

Construction et exploration de configurations spatiales : comparaison experts-novices

Frédérique ROBIN

Laboratoire de psychologie
"Education, Cognition, Développement" (LabECD),
Université de Nantes

RÉSUMÉ

Les deux études présentées dans cet article ont pour objet d'examiner les effets de l'utilisation des Nouvelles Technologies de l'Information (NTI) sur le fonctionnement cognitif de l'individu. Les résultats de la première étude soulignent l'absence d'effet (à court terme) du niveau d'expertise sur les capacités de traitement de la mémoire de travail ainsi que sur les compétences en matière d'imagerie visuo-spatiale. En revanche, les données recueillies dans la deuxième expérience attestent clairement d'une différence entre experts et novices dans la manière d'appréhender les NTI, notamment les sites Internet. En effet, les experts utilisent des stratégies d'exploration systématiques régularisées par une analyse sémantique de l'information.

Mots-clés : Stratégie, Internet, Expert-novice, Exploration.

ABSTRACT

This paper presents two experiments which the aim is to examine the effects of using Information New Technology (INT) on individual's cognitive processing. The first experiment's results show that level expertise didn't affect processing capacities of working memory, neither visuo-spatial imagery abilities (for short-range forecasts). In return, data collected in the second experiment emphasize differences between expert and novice in the way of using INT, specially Internet web site. Indeed, experts implement systematic exploration strategies, which are regulated by semantical information processing.

Key-words: Strategy, Internet, Expert-novice, Exploration.

La première étude présentée dans cet article (expérience 1) a été soutenue financièrement par la MSH de Nantes et EDF-GDF représenté par M. Villeneuve, dans le cadre du projet "Cognition et Nouvelles Technologies de l'Information dans les organisations".

I. INTRODUCTION

Cet article présente deux expériences qui ont été réalisées dans le but d'apporter des éléments de connaissance concernant les effets de l'utilisation des Nouvelles Technologies de l'Information (NTI) sur le fonctionnement cognitif de l'individu. Les utilisateurs de NTI (Internet, traitement de textes, réalité virtuelle, logiciels de statistiques, graphiques...) sont amenés à se déplacer dans un espace pourvu de données perceptives. Chez les utilisateurs experts, le traitement permanent de ces informations visuelles serait susceptible de favoriser la construction de représentations visuo-spatiales, leur servant de stratégie de traitement de l'information, ce qui ne serait pas le cas chez des utilisateurs novices. En outre, ces utilisateurs (experts ou novices) sont amenés à naviguer d'une application à l'autre, d'un fichier à l'autre. La réalisation de tâches simultanées présente un coût cognitif (une charge en mémoire) que les utilisateurs experts sont supposés minimiser en développant des stratégies de traitement appropriées.

La question de la construction des représentations mentales visuo-spatiales a été examinée dans des situations naturelles de communication où un individu interagit avec un ordinateur. L'objectif était de construire des programmes permettant à l'ordinateur de produire des messages adaptés aux attentes et aux capacités cognitives de l'utilisateur (Denis, Robin, Zock, & Laroui, 1994). Cependant, les recherches cognitives dans le domaine des NTI ont davantage étudié les problèmes posés par l'implémentation de ces NTI que les éventuelles modifications des

interactions homme-ordinateur sur le fonctionnement humain (Hoc, 1991 ; Rabardel & Weill-Fassina, 1992 ; Staggers & Norcio, 1993). En outre, de nombreux travaux ont privilégié les comparaisons entre experts et novices en matière de compétences informatiques. Par exemple, Barfield (1986) a réalisé une étude dans laquelle il a demandé à des sujets d'effectuer le rappel d'un programme informatique qu'ils venaient d'étudier. Dans la situation d'apprentissage, le programme était présenté selon 3 versions : 1) une séquence d'instructions ; 2) la même séquence divisée en sous-ensembles cohérents, présentés dans le désordre ; 3) les instructions présentées dans un ordre aléatoire. Les sujets se distinguaient selon leur niveau d'expertise en matière d'informatique. Il s'avère que les performances au rappel des sujets novices sont faibles, quel que soit l'ordre dans lequel l'information est présentée. En revanche, les experts sont nettement sensibles à la linéarisation de l'information. En effet, leurs performances au rappel s'améliorent lorsqu'ils passent de la version 3 à la version 1. Cependant, les performances au rappel entre les versions 1 et 2 ne sont pas différentes. Ces résultats suggèrent que les experts, contrairement aux novices, tirent un bénéfice de la cohérence sémantique du matériel. Ainsi le niveau de connaissance spécifique des experts leur permet d'effectuer des rappels exhaustifs de programmes informatiques, mais seulement lorsque ces derniers sont conformes à la structure de leurs connaissances. Les travaux de Chi, Feltovich & Glaser (1981, cité par Soarès, 1995, p. 147) mettent également en évidence que les experts ne se différencient pas seulement des novices par leur ni-

veau de connaissance spécifique mais aussi par le niveau d'intégration et d'organisation de ces connaissances. Les connaissances spécifiques des experts se situeraient à un niveau de traitement plus élevé et plus abstrait que celles des novices. En d'autres termes, les connaissances des experts se situeraient à un niveau de représentation sémantique alors que celles des novices ne seraient pas encore stabilisées en mémoire et se situeraient à un niveau de représentation dit de surface, niveau de représentation qui est caractéristique d'une moins bonne mémorisation et récupération de l'information (Craik & Lockhart, 1972).

La problématique des deux expériences présentées dans cet article s'inscrit dans un domaine qui suscite, depuis ces quinze dernières années, l'intérêt d'un bon nombre de chercheurs en psychologie cognitive. Ce domaine est centré sur l'analyse des stratégies cognitives mises en jeu dans la production et la compréhension de textes descriptifs. Les résultats d'une étude antérieure (Robin & Denis, 1991) ont mis en évidence que les descriptions de configurations spatiales présentent des caractéristiques structurales spécifiques. En effet, il s'avère que la structure de la description est affectée par des facteurs cognitifs liés aux capacités limitées de la mémoire de travail du descripteur. En général, l'émetteur préfère produire des descriptions qui minimisent le nombre et la durée de maintien en mémoire des éléments qui composent les objets à décrire (Denis & Robin, 1990 ; Robin, 1992). Il m'a paru intéressant d'étendre ce type recherche et d'examiner de façon plus spécifique les effets du niveau d'expertise en matière d'utilisation des

NTI. L'hypothèse était qu'une utilisation élevée des NTI pouvait développer les capacités cognitives impliquées dans le traitement de l'information telles la capacité de stockage de la mémoire de travail ou encore la mise en œuvre spontanée de stratégie d'imagerie visuo-spatiale. Dans une première expérience, la question examinée était de savoir si ces stratégies dominantes sont meilleures que d'autres, en termes de coût de traitement, de génération d'images mentales pour le destinataire de la description. Une approche différentielle a été réalisée dans le but de comparer les capacités de traitement mises en œuvre par des utilisateurs experts et novices des NTI (tels qu'ils ont été définis précédemment).

L'hypothèse générale est que les séquences descriptives "dominantes" (majoritaires), identifiées en situation de production (Robin, 1992), facilitent la construction d'une représentation mentale des configurations. Une moindre charge cognitive (reflétée par de moindres durées de traitement) devrait apparaître lorsque le sujet traite une description dont la structure est conforme à la stratégie dominante. En revanche, des difficultés de traitement devraient apparaître à travers des durées de traitement plus longues pour les stratégies "non-dominantes" car elles sont supposées être des schémas non adaptés à la production et à la compréhension, comparées aux stratégies "dominantes". En effet, ces dernières minimiseraient la charge cognitive attachée à l'élaboration et au maintien de la représentation des différentes parties de la configuration. Cependant, ces difficultés devraient être moindres chez les utilisateurs experts de NTI que chez les novices.

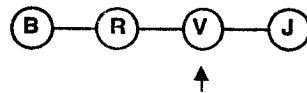
En outre, à la lecture de ces descriptions, les sujets sont ame-

nés à traiter l'information verbale afin de construire une représentation mentale de la configuration décrite. Un codage de l'information uniquement linguistique ne paraît pas suffisant pour représenter toute l'information spatiale. Une représentation proche d'une image visuelle paraît plus adéquate pour exprimer cette information. Cependant, la charge cognitive imposée par l'activité qui consiste à élaborer une configuration spatiale sous forme d'image peut se trouver atténuée si les sujets disposent de capacité d'imagerie élevée. Cette variabilité interindividuelle devrait affecter les temps de traitement des descriptions. En particulier les sujets les plus imageants (d'après leurs scores à un test d'imagerie spatiale) sont supposés traiter plus rapidement l'information visuo-spatiale. Les sujets moins imageants ne sont pas dépourvus de telles capacités cognitives cependant une tâche d'imagerie est supposée requérir de leur part un effort cognitif supplémentaire qui doit apparaître par des durées de traitement plus longues. Les capacités individuelles en matière d'utilisation des NTI devraient également apparaître dans des scores d'imagerie visuelle plus élevés pour les experts comparés à ceux des novices.

1) des descriptions dites "dominantes" dont la structure est conforme aux stratégies identifiées en situation de production (Robin, 1992) ;

2) des descriptions dites "non-dominantes" dont l'information est présentée dans un ordre inverse à la première série.

Ces descriptions (composées de 4 à 8 phrases) décrivent l'agencement spatial de configurations composées de cercles de couleurs différentes, reliés par des segments de droite horizontaux ou verticaux. A chaque type de configuration est associée une description dominante et non-dominante (voir figures 1, 2 et 3).



(B=Bleu ; R=Rouge ; V=Vert ; J=Jaune)

Description dominante : "Un cercle vert. A droite du cercle vert, un cercle jaune. On revient au cercle vert. A gauche du cercle vert, un cercle rouge. A gauche du cercle rouge, un cercle bleu."

Description non-dominante : "Un cercle vert. A gauche du cercle vert, un cercle rouge. A gauche du cercle rouge, un cercle bleu. On revient au cercle vert. A droite du cercle vert, un cercle jaune."

Figure 1 : Configuration avec un embranchement

Pour les configurations avec un embranchement (voir figure 1), la stratégie dominante consiste à décrire la branche la plus courte avant la branche la plus longue, à partir du cercle d'initialisation de la description (cercle indicé d'une flèche). Cette stratégie a pour effet de minimiser le temps de maintien en mémoire du cercle de départ (le cercle vert), pendant la description de la première branche, à partir duquel le sujet doit revenir

II. EXPÉRIENCE 1 : CONSTRUCTION DE CONFIGURATIONS SPATIALES

1. Méthode

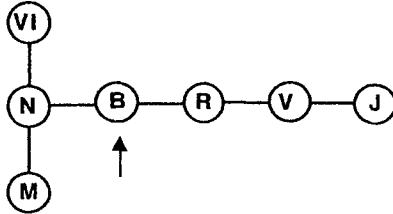
1.1. Matériel

Deux types de descriptions ont été examinées :

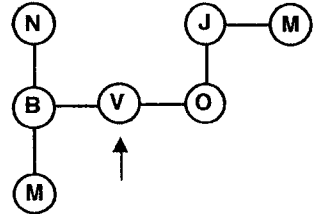
pour décrire la deuxième branche. La description non-dominante consistera donc dans cet exemple, à décrire la branche la plus longue

avant la branche la plus courte. A ces deux types de descriptions ne correspond qu'une seule et même configuration spatiale.

Configuration 2.a



Configuration 2.b



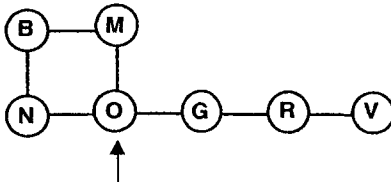
(Vi=Violet ; N=Noir ; M=Marron ; B=Bleu ; R=Rouge ; V=Vert ; J=Jaune ; O=Orange).

Figure 2 : Configurations avec deux embranchements

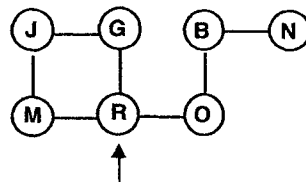
Pour les configurations avec deux embranchements (voir figure 2) la stratégie descriptive dominante consiste à décrire la branche linéaire avant la branche qui comporte un embranchement donnant sur deux nouvelles branches. La quantité d'information à maintenir en mémoire pendant la descrip-

tion de la première branche est moindre si cette branche est la branche linéaire. En effet, le sujet ne doit maintenir en mémoire qu'un seul point d'intersection (par exemple le cercle bleu de la configuration 2.a) au lieu de deux points d'intersection (les cercles bleu et noir).

Configuration 3.a



Configuration 3.b



(B=Bleu ; M=Marron ; N=Noir ; O=Orange ; G=Gris ; R=Rouge ; V=Vert ; J=Jaune).

Figure 3 : Configurations avec une boucle

Enfin, pour les configurations avec une boucle (voir figure 3), la stratégie descriptive dominante consiste à décrire la boucle avant la branche linéaire. Dans ce cas, les sujets suivent l'équivalent d'un trajet linéaire, ils ne rencontrent pas d'intersection leur imposant un choix.

contrôler les effets de l'orientation spatiale des deux branches). Au total, les sujets doivent lire 20 descriptions : 10 descriptions "dominantes" ; 10 descriptions "non-dominantes".

Chacune de ces configurations a une symétrie (de manière à

Avant la lecture des descriptions, les sujets reçoivent deux descriptions servant d'entraînement et de compréhension de la consigne.

1.2. Procédure

La tâche du sujet consiste à lire à son propre rythme des descriptions de configurations spatiales. Le sujet a pour consigne de lire chaque description très attentivement de manière à construire une image visuelle aussi claire et précise que possible de la configuration décrite. Chaque description apparaît phrase par phrase sur l'écran de l'ordinateur. Lorsque le sujet a lu une première phrase, il passe à la suivante en appuyant sur une touche du clavier. Le sujet est prévenu qu'il ne peut pas revenir en arrière. Après la lecture de chaque description, quatre configurations apparaissent sur l'écran, numérotées 1, 2, 3, 4. A l'aide du clavier numérique, le sujet choisit celle qui correspond à la description. Cette procédure a permis d'enregistrer les temps de traitement de chaque description et la réponse du sujet lors de la tâche de reconnaissance de la configuration lue.

Avant la phase de traitement des descriptions, les sujets complètent en temps limité (10 minutes) un test d'imagerie visuo-spatiale (Minnesota Paper Form Board : MPFB). Cette épreuve comprend 31 problèmes à résoudre. Les sujets doivent choisir parmi cinq figures celle qui peut être composée par l'assemblage de plusieurs éléments.

1.3. Sujets

30 sujets adultes, étudiants de l'université de Nantes ont participé à cette étude. Un groupe de 15 sujets "experts" en matière d'utili-

sation de NTI (utilisation fréquente d'Internet et d'outils informatiques : traitement de textes, tableurs, etc.). Ce groupe était constitué d'étudiants, niveau maîtrise, de la formation INFO COM et du département d'informatique. Un groupe de 15 sujets "novices" qui n'ont jamais ou occasionnellement utilisé les outils informatiques cités ci-dessus. Ce sont des étudiants de 2^e année de DEUG, de psychologie.

