la validité et l'intérêt de nos recherches sur les atomes d'interaction (Chapitre 7).

8.3 Perspectives de recherches

Un des premiers travail à court terme peut être d'augmenter l'éditeur CTTE en introduisant les cinq tâches d'interaction et les quatre atomes d'interaction déterminés dans notre étude. Cette action permettrait de faire un pas dans la direction de pattern(s) de tâche(s) et de créer, à terme, une bibliothèque d'arbres de tâches réutilisables.

Dans la même logique, il peut aussi être intéressant de développer l'aspect collaboratif des atomes d'interaction en les intégrant à d'autres formalismes tel AMF-C [Delotte et al. 2003]. Le but avéré étant de pouvoir utiliser les tâches d'interaction et les atomes d'interaction dans la conception automatique d'interfaces basées sur des arbres de tâches applicatives. Dans cette perspective, une réflexion sur des patterns adaptés à la conception d'application peut être envisagée.

Comme autres perspectives de recherches, nous pourrions réfléchir à l'existence possible d'atomes d'interaction de sortie entrant dans la composition des informations consultées par un utilisateur. Ces nouveaux atomes d'interaction feraient ainsi leur apparition dans l'arbre de décomposition des tâches applicatives et éventuellement dans les formules de composition. En poursuivant dans cette direction, il semblerait intéressant de nous demander si des tâches d'interaction en sortie peuvent exister. Pour ce faire les travaux sur la plasticité des interfaces seraient une de base de départ sérieuse.

En dernière perspective, le rapprochement des théories de Laurence Nigay sur les modalités d'interaction et les dispositifs d'interaction [Nigay et al. 1993] avec nos travaux sur les techniques d'interaction et les atomes d'interaction pourrait améliorer les formules de composition des techniques d'interaction, des variations ainsi que des fusions.

Autant de perspectives de recherches innovantes qui peuvent offrir des sujets de thèses en confortant ainsi l'intérêt de nos travaux sur les tâches, les atomes et les techniques d'interaction.

9 Table des références

- [(ETSI) Human Factors (HF) 2002] (ETSI) Human Factors (HF); “*Guidelines on the multimodality of icons and pictograms.*”, EG 202 048 V1.1.1, August 2002.
- [Alexander et al. 1977] Alexander C, Ishikawa S, Silverstein M, Jacobson M, Fiksdahl-King I, Angel S. “*A pattern language – Towns, buildings, construction.*”, New York, Oxford University Press. 1977
- [Bailly 2005] Bailly G. “*Modèle d’interaction bi-manuelle : Application à la manipulation de graphes.* ”, Présentation power point de Janvier 2005, www.labri.fr/perso/don/NavGraphe/doc/orsay/Gilles.ppt au 01/11/2007
- [Ballagas et al. 2006] Ballagas R, Rohs M, Sheridan J.G. and Borchers, J. “*The Smart Phone: A Ubiquitous Input Device*”, IEEE Journal on Pervasive Computing, 5(1), Jan-March, pp. 70-77 [Journal Article, 2006].
- [Baudel 1995] Baudel T. “*Aspect Morphologiques de l’interaction Humain-Ordinateur : Etude de Modèles d’Interaction Gestuels.*”, Thèse de doctorat. Décembre 1995, Université Paris Sud, Paris
- [Bauer et al. 1998] Bauer M, Heiber T, Kortuem G, Segall Z. “*A Collaborative Wearable System with Remote Sensing*”, Proc. of ISWC’Octobre 1998, Pittsburgh, p. 10-18.
- [Beaudouin-Lafon. 1997] Beaudouin-Lafon M. “*Interaction graphique*”, Support de cours 1997, <http://www.lri.fr/~mbl/ENS/IHM/dess-rmi/HTML/XGRAPH.HTM>, au 01/11/2007.
- [Bernsen 1994a] Bernsen N.O. “*A revised generation of the taxonomy of output modalities.*”, Esprit Basic Research project AMODEUS-2 Working Paper RP5-TM-WP11, 1994.
- [Bernsen 1994b] Bernsen N.O. “*Foundations of multimodal representations. A taxonomy of representational modalities.*”, Interacting with Computers Vol. 6 No. 4, 347-371, 1994.
- [Bernsen 1995] Bernsen N.O. “*A taxonomy of input modalities.*”, CCI Working Papers in Cognitive Science and HCI, WPCS-95-9. Centre for Cognitive Science, Roskilde University, 1995.
- [Bertrand 1985] Bertrand P. “*Présentation des normes graphiques GKS.* ”, INRIA Rocquencourt, Rapports techniques N°48, 1985
- [Breedvelt et al. 1997] Breedvelt I, F. Paterno, C. Severiins. “*Reusable Structures in Task Models.*”, In Proceedings of Proceedings Design, Specification, Verification of Interactive Systems 1997, Granada, Springer, pp.251-265, June 1997.
- [Bryan et al. 1998] Bryan P, Bergeron M., “*Methods to bring the instructor and library to you.* ”, Postgraduate Medicine, vol. 103, no.5, May 1998.
- [Card et al. 1983] Card .S.K, Moran T.P, Newell A. “*The psychology of Human Computer Interaction*”, Lawrence Erlbaum Associates, 1983
- [Card et al. 1991] Card S. K, Mackinlay J. D, and Robertson G. “*A morphological analysis of the design space of input devices.*” ACM Trans. Inf. Syst. 9, 2, 99-122, Apr. 1991.

9 Tables des références

- [Chalon 2004] Chalon R. “*Réalité Mixte et Travail Collaboratif : IRVO, un modèle de l'Interaction Homme –Machine.*”, Thèse de doctorat, Ecole Centrale de Lyon, Décembre 2004.
- [Champalle et al. 2006] Champalle O, David B, Chalon R, Masserey G. “*Ordinateur porté support de réalité augmentée pour des activités de maintenance et de dépannage.*”, UBIMOB 2006, Paris, 2006.
- [David 2006] David B. “*Techniques interaction.*”, Support de cours 2006, ECL <http://perso.ec-lyon.fr/bertrand.david/ihm-ecl-2006/IHM-ttdi.pdf>, au 01/11/2007.
- [David et al. 2002] David B, Chalon R, Vaisman G. “*Vers le TCAO « Capillaire »*”, Colloque su la mobilité, LORIA, Nancy, Décembre 2002.
- [Delotte et al. 2003] Delotte O, Bertrand D, Chalon R. “*Environnement et démarche pour la construction et l'évolution de systèmes collaboratifs*”, Proceedings of the 15th French-speaking conference on human-computer interaction on 15eme Conference Francophone sur l'Interaction Homme-Machine, Caen, France Pages: 72 – 79, Year of Publication : 2003.
- [Dey 2000] Dey A.K. “*Providing Architectural Support for Building Context-Aware Applications.*”, PhD thesis, Georgia Institute of Technology, December 2000.
- [Dragicevic 2004] Dragicevic P. “*Un modèle d'interaction en entrée pour des systèmes interactifs multi-dispositifs hautement configurables.*”, Thèse 2004.
- [Dubois et al. 2003] Dubois E, Gray P, Nigay L. ASUR++: “*A Design Notation for Mobile Mixed Systems*”, Interacting with Computers, Elsevier Publ., Volume 15, Issue 4, p.497-520, August 2003.
- [Faure 2006] Faure F. “*Interpolation de positions-clefs.*”, cours de Mastère d'Informatique et Mathématiques Appliquées, première année (M1), <http://www-evasion.imag.fr/~Francois.Faure/enseignement/maitrise/interpolation/html/>, au 01/11/2007
- [Feiner et al. 1993] Feiner S, MacIntyre B, Seligmann D. “*Knowledge-based augmented reality*”, Communications of the ACM, vol. 36, n°7, p. 53-6, July 1993.
- [Foley et al. 1984] Foley JD, Wallace VL, Chan P. “*The human Factors of Computer Graphics Interaction Techniques.*” IEEE CG&A, 4(11):13-48, Novembre 1984.
- [Foley et al. 1990] Foley JD, van Dam A, Feiner S, Hughes. “*J. Computer graphics Principles and Practice.*” Addison-Wesley, 2e édition. 1990
- [Gamma et al. 1995] Gamma E, Helm R, Johnson R, Vlissides J. “*Design Patterns : Elements of reusable Object Oriented Software*”. Reading, MA, Addison-Wesley. 1995
- [Grant 1996] Grant W.S. “*Teaching Using The World Wide Web*”, Post Graduate Certificate in Open and Distance Learning, University of Southern Queenslan, 1996.
- [Hartson et al.1992] Hartson H.R, Gray P.D. “*Temporal aspects of tasks in the User Action Notation*”, Human-computer interaction, Vol. 7, pp. 1-45, 1992
- [Hinckley et al. 2004] Hinckley K, Jacob R.J.K, and Ware C. “*Input/output Devices and Interaction Techniques*” in The Computer Science Handbook, Second Edition, ed. by A.B. Tucker, pp. 20.1-20.32, Chapman and Hall/CRC Press, 2004.

9 Tables des références

- [Jacob et al. 1994] Jacob R. J, Sibert L. E, McFarlane D. C, and Mullen M. P. “*Integrality and separability of input devices.*” ACM Trans. Comput.-Hum. Interact. 1, 1 (Mar. 1994), 3-26, 1994.
- [Javaherry 2003] Javahery H. “*Pattern-oriented Design for Interactive Systems.*” Master Thesis in the Department of Computer Science, Concordia University, Montreal. 2003.
- [Kuzuoka et al. 1994] Kuzuoka H, Kosuge T, Tanaka M. “*GestureCam: a Video Communication System for Sympathetic Remote Collaboration*”, *Proceeding of CSCW'94*, p. 35-43, 1994.
- [MacKenzie 1995] MacKenzie I. S. “*Input devices and interaction techniques for advanced computing.*” In W. Barfield, & T. A. Furness III (Eds.), *Virtual environments and advanced interface design*, pp. 437-470. Oxford, UK: Oxford University Press, 1995.
- [Mann 1998] Mann S. “*Humanistic Intelligence/Humanistic Computing: ‘Wearcomp’ as a New Framework*”, *Proc. IEEE*, vol. 86, no.11, p. 2123–2151, November 1998.
- [Masserey et al. 2006] Masserey G, Champalle O, David B, Chalon R. “*Démarche d’aide au choix de dispositifs pour l’ordinateur porté*”, ERGOIA 2006, Biarritz, 2006.
- [Meyer 2006] Meyer C, Chalon R, David B. “*Caractérisation de situations de M-Learning*”, TICE 2006.
- [Mori et al. 2002] Mori G, Paterno F, Santoro C. “*CTTE : Support for Developing and Analysis Task Models for Interactive System Design.*” In *IEEE transactions on software engineering*, vol. 28, n. 9, September 2002.
- [Motoki et al. 2005] Motoki M, Susumu K. “*RodDirect: Using Stylus as a Peripheral Input Device*”, ACM UIST, Seattle, WA, October 2005.
- [Motoki et al. 2006] Motoki M, Susumu K. “*RodDirect: Two-Dimensional Input with Stylus Knob*”, *Proceedings of the 8th International Conference on Human Computer Interaction with Mobile Devices and Services (MobileHCI 2006)*, Helsinki, Finland, pp. 113-120, September 2006
- [Nigay et al. 1993] Nigay L, Coutaz J. “*Interaction Homme-Machine en Informatique ambiante : Modalité d’interaction et Plasticité*”, *Assises du GDR I3*, La Rochelle, 15-17 Janvier 2007.
- [O’Malley 2003] O’Malley C. “*Mobile learning guidelines for learning in a mobile environment*”, UoN, www.mobilelearn.org, 2003.
- [OSF/Motif Style Guide Revision 1.0 1989] Open Software Foundation. “*OSF/Motif Style Guide Revision 1.0.*” 1989
- [Paquette 1996] Paquette G. “*La modélisatiomes d’apprentissage et d’aide à la tâche.*”, In *Sciences et techniques éducativesn par objets typés : une méthode de représentation pour les systè*, vol. 3, n° 1, avril 1996.
- [Phigs 1989] “*Programmer’s Hierarchical Interactive Graphics System (PHIGS) (Part 1: Functional Description)*”, *Computer Graphics. ISO/IEC 9592-1:1989, ANSI, New York, 1989.*

9 Tables des références

- [Pierret-Golbreich et al. 1989] Pierret-Golbreich C, Delouis I, Scapin D. L. “*Un outil d’acquisition et de représentation des tâches orienté-objet.*”, Rapport de recherche INRIA n° 1063, août 1989, 34 pages. Online : <ftp://ftp.inria.fr/INRIA/publication/publi-pdf/RR/RR-1063.pdf> au 01/11/2007
- [Plouznikoff et al. 2004] Plouznikoff N, Robert J.-M., “*Caractéristiques, enjeux et défis de l’informatique portée*”, International Conference Proceedings Series, ACM Press, IHM’04, Namur, Belgique, p.125-132, Septembre 2004.
- [Raynal et al. 2006] Raynal M, Truillet P. “*Le clavier FishEye*”, IHM 2006, Montréal, 18-21/04/2006.
- [Scapin 2001] Scapin D. L, Bastien J. M. C. “*Analyse des tâches et aide ergonomique à la conception : l’approche MAD**”, In Kolski C. (Ed), *Analyse et conception de l’IHM*. Hermès, Paris, chapitre 3, ISBN 2-7462-0239-5, pp 85-116, 2001.
- [Shakeri et al. 2000] Shakeri C, Brown D.C, Noori M.N. “*Discovery of Design Methodologies, In Artificial Intelligence*”, in Design’00, In Proc. of AID’00, 2000.
- [Shwetak et al. 2004] Shwetak N Patel, Jeffrey S. Pierce, Gregory D. Abowd. “*A gesture-based authentication scheme for untrusted public terminals*”, Proceedings of the 17th annual ACM symposium on User interface software and technology table of contents, Santa Fe, NM, USA, 2004
- [Sinnig 2004] Sinnig D. “*The complicity of patterns and model-based UI development*”, Master Thesis in the Department of Computer Science, Concordia University, Montreal. 2004.
- [Thevenin et al. 1999] Thevenin D, Coutaz J. “*Plasticity of User Interfaces : Framework and Research Agenda.*”, Interact’99 Edinburgh, Scotland, 1999
- [Vic 2007] VIC E. “*Interface gestuelles : Etude, conception et évaluation d’interfaces gestuelles, corporelles et haptiques pour les ordinateurs portés*”, master de recherche informatique, Juin 2007.
- [Vigouroux et al. 1996] Vigouroux N, Poirier F, Nigay L. (Eds.), “*Modélisation de la multimodalité* », Rapport du GMT-M3 (GT5), 19p. 1996.
- [Weiser 1991] Weiser M. “*The Computer of the 21st Century*”, In Scientific American, vol. 265, no. 3, pp. 66-75, 1991.
- [Wellner et al. 1993] Wellner P, Mackay W. Gold, R. “*Computer Augmented Environments: Back to the Real World*”, Special Issue of Communications of the ACM, vol. 36, n° 7, July 1993.

10 Annexes

10.1 Annexe 1

10.1.1 GKS

Le standard graphique GKS définit 6 types de systèmes d'entrée logique. Ces classes représentent des dispositifs physiques génériques qui diffèrent par le type de données qu'elles peuvent fournir à l'application. Il s'agit de primitives graphiques.

Locator : position de type (x,y).

Stroke : série de points de type. $(x, y)^n$

Valuator : valeur réelle ou entière bornée.

Choice : entier représentant une sélection parmi un ensemble d'alternatives.

Pick : identifiant d'un objet présent à l'écran.

String : chaîne de caractères.

10.1.2 PHIGS

URL de référence : <http://www.liafa.jussieu.fr/~cc/INFOGRAPHIE/PHIGS1/sld012.htm> (au 01/11/2007)

Les dispositifs logiques d'entrée selon PHIGS.

Entrée de scalaire (valuator) : renvoie un réel (ex : potentiomètre, scrollbar,...)

Sélecteur (choice) : renvoie un entier. Il choisit une parmi plusieurs possibilités (ex : boutons physiques)

Releveur de position (stroke) : renvoie un point dans l'espace (3D) ou le plan (2D). Ex : digitaliseur, souris,..

Releveur de trajectoire (locator) : engendre une suite de points plutôt qu'un point unique (suivi de contour, par exemple avec le bouton de la souris enfoncé).

Entrée de chaîne de caractères (string) : caractère entré par clavier.

Désignateur (pick) : renvoie l'identité de l'objet dont une partie est pointée.

10.1.3 OSF/Motif

Référence : OSF/Motif Style Guide Revision 1.0

Motif fournit au programmeur de GUI (Graphic User Interface) une boîte à outils comprenant des éléments graphiques (Widgets) et un ensemble d'outils pour gérer leur comportement (fonctions, structures de données, etc...).

10 Annexes

La lecture du Guide de Revision 1.0 de Motif ne livre pas, à proprement parler autant de tâches d'interaction que les normes précédentes. Nous dégageons cependant une liste que nous présentons dans la suite du document :

OSF/Motif Selection model

Selection of a single object

Selection of a range of objects

Selection of additional (non-contiguous) objects, including multiple ranges

Toggle the selection of an additional object

Motif met en valeur la description de chacun des cas en fonction des dispositifs de type clavier, souris,...

10.1.4 Méthode BTM

Référence : <http://perso.ec-lyon.fr/bertrand.david/ihm-ecl-2006/>, « Tâches - techniques - dispositifs d'Interaction » (au 01/11/2007).

Les tâches d'interaction retenues par BTM sont les suivantes :

Sélection : sélection d'un objet ou plus

Position : positionner un objet sur 1, 2, 3 dimensions ou plus dans un espace continu ou discret.

Orientation : orienter un objet sur 1, 2, 3 dimensions ou plus avec des valeurs continues ou discrètes.

Trajectoire : intervalle entre éléments en fonction du temps ou de l'espace nombre de points, degrés de liberté.

Quantité : spécifier une valeur continue ou discrète

Texte : saisir un texte

Les techniques d'interaction proposées sont : **Identification, Menu, Valeurs, Coordonnées.**

10.2 Annexe 2

Atomes d'interaction	Légende :	Moyen d'utilisation en cours	Sens de contrôle principal		sens de contrôle complémentaire		Moyen d'utilisation		Sens de contrôle principal et complémentaire						
			Atome d'interaction						Gestuel / A l'œil	Vocal	Vue	Ouïe	Odorat	Toucher	Goût
			Identification	Navigation	Déplacement	Saisie d'unités basiques dans un jeu donné									
Techniques d'interaction de Foley revues + autres	Form screen with direct pick device	Direct pick by light pen	X				X		X						
		Touch panel pick	X				X		X			X			
		Continuous direct translation with light pen tracking	X	X (Associé)			X		X						
		Continuous direct translation with continuous search for light pen	X				X		X						
		Continuous direct translation with touch panel	Direct numeric echo evolution according to X and Y cursor position	X	X (Associé)			X		X					
		Continuous direct translation with touch panel	Continuous entity scrolling with indirect gauge translation on a vertical scale with touch panel	X	X (Associé)			X		X					

10 Annexes

	Discret nurbs path by position group with direct pick by light pen		X				X		X				
	Discret nurbs path by position group with touch panel pick		X				X		X				
	Discret segment path by position group with direct pick by light pen		X				X		X				
	Discret segment path by position group with touch panel pick		X				X		X				
	Continuous indirect translation with a trackpad		X				X		X				
	Direct pick by laser pointer	Continuous direct FishEye translation with direct pick by laser pointer	X	X (Associé)			X		X				
Simulated pick with cursor match	Continuous indirect translation with locator devices	Incrementation / decrementation of a digital vertical brighten quantity representation	X	X (Associé)			X		X				

10 Annexes

	Quantity Incrementation / decrementation with a cursor on an horizontal graduate scale	X	X (Associé)			X		X				
	Indirect numeric echo evolution according to X and Y cursor position	X	X (Associé)			X		X				
	Quantity Incrementation / decrementation with indirect gauge translation on an horizontal scale	X	X (Associé)			X		X				
	Continuous indirect translation with velocity-controlled joystick	X				X		X				
	Continuous indirect translation with up-down-left-right keys	X				X		X			X	
	Discret segment path by position group with continuous indirect translation with locator devices	X				X		X				

10 Annexes

Discret segment path by position group with continuous indirect translation with velocity-controlled joystick.		X					X		X			
Discret segment path by position group with continuous indirect translation with up-down-left-right keys.		X					X		X			
Discret nurbs path by position group with continuous indirect translation with locator devices		X					X		X			
Discret nurbs path by position group with continuous indirect translation with velocity-controlled joystick.		X					X		X			

10 Annexes

	Discret nurbs path by position group with continuous indirect translation with up-down-left-right keys.		X				X		X				
	Continuous indirect translation with accelerometers		X				X		X				
	Continuous indirect translation with camera tracking		X				X		X				
	Discrete direct translation using a camera image with Point & shoot technical		X				X		X				
	Sweep continuous indirect translation with camera optical flow		X				X		X				
	Continuous indirect RodDirect translation	Image viewer by continuous scrolling with RodDirect locator value	X	X (Associé)			X		X				
	Continuous indirect translation with eye-tracker devices		X				X		X				

10 Annexes

Identification with character string name input	Command input by keyboard type-in		X			X (Associé)	X		X			
	Label input by keyboard type-in		X			X (Associé)	X		X			
	Identification by sketch recognition		X			X (Associé)	X		X			
	Command input by voice recognition		X			X (Associé)		X	X			
Button push	Function key	Constant rate brighten entity display	X	X (Associé)			X		X			X
		Constant rate quantity incrementation with numeric digital echo	X	X (Associé)			X		X			X
	Soft keys		X				X		X			X
Indirect continuous orientation	Indirect continuous orientation with locator devices				X		X		X			
	Indirect continuous orientation with velocity-controlled joystick				X		X		X			
Numerical value input by keyboard type in	Discret translation by position keyboard type-in					X	X		X			X
	Discret orientation by angle keyboard type-in					X	X		X			X

10 Annexes

	Discret quantifying by keyboard type-in					X	X		X			X	
	Discret segment path with discret translation by position keyboard type-in					X	X		X			X	
	Discret nurbs path with discret translation by position keyboard type-in					X	X		X			X	
Alphanumeric value input by keyboard type in	Command input by keyboard type-in		X (Associé)			X	X		X			X	
	Label input by keyboard type-in		X (Associé)			X	X		X			X	
	Discret text input by AZERTY virtual keyboard	AZERTY Virtual keyboard with continuous direct FishEye-pointer translation		X (Associé)		X	X		X				
	Discret text input by Azerty virtual laser keyboard					X	X		X				
Alphanumeric value input by stroked character recognition	Alphanumeric value input by Graphiti mode writing					X	X		X				
	Alphanumeric value input by DIGIME interface					X	X		X				

10 Annexes

	Alphanumeric value input by letters recognition					X	X		X				
Alphanumeric value entry by voice recognition	Text entry by voice recognition					X		X	X				
	Command input by voice recognition		X (Associé)			X		X	X				
Alphanumeric value input by menu selection	Direct pick from menu with locator device					X	X		X				
	Indirect pick from menu with locator device					X	X		X				
Time scan	Continuous displays entity by simulated stop watch	Constant rate brighten entity display	X (Associé)	X			X		X			X	
	Continuous display quantity by simulated stop watch	Constant rate quantity incrementation with numeric digital echo	X (Associé)	X			X		X			X	
Direct with valuator device	Continuous display quantity representation by dial with digital echo	Incrementation / decrementation of a digital vertical brighten quantity representation	X (Associé)	X			X		X				
	Continuous display quantity representation by dial with scale	Quantity Incrementation / decrementation with a cursor on an horizontal graduate scale	X (Associé)	X			X		X				

10 Annexes

	Continuous display quantity representation with camera tracking by simulated dial with digital echo			X			X		X					
	Continuous scrolling by dial with locator value	Image viewer by continuous scrolling with RodDirect locator value	X (Associé)	X										
Scale drive with one axis of locator device	Continuous display quantity value by locator value	Indirect numeric echo evolution according to X and Y cursor position	X (Associé)	X			X		X					
		Direct numeric echo evolution according to X and Y cursor position	X (Associé)	X			X		X					
		Continuous quantifying by light handle	X (Associé)	X			X		X					
	Continuous display quantity by scale drag	Quantity Incrementation / decrementation with indirect gauge translation on an horizontal scale	X (Associé)	X				X		X				
		Continuous entity scrolling with indirect gauge translation on a vertical scale with touch panel	X (Associé)	X				X		X				

10 Annexes

	Continuous display entity by scale drag	Continuous entity scrolling with indirect gauge translation on a vertical scale with corporal interaction	X (Associé)	X			X		X				
	Continuous display quantity representation with camera tracking by simulated sliders			X			X		X				
Indirect Continuous path by simulated translation with cursor match	Continuous path by indirect translation with locator devices				X		X		X				
	Continuous path by indirect translation with velocity-controlled joystick				X		X		X				
	Continuous path by indirect translation with up-down-left-right keys				X		X		X				
Continuous path from screen with direct translation device	Continuous path by direct translation with light pen tracking				X		X		X				

10 Annexes

	Continuous path by direct translation with continuous search for light pen				X		X		X				
Indirect continuous oriented path	Continuous oriented path by indirect continuous orientation with locator devices				X		X		X				
	Continuous oriented path by indirect continuous orientation with velocity-controlled joystick				X		X		X				
Direct continuous orientation	Continuous direct orientation with camera tracking				X		X		X				
	Sweep continuous direct orientation with camera optical flow				X		X		X				
Identification with direct pick of tagged device			X				X		X				
Identification with gesture	Gesture-based Authentication		X				X		X				

10 Annexes

	Corporal gesture recognition	Continuous entity scrolling with indirect gauge translation on a vertical scale with corporal interaction	X	X (Associé)			X		X				
Fish eye visualization	Continuous direct FishEye-pointer translation	AZERTY Virtual keyboard with continuous direct FishEye-pointer translation		X		X (Associé)	X		X				
		Continuous direct FishEye translation with direct pick by laser pointer	X (Associé)	X			X		X				
Sound guided identification with direct pick device	Continuous direct sound guided translation with touch panel		X				X			X		X	
Alphanumeric value input by information reading	RFID Authentication					X	X		X				

Mobile learning situé-application au dépannage (Thématique HelpMeToDo)

Olivier Champalle

Mémoire d'ingénieur en informatique du Conservatoire National des Arts et
Metiers, ARCNAM RHÔNE-ALPES.

RÉSUMÉ :

Le climat de durcissement des marchés à l'échelle mondiale pousse les entreprises et leurs forces vives à proposer continuellement des améliorations et innovations. Dans ce contexte, la réactivité et l'adaptabilité des personnels sont cruciales. Les besoins de coopération, de mobilité et d'accès à l'information adaptée à l'action, l'apprentissage et la formation deviennent particulièrement critiques.

Notre étude cristallise ces besoins à travers le projet Help Me To Do dont la finalité est de pallier les difficultés et les manques d'informations et de formations rencontrés par les personnes lors des tâches de diagnostic, de maintenance et de réparation en milieu industriel.

Au cours de ces recherches, notre but principal a donc été de nous impliquer dans le projet HMTD, d'étudier, d'améliorer et d'appliquer ces différents principes et concepts sur un scénario concret. Nos recherches nous ont ainsi amené à nous focaliser sur le cœur du projet HMTD : La « démarche de configuration de l'ordinateur porté » basée sur la modélisation de tâche applicative et l'utilisation de tâches et de techniques d'interaction afin de déterminer et de composer les dispositifs d'interaction appropriés. Au terme de notre étude, nous introduisons un nouvel élément essentiel de la démarche : « les atomes d'interactions », chaînon manquant entre les tâches d'interaction indépendantes et les techniques d'interaction dépendantes du contexte et des dispositifs. Ces atomes d'interactions nous permettent par là même de classer et de composer des techniques d'interactions innovantes ouvrant ainsi sur des nouveaux domaines de recherches.

MOTS-CLÉS : Innovation et compétition, Maintenance, M-learning, Environnements de Réalité Mixte, Travail collaboratif, Intelligence ambiante, Ordinateur porté, Interaction contextualisée, Tâche d'interaction, Technique d'interaction, Atome d'interaction, Dispositif d'interaction

ABSTRACT :

The hardening atmosphere of the worldwide markets pushes firms and their personnel to offer persistently improvements and innovations. In this context of competition, reactivity and adaptability of all the staff are critical. The needs of collaboration, mobility and access to the information adapted to action, learning and training are particularly important.

Our study concretize these needs within the Help Me To Do project which aim is to alleviate difficulties also information's and training's lacks met by people during the tasks of diagnosis, service and repairing in industrial field.

During our research, our main purpose was to study the HMTD project, to ameliorate and to apply the different principles and concepts on a concrete scenario. This study principally lies within the scope of a method based on the modelling of applicative task and the use of interaction tasks and techniques to allow the choice of the most adapted interaction devices. At the end of our research, we introduce a new essential element of the method: « the interaction atoms », smallest part of the interaction tasks, which can't be broken-up, independent of context and interaction device. With these interaction atoms, we classify and compose innovative interaction techniques and open on new research domains.

KEYWORDS: Innovation and competition, Maintenance, M-learning, Computer Augmented Environment, Cooperative activities, Ambient intelligence, Wearable computer, Contextualisation interaction, Interaction task, Interaction technique, Interaction atom, Interaction device