

Outils de construction : espace de classification ESPRIT, revue critique et enseignements

Gaëlle Calvary

Joëlle Coutaz

CLIPS-IMAG

BP 53

38041 Grenoble Cedex 9, France

{Gaelle.Calvary, Joelle.Coutaz}@imag.fr

téléphone: (33) 04 76 51 48 54

télécopie : (33) 04 76 44 66 75

RESUME

ESPRIT (Examination Space for Proactive and Reactive Innovative Tools) est un espace de classification visant à rationaliser l'évaluation comparative des outils de construction. ESPRIT gomme l'éternelle frontière entre conception et évaluation : il définit un cadre fédérateur pour une comparaison scientifique des outils ciblant, de façon générale, l'ingénierie de l'interaction Homme-Machine. Il introduit, pour ce faire, deux propriétés : les proactivité et réactivité. La proactivité se réfère à une saine intention de bien-faire, tandis que la réactivité relève résolument de l'évaluation. ESPRIT assortit ces deux propriétés d'un même jeu de critères et métriques : il définit ainsi une grille d'analyse homogène et systématique des méthodes et outils existants.

Si la caractérisation des outils dans ESPRIT confirme le sentiment d'un clivage entre conception et évaluation, un espoir jaillit néanmoins des approches à base de modèles. Notre prototype CatchIt (Critic-based Automatic and Transparent tool for Computer-Human Interaction Testing) confirme ce potentiel : il fonde sa polyvalence proactive et réactive sur la capitalisation de connaissances métier.

MOTS CLES : Outils de construction, caractérisation, proactivité, réactivité, modélisation des connaissances.

INTRODUCTION

En conjoncture économique défavorable, les outils de construction sont désormais investis d'espoirs de qualité et productivité. Il s'agit idéalement d'économiser la créativité et l'énergie humaines mobilisées en phases de réalisation au profit de tâches de spécification et d'innovation. Aujourd'hui hélas, force est de constater que l'offre industrielle est loin de permettre cette remobilisation des facultés humaines [7] :

- aucune structure d'accueil générique n'embrasse le processus de développement complet des IHM ;
- dans la profusion de méthodes et d'outils, les couvertures fonctionnelles restent ciblées et partielles vis-à-vis de ce processus de développement ;

- l'offre s'avère clairement insuffisante en matière d'outils d'aide à l'évaluation de l'utilisabilité.

L'espoir se tourne alors vers les approches d'origine académique. Là encore, la richesse frappe et appelle à la définition d'un espace de classification pour une critique structurée et comparative des différentes approches. C'est l'objet de l'espace ESPRIT (Examination Space for Proactive and Reactive Innovative Tools). Il permet d'exprimer le profil de l'outil requis et de caractériser les différentes approches. De la confrontation, jaillissent les fils directeurs de cet outil requis : notre contribution logicielle CatchIt (Critic-based Automatic and Transparent tool for Computer-Human Interaction Testing).

ESPACE DE CLASSIFICATION ESPRIT

Comme en témoigne son acronyme, ESPRIT est bâti sur deux propriétés : les proactivité et réactivité. Après les avoir définies, nous en étudions les synergies puis les caractérisons en vue de l'espace ESPRIT.

Proactivité et réactivité : définitions

Par définition, la proactivité caractérise un phénomène qui s'exerce d'amont en aval dans le temps. Elle se réfère à une progression continue et directe, prohibant tout aller-retour, source d'inefficacité, et revendiquant, à l'inverse, une saine intention de bien faire. Si ce terme n'a, à notre connaissance, encore jamais été appliqué aux outils de construction d'IHM, il en incarne pourtant parfaitement l'esprit et l'enjeu, à savoir : aider le concepteur à progresser, de façon directe et efficace, dans la réalisation d'une IHM et converger, si possible sans détour, vers un produit de qualité.

Mais, cette saine intention de bien faire restant de l'ordre du vœu pieux, la réactivité entre en jeu : elle contrôle, a posteriori, le fruit de cette proactivité menée sans garantie. La réactivité relève résolument de l'évaluation : elle se réfère à l'aptitude d'un outil à manifester quelque opposition ou approbation quant à la construction courante. Elle est typiquement incarnée par les outils d'évaluation.

Ainsi, dans le principe, à l'instar des prévention et guérison, les proactivité et réactivité entretiennent une relation de complémentarité. Elles mobilisent des synergies à des fins communes de qualité et productivité.

Proactivité et réactivité : synergies

Pour étudier ces synergies, nous nous référons aux classifications aujourd'hui admises en matière d'évaluation. Parmi elles, celles qui distinguent les évaluations, d'une part, prédictives et expérimentales ; d'autre part, formatives et sommatives [8].

Prédictif/expérimental. Dans le principe, la proactivité cible la ligne droite allant de la finalisation du cahier des charges à la livraison du produit. Elle postule la pertinence d'une intégration précoce et prédictive de consignes éclectiques issues de domaines aussi variés que l'ergonomie, la psychologie ou la sociologie : elle relève de la prédiction (figure 1). Par opposition, la réactivité fait, à la fois, sens en prédictif et expérimental (figure 1). Si une proactivité intense peut la supplanter en prédictif, elle reste, en revanche, indispensable d'un point de vue expérimental pour une vérification contextuelle de l'interaction homme-machine.

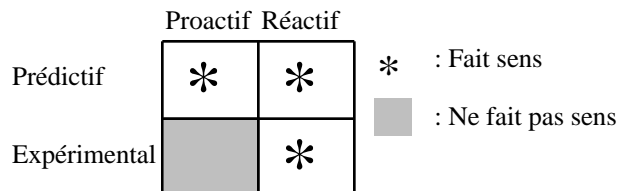


Figure 1: Si la proactivité est intrinsèquement prédictive, la réactivité se décline de façon prédictive et expérimentale.

Formatif/sommatif. Les approches itératives militent pour une combinaison alternée des phases de construction et d'évaluation : l'évaluation ne se limite alors plus à des usages exclusivement sommatifs, elle est aussi désormais appliquée de façon formative. C'est cette intrication entre, d'une part, le caractère proactif ou réactif d'un outil et, d'autre part, la nature formative ou sommative de l'évaluation, que nous étudions ici.

Considérons, à ces fins, une évaluation pratiquée de façon formative. Elle se consigne en un ensemble de remarques, mises à profit dans l'itération suivante pour en améliorer les sorties. D'où :

- la nature sommative du fruit de l'évaluation : les remarques consignent, c'est-à-dire somment, les singularités détectées lors de l'évaluation ;
- l'effet proactif de l'évaluation : les remarques sont réinjectées en entrée de l'itération suivante pour en augmenter l'efficacité. Nous baptisons cette «réactivité proactive» de «proactivité éducative»,

par opposition à la «proactivité native», liée à un effort initial soutenu en phases amont.

Ainsi, du réactif, appliqué de façon formative, procure du sommatif, de nature proactive (figure 2).

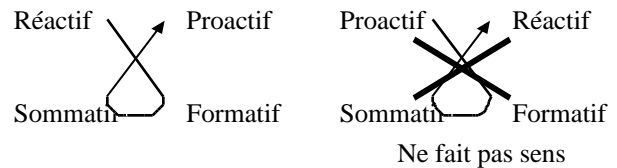


Figure 2 : Du réactif, appliqué de façon formative, procure du sommatif, de nature proactive.

Considérons maintenant une évaluation pratiquée de façon sommative : elle intervient en fin d'affaire et est de nature à valider ou sanctionner une réalisation globale. De par ce caractère terminal, elle profite essentiellement aux réalisations futures. Ainsi, du réactif appliqué de façon sommative fournit des informations formatives, de nature proactive (figure 3).

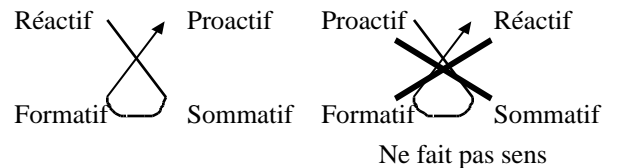


Figure 3 : Du réactif, pratiqué de façon sommative, procure du formatif, de nature proactive.

La figure 4 résume les intrications identifiées entre les dimensions proactif/réactif et formatif/sommatif.

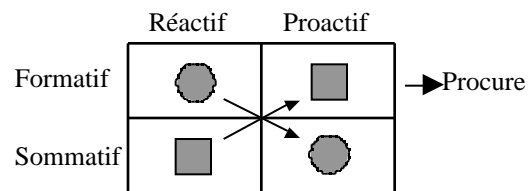


Figure 4 : Synergies entre proactivité et réactivité.

Proactivité et réactivité étant ainsi définies, nous les illustrons maintenant par des essences représentatives.

Proactivité et réactivité : essences

La proactivité d'un outil se réfère, par définition, à sa directivité de nature à guider un individu dans son accomplissement de tâche. L'essence la plus connue et la plus représentative, mais non revendiquée en ces termes, en est le paradigme du « Model-Based user interface Design ». Né voici dix ans, ce paradigme s'inscrit dans la lignée des UIMS (User Interface Management Systems) [36]. Il se réfère, dans l'absolu, à une description explicite, largement déclarative, capturant la sémantique de l'application et toute connaissance nécessaire à la spécification tant de

l'apparence que du comportement du système interactif [32]. Il propose une réelle alternative à la construction des interfaces. Il prône une appréhension descendante et requiert des concepteurs, non plus une programmation informatique, mais la rédaction de spécifications formelles. Décrites dans un langage haut niveau spécialisé, ces connaissances sont ensuite traduites ou interprétées pour une génération totale ou partielle du code applicatif. C'est cette exaltation des connaissances, cette réhabilitation de la sémantique qui confèrent à ce mouvement son caractère proactif.

La réactivité incarne, quant à elle, par nature, l'évaluation de l'interaction proposée. Qu'elle soit prédictive ou expérimentale, la littérature en révèle des instances. Mentionnons par exemple :

- les outils de critique de style, embarquant une version informatisée des recommandations ergonomiques ;
- les outils d'observation, d'analyse et de critique portant sur l'interaction mise en œuvre par un opérateur en session de travail.

Devant cette diversité, nous nous dotons d'une grille d'analyse et caractérisons les propriétés de proactivité et réactivité.

Proactivité et réactivité : caractérisation

A la lumière de l'architecture générale d'un MB-IDE (Model-Based Interface Development Environment) [36], nous articulons notre caractérisation autour de deux notions complémentaires : les « degré d'automatisation » et « référentiel de critères ».

Degré d'automatisation. Le degré d'automatisation apprécie le niveau d'inférence atteint par l'outil (figure 5) :

- il précise, en matière de proactivité, le niveau de spécification/génération atteint par l'outil ainsi que les éventuelles opportunités offertes en termes de capitalisation métier. Ce degré se mesure, de façon générale, en termes de couverture : couverture des données d'entrée et de sortie, d'une part ; couverture des données réutilisables, d'autre part. Tandis que les données d'entrée se réfèrent aux informations spécifiées par le développeur, les données de sortie dénotent celles générées par l'outil. A des fins de quantification et pour fixer une terminologie encore hésitante, nous distinguons objets métier, tâches utilisateur, dialogue et présentation. Les objets métier modélisent le domaine en termes d'objets. Ils se consignent, en référence au modèle Arch [38], dans l'adaptateur du noyau fonctionnel et/ou le noyau fonctionnel. Les tâches utilisateur modélisent

le savoir-faire opérateur. Elles induisent dialogue et présentation logique. Le dialogue est géré par le contrôleur de dialogue. La présentation fédère les aspects logiques et physiques ;

- en matière de réactivité, le degré d'automatisation distingue l'observation, l'analyse, la critique et le conseil. Notons que l'observation n'a lieu d'être qu'en évaluation expérimentale. Elle suppose alors une instrumentation du code, dont l'automatisation doit aussi être considérée.

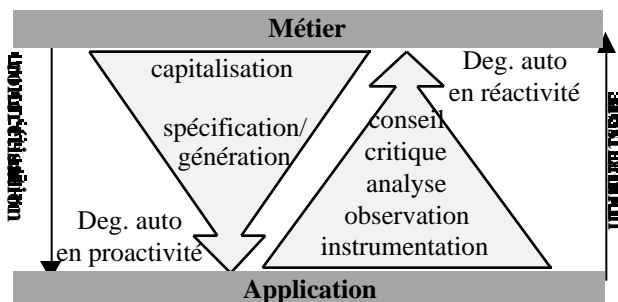


Figure 5 : Degrés d'automatisation en proactivité et réactivité.

A ce degré d'automatisation, nous adjoignons un ensemble de critères pour introduire la notion de contrôle.

Référentiel de critères. Les critères assument clairement un rôle de contrôle. Ils cernent :

- en proactivité, les propriétés dont l'outil est garant. Ce sont, par exemple, en génération automatique, les éventuelles règles ergonomiques consultées par l'outil ;
- en réactivité, les propriétés vérifiées, par l'outil, lors de l'évaluation.

Nous distinguons deux types de critères :

- des critères spécifiques au domaine traité, comme la norme OTAN [26] par exemple ;
- des critères, au contraire, génériques consignant, par exemple, les apports de l'ergonomie. Les propriétés d'utilisabilité [15] en font partie.

Les propriétés de proactivité et réactivité étant ainsi caractérisées, nous intégrons cette réflexion dans l'espace ESPRIT.

ESPACE ESPRIT

ESPRIT affine la caractérisation des propriétés de proactivité et réactivité par le biais de décorations supplémentaires. Il indique, pour les degrés d'automatisation, si des métriques quantifient la contribution de l'outil et si des justifications certifient les résultats publiés. Plusieurs métriques sont envisageables,

par exemple, la proportion de critères satisfaits. D'un point de vue critères, ESPRIT introduit deux informations supplémentaires : un état (câblé non consultable, câblé consultable ou personnalisable) et un langage d'expression (dédié ou non dédié). Dans cet espace de réflexion, notons :

- qu'autoriser la personnalisation des critères, c'est ouvrir l'outil aux cultures d'entreprise ;
- opter pour un langage dédié, c'est se heurter à un apprentissage supplémentaire mais certainement atteindre un niveau d'abstraction adéquat ;
- opter pour un langage non dédié, c'est, au contraire, s'affranchir de cet apprentissage, bénéficier d'environnements existants et certainement assurer une plus large couverture du processus de développement.

ESPRIT étant ainsi défini, nous nous dotons d'un système de notations (figure 6). Nous exprimons alors, selon ces conventions, le profil de l'outil requis (figure 9). Idéalement, l'outil doit permettre :

- de capitaliser les objets métier et le savoir-faire opérateur pour mettre ainsi à profit la tendance industrielle à la spécialisation par domaine. Cette

exigence est, par essence, proactive. Elle s'exprime en termes de capitalisation et cible les objets et tâches métier. Des critères métier sont, par ailleurs, nécessaires aux gestion et évolution des bases de connaissances ainsi constituées ;

- d'évaluer, de façon expérimentale, automatique et quantifiée l'interaction homme-machine : cette exigence relève, par nature, de la réactivité expérimentale. Elle cible les niveaux critique et conseil et porte sur les correction, complétude et concision du comportement opérateur.

Pour une mise en œuvre économique de l'outil, nous introduisons trois exigences supplémentaires :

- une évaluation prédictive préalable, quantifiée sur la base des propriétés d'utilisabilité ;
- une instrumentation automatique du code ;
- une justification systématique des résultats inférés.

Le cahier des charges étant ainsi formulé, procédons à une revue et caractérisation des approches actuelles.

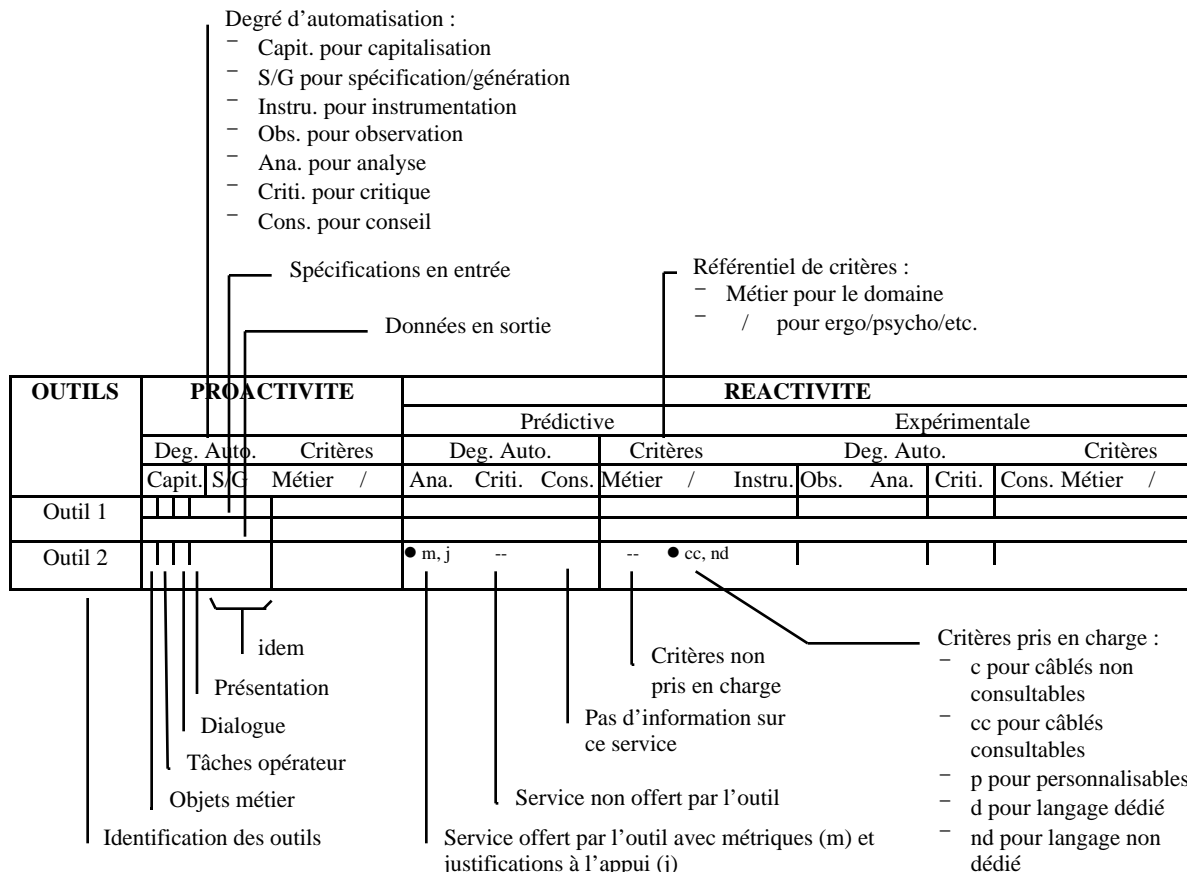


Figure 6 : Notations associées à l'espace ESPRIT.

REVUE CRITIQUE ET ENSEIGNEMENTS

[7] propose une caractérisation détaillée de différents outils. Nous en présentons ici la synthèse (figure 9). Elle appelle quatre remarques :

- les outils constituent indéniablement un sujet fédérateur ;
- une très nette accélération apparaît dans les années 92. C'est l'avènement de la proactivité mais elle reste tacite. Par opposition, la réactivité connaît un intérêt continu et régulier. Les mobilisations s'équilibrent en final (figure 7) ;

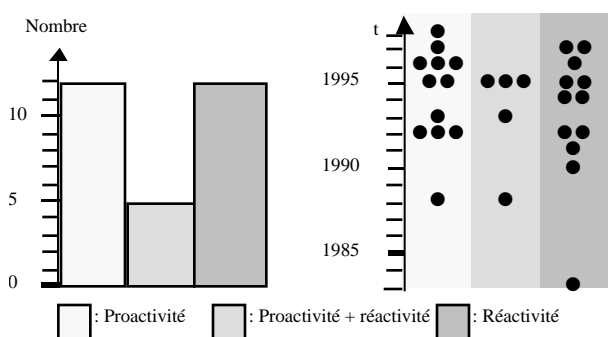


Figure 7 : Densité et tendance des recherches dans le temps.

- la frontière entre proactivité et réactivité reste hermétique malgré des tentatives d'osmose récurrentes (Figure 7) ;
- et enfin, l'outil recherché n'existe pas (figures 8, 9).

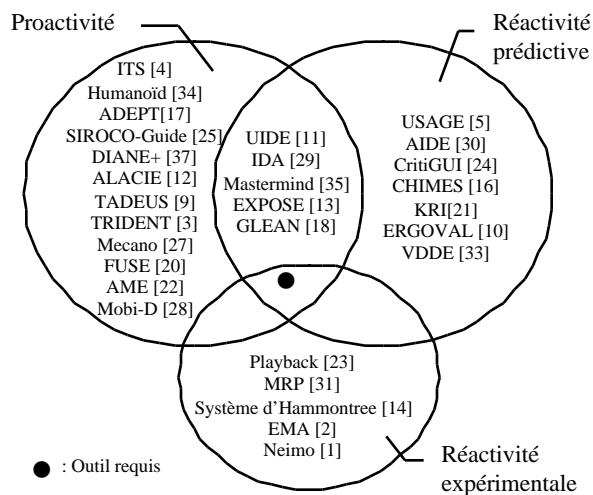


Figure 8 : Distribution des outils selon leur prestation proactive, réactive prédictive ou réactive expérimentale.

De ce paysage contrasté, nous retenons des approches phares :

- Mastermind qui, par la richesse de ses modélisations, fonde un socle stable de connaissances et concilie timidement proactivité et réactivité ; Mastermind qui intègre l'exigence d'itérativité par un système de bouchons ;

- Mecano qui exhibe les liens entre modèles, au contraire diffus dans Mastermind ;
- TRIDENT qui réhabilite les règles ergonomiques et garantit une architecture logicielle explicite ;
- ERGOVAL qui soigne l'utilisabilité de l'outil et structure, à ces fins, les règles ergonomiques ;
- AIDE qui associe des métriques à son évaluation ;
- et enfin AME qui assure une continuité au processus de développement, allant de l'analyse à l'implémentation.

Si ces approches séduisent dans le principe, force est de constater qu'aucune n'a isolément émergé et suffisamment mûri pour atteindre la phase de commercialisation. Aujourd'hui, la tendance industrielle à la spécialisation par domaine relance le débat : les espoirs se tournent fermement vers la sacro-sainte capitalisation métier. Notre contribution logicielle CatchIt (Critic-based Automatic and Transparent tool for Computer-Human Interaction Testing) saisit cet élan : elle s'inscrit résolument dans les approches à base de modèles mais se distingue en reconnaissant à ces descriptions un statut normatif sur lequel elle fonde sa polyvalence proactive et réactive. CatchIt gagne ainsi le profil de l'outil requis.

La proactivité de CatchIt [6][7] relève du caractère prescriptif et réutilisable des descriptions métier. Ces descriptions consignent, pour un domaine applicatif donné, les connaissances métier mûries par l'expérience. Si la réutilisation de ces descriptions est préconisée, elle reste non obligatoire : la facette réactive prédictive de CatchIt en mesure la couverture et correction. Cette confrontation requiert une mise en correspondance manuelle entre les descriptions applicatives et normatives. Cette connexion alimente ensuite l'évaluation expérimentale : CatchIt contrôle, dans le contexte d'interaction courant, le comportement d'un opérateur expert du domaine considéré.

Ce n'est pas tant le statut central et permanent accordé aux connaissances métier, que leur considération normative qui distingue CatchIt de ses homologues UIDE [11], Humanoïd [34] ou Mastermind [35]. Si CatchIt prône, tels ces précurseurs, la modélisation des connaissances, il ne s'agit pas ici des connaissances applicatives mais inhérentes au domaine traité. Il ne s'agit pas non plus de générer le code applicatif à partir de ces descriptions mais d'étalonner l'application sur cette référence. Il s'agit de capitaliser des références métier et de s'y référer, en phase d'évaluation, pour un diagnostic automatique de l'interaction mise en œuvre.

CatchIt a aujourd'hui prouvé le bien-fondé de l'approche et confirmé les perspectives pressenties.

OUTILS	PROACTIVITE						REACTIVITE													
							Prédictive					Expérimentale								
	Deg. Auto.		Critères				Deg. Auto.			Critères		Deg. Auto.			Critères					
	Capit.	S/G	Métier	/	Ana.	Criti.	Cons.	Métier	/	Instru.	Obs.	Ana.	Criti.	Cons.	Métier	/				
Outils requis	●	●	--	--	--	--	● p	--	●	● m, j	● m, j	● p	● p	●	●	●	● m, j	● m, j	● p	● p
IDA	--	●	●	--	--	--	● cc	● c	--	● j	--	--	● c	--	--	--	--	--	--	--
EXPOSE	●	--	--	--	--	--	● cc	● cc	--	--	●	--	● cc	--	--	--	--	--	--	--
Mastermind	--	--	--	●	●	●	--	--	--	●	--	--	●	--	--	--	--	--	--	--
Mecano	--	--	--	●	●	●	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Mobi-D	--	--	--	●	●	●	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
ADEPT	--	--	--	●	--	--	--	● p, nd	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
DIANE+	--	--	--	●	--	--	--	● c	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
ALACIE	--	--	--	●	--	--	--	● c	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
TADEUS	--	--	--	●	●	●	--	●	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
FUSE	--	--	--	●	●	●	--	● p	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
TRIDENT	--	--	--	●	●	●	--	● p	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Siroco-Guide	--	--	--	●	●	●	--	●	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
AME	--	--	--	●	●	●	--	●	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
USAGE	--	--	--	--	--	--	--	--	● m	--	--	--	● c	--	--	--	--	--	--	--
GLEAN	--	●	--	--	--	--	--	--	● m	--	--	--	● c	--	--	--	--	--	--	--
AIDE	--	--	--	--	--	--	--	--	● m, j	--	--	--	● p	--	--	--	--	--	--	--
CritiGUI	--	--	--	--	--	--	--	--	--	● j	--	--	● c	--	--	--	--	--	--	--
CHIMES	--	--	--	--	--	--	--	--	--	● j	--	--	● c	--	--	--	--	--	--	--
KRI	--	--	--	--	--	--	--	--	--	● j	● j	--	● cc	--	--	--	--	--	--	--
ERGOVAL	--	--	--	--	--	--	--	--	--	● j	--	--	● cc	--	--	--	--	--	--	--
VDDE	--	--	--	--	--	--	--	--	--	● j	--	● cc	● cc	--	--	--	--	--	--	--
Playback	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	●	● m	--	--	--	--	--
Hammontree	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	●	●	--	--	--	--	--
MRP	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	●	● m	--	--	--	--	--
EMA	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	●	●	●	--	--	--	● p
NEIMO	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	●	●	● m	--	--	--	--

Figure 9 : Compilation des caractérisations individuelles pour une perception globale et comparative de l'offre.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

C'est l'espace de classification ESPRIT qui a dirigé la revue critique des outils académiques. ESPRIT s'articule autour de deux propriétés fondamentales, les proactivité et réactivité, d'ailleurs depuis adoptées par [19]. La caractérisation des approches au sein de cet espace a clairement révélé l'assignation des voies jusqu'ici envisagées. Elle a mis en lumière un paysage dichotomique dans lequel les outils proactifs ne couvrent pas l'évaluation de l'utilisabilité et inversement les outils réactifs s'apparentent à des greffons totalement étrangers à l'application. CatchIt rompt avec ce paysage fragmenté en adoptant une structure d'accueil résolument proactive et réactive.

CatchIt s'inscrit dans les démarches à base de modèles. Il réhabilite leur ontologie première, à savoir, expliciter une sémantique trop souvent enfouie. Il cible le niveau métier et prône la capitalisation de descriptions mûries. Ces descriptions sont alors investies d'un caractère proactif en phase de conception puis normatif en phase d'évaluation. Si la vocation première de CatchIt est à caractère d'outillage, CatchIt laisse entrevoir de nombreuses applications : la détection des conditions opérationnelles optimales d'utilisation ; l'identification des contextes d'interaction sensibles ; l'assistance à l'opérateur ; l'extraction d'expertise ; l'explication tant pour la pédagogie que l'entraînement. Ces perspectives sont aujourd'hui à l'étude.

REMERCIEMENTS

Nous remercions THOMSON-CSF DETEXIS Brest pour le soutien apporté à l'étude.

BIBLIOGRAPHIE

1. Aublet-Cuvelier, L., Carraux, E., Coutaz, J., Nigay, L., Portolan, N., Salber, D., Zanello, M.L. NEIMO, un laboratoire d'utilisabilité numérique : Leçons de l'expérience, *ERGO IA 96*, 1996, pp. 149-160.
2. Balbo, S. Evaluation Ergonomique des Interfaces Utilisateur : Un Pas Vers l'Automatisation, *Thèse de l'Université Joseph Fourier de Grenoble*, Septembre 1994, 287 pages.
3. Bodart, F., Hennebert, A.M., Leheureux, J.M., Provot, I., Sacré, B., Vanderdonckt, J. Towards a Systematic Building of Software Architecture : the TRIDENT Methodological Guide, *DSVIS'95, Proceedings of the Eurographics Workshop*, Palanque & Bastide (eds), 5-7 June 1995, Toulouse, France, pp. 262-278.
4. Boies, S.J., Bennett, W.E., Gould, J.D., Greene, S.L., Wiecha, C. The Interactive Transaction System (ITS) : Tools for Application Development, *Technical Report, IBM T.J. Watson Research Center*, New-York, 1988, p 79.
5. Byrne, M.D., Wood, S.D., Sukaviriya, P.N., Foley, J.D., Kieras, D.E. Automating Interface Evaluation, *CHI'94*, Boston, Massachusetts, April 24-28, 1994, pp. 232-237.
6. Calvary, G., Coutaz, J., Voirin, J.L. Vers une Evaluation Automatique et Transparente de l'Adéquation Homme-Machine, *IHM'97*, Poitiers, Septembre 1997, pp. 55-62.
7. Calvary, G. Proactivité et réactivité : de l'Assignation à la Complémentarité en Conception et Evaluation d'Interfaces Homme-Machine, *Thèse de l'Université Joseph Fourier Grenoble I*, Octobre 1998, 250 pages.
8. Coutaz, J. Is Usability Testing for Specialists Only ?, Summary of a workshop on usability testing, *Proceedings of Engineering Human Computer Interaction, EHCI'95*, Grand Targhee, USA, August 1995, Chapman&Hall Publ., pp. 348-357.
9. Elwert, T., Schlunbaum, E. Modelling and Generation of Graphical User Interfaces in the TADEUS Approach, *DSVIS'95, Proceedings of the Eurographics Workshop*, Palanque & Bastide (eds), 5-7 June 1995, Toulouse, France, pp. 193-208.
10. Farenc, C. ERGOVAL : une méthode de structuration des règles ergonomiques permettant l'évaluation automatique d'interfaces graphiques, *Thèse de l'Université Toulouse I*, Janvier 1997, pp. 204 pages.
11. Foley, J., Gibbs, C., Kim, W.C., Kovacevic, S. A knowledge-based user interface management system, *CHI'88*, pp. 67-72.
12. Gamboa-Rodriguez, F. Spécification et implémentation d'ALACIE, Atelier Logiciel d'Aide à la Conception d'Interfaces Ergonomiques, *Thèse de l'Université Paris-Sud, UFR Scientifique d'Orsay*, Octobre 1998, 265 pages.
13. Gorny, P. EXPOSE : an HCI-Counseling Tool for User Interface Designers, *CHI'94 Special Interest Group*, Trip Report in SIGCHI, Volume 27, Number 2, April 1995, pp. 48-49.
14. Hammontree, M.L., Hendrickson, J.J., Hensley, B.W. Integrated data capture and analysis tools for research and testing on graphical user interfaces, *CHI'92*, Monterey, 3-7 May 1992, pp. 431-432.
15. IFIP Book, *Design Principles for Interactive Software*, Gram, C. and Cockton, G. (eds), Chapman & Hall, 1996.

16. Jiang, J., Murphy, E.D., Bailin, S.C., Truszkowski, W.F., Szczur, M.R., Prototyping a Knowledge-based compliance checker for User-Interface Evaluation on Motif development environments, *Motif'92 : Second Annual International Motif Users Meeting*, Bethesda, MD : Open Systems, pp. 258-268, 1992.
17. Johnson, P., Wilson, S., Markopoulos, P., Pycok, J. ADEPT - Advanced Design Environment for Prototyping with Task Models, *Proceedings of InterCHI'93*, Amsterdam, The Netherlands, 24-29 April 1993, pp. 56-57.
18. Kieras, D.E., Wood, S.D., Abotel, K., Hornof, A. GLEAN : A Computer-Based Tool for Rapid GOMS Model Usability Evaluation of User Interface Designs, *In proc's UIST'95*, Pittsburgh, Pennsylvania, November 14-17, 1995, pp. 91-100.
19. Lâasri, H. De la gestion réactive à la gestion proactive, *01 Réseaux*, N° 59, Février 1999, pp. 62-63.
20. Lonczewski, F., Schreiber, S. The FUSE-System : an Integrated User Interface Design Environment, *CADUI'96*, J. Vanderdonckt (eds), 1996, pp. 37-56.
21. Löwgren, J. A Knowledge-Based Tool for User Interface Evaluation and its Integration in a UIMS, *Interact'90*, 1990 , pp. 395-400.
22. Martin, C. Software Life Cycle Automation for Interactive Applications : The AME Design Environment, *CADUI'96*, J. Vanderdonckt (eds), 1996, pp. 57-73.
23. Neal, A.S., Simons, R.M. Playback : a method for evaluating the usability of software and its documentation, *CHI'83*, December 1983, pp. 78-82.
24. Nitsche-Ruhland, D., Zimmermann, G. CritiGUI-Knowledge-based Support for the Interface Design Process in Smalltalk, *EWHCI'95*, Moscow, Russia, July 1995.
25. Normand, V. Le modèle SIROCO : de la spécification conceptuelle des interfaces utilisateur à leur réalisation, *Thèse de l'Université Joseph Fourier-Grenoble I*, Spécialité Informatique, Avril 1992, 258 pages.
26. *Revue de l'OTAN*, Le Conseil de l'OTAN entérine le premier programme de normalisation OTAN, Edition n°5, Septembre 1996, Vol. 44, p. 28.
27. Puerta, A. The MECANO Project : Comprehensive and Integrated Support for Model-Based Interface Development, *CADUI'96*, J. Vanderdonckt (eds), 1996, pp. 19-35.
28. Puerta, A.R. A Model-Based Interface Development Environment, *IEEE Software*, July/August 1997, pp. 40-47.
29. Reiterer, H., The Development of Design Aid Tools for Human Factor Based User Interface Design, *Proceedings of IEEE International Conference on System, Man and Cybernetics*, Volume 4, IEEE, 1993, pp. 361-366.
30. Sears, A. AIDE : A step toward metric-based interface development tools, *UIST'95*, November 14-17, 1995, pp. 101-110.
31. Siochi, A.C., Hix, D. A study of computer-supported user interface evaluation using maximal repeating pattern analysis, *CHI'91*, New Orleans, May, 1991, ACM New-York, pp. 301-305.
32. Sukaviriya, P., Kovacevic, S., Foley, J.D., Meyers, B.A., Olsen, D.R., Schneider-Hufschmidt, M. Model-Based Interfaces, What are They and Why Should We Care ?, *UIST'94*, November 2-4, 1994, pp. 133-135.
33. Sumner, T., Bonnardel, N., Kallak, B.H. The Cognitive Ergonomics of Knowledge-Based Design Support Systems, *CHI'97*, 22-27 march 1997, Atlanta, Georgia, pp. 83-90.
34. Szekely, P., Luo, P., Neches, R. Facilitating the Exploration of Interface Design Alternatives : The HUMANOID Model of Interface Design, *CHI'92*, May 3-7, 1992, Monterey, California, pp. 507-515.
35. Szekely, P., Sukaviriya, P., Castells, P., Muthukumarasamy, J., Salcher, E. Declarative interface models for user interface construction tools: the MASTERMIND approach, *Engineering for Human-Computer Interaction*, Bass, L.J. & Unger, C. Eds, Chapman & Hall, 1995, pp. 120-150.
36. Szekely P., Retrospective and Challenges for Model-Based Interface Development, Design, Specification and Verification of Interactive Systems'96, *Proceedings of the Eurographics Workshop in Namur*, Belgium, June 5-7 1996, F. Bodard, J. Vanderdonckt (eds).
37. Tarby, J.C. Gestion Automatique du Dialogue Homme-Machine à partir de Spécifications Conceptuelles, *Thèse de l'Université Toulouse I*, 20 septembre 1993, 257 pages.
38. The UIMS Workshop Tool Developers : A Metamodel for the Runtime Architecture of an Interactive System, *SIGCHI Bulletin*, 24, 1, January 1992, pp. 32-37.