2. Résultats

Le test du X^2 (Khi Carré) a été utilisé afin de déterminer l'existence d'un lien ou non entre les deux variables qualitatives étudiées : 1) le niveau des sujets (expert-novice) et 2) les capacités d'imagerie des sujets. Les résultats à l'épreuve d'imagerie visuo-spatiale (MPFB) ne permettent pas d'attester l'hypothèse selon laquelle l'utilisation des NTI favorise la mise en œuvre de stratégies visuo-spatiales. En effet, les scores des sujets à cette épreuve psychométrique ne sont pas dépendants de leur niveau d'expertise en matière d'utilisation des NTI ($X^2 = 2,14$, $p < .14$, ddl)¹. De la même façon, le degré d'expertise des sujets n'affecte pas leurs performances à l'épreuve de reconnaissance. Les pourcentages de réussite sont aussi élevés pour les experts et les novices et ils sont supérieurs à 80 %.

Une analyse de variance² a été effectuée sur les temps de traitement des descriptions pour les facteurs suivants : 1) le niveau des sujets (expert-novice) et 2) le

1. Seuil de confiance ; ddl = degré de liberté.

2. L'analyse de variance est basée sur le calcul du rapport F (F en mémoire au statisticien Ronald Fisher).

type de description (dominante-non-dominante). Globalement, il s'avère que les temps de traitement des descriptions reflétant une stratégie dominante sont significativement plus courts que les durées relevées pour les descriptions associées à des stratégies non-dominantes. Cet effet apparaît de façon systématique indé-

pendamment du niveau d'expertise des sujets et de leurs scores à l'épreuve d'imagerie visuo-spatiale. Dans l'ensemble, les durées de traitement des descriptions sont plus élevées pour les novices, bien que la différence ne soit pas statistiquement significative, $F(1/28) = 3,35, p < .07$, (voir tableau 1).


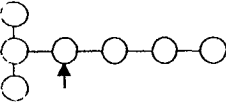
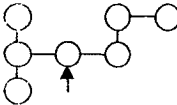
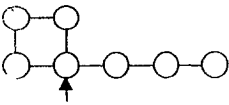
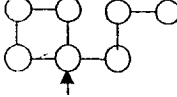
Configurations	Stratégies	Experts	Novices
	dominantes non-dominantes	32 (08) 34 (09)	43 (16)³ 47 (17)³
	dominantes non-dominantes	56 (17) 57 (18)	68 (34) 75 (36)
	dominantes non-dominantes	60 (14) 71 (26)⁴	89 (48)³ 93 (38)
	dominantes non-dominantes	58 (14) 72 (20)⁴	73 (34) 84 (47)
	dominantes non-dominantes	64 (21) 71 (21)	83 (55) 95 (45)⁴

Tableau 1 : Temps moyens de traitement des descriptions dominantes et non-dominantes, pour chaque type de configuration et pour chaque groupe de sujets experts (N=15) et novices (N=15). Les moyennes (en secondes) apparaissent en gras et les écarts types entre parenthèses.

Des analyses partielles indiquent que pour les descriptions relatives aux configurations avec un embranchement (voir figure 1), les durées de traitement sont signifi-

cativement plus élevées pour les novices comparés aux experts, $F(1/28) = 7,57, p < .01$. Cette différence apparaît de façon systématique quelle que soit la struc-

3. L'analyse de variance (F) inter-groupe révèle une différence significative des temps moyens de traitement entre experts et novices pour les descriptions dominantes et/ou non-dominantes.

4. Le test du t de Student révèle une différence significative des temps moyens de traitement entre les descriptions dominantes et non-dominantes pour un groupe de sujets experts ou novices.

ture des descriptions (pour les descriptions dominantes : $F(1/28) = 5,79$, $p < .02$; pour les descriptions non-dominantes : $F(1/28) = 5,73$, $p < .02$, voir tableau 1).

Seulement pour une partie des descriptions relatives aux configurations avec deux embranchements (les configurations 2b de la figure 2), les durées de traitement des novices sont significativement plus élevées que celles relevées pour les experts, $F(1/28) = 4,58$, $p < .04$. Cette différence des temps de traitement entre experts et novices apparaît pour les descriptions dominantes, $F(1/28) = 4,82$, $p < .03$. Elle est en revanche moins marquée pour les descriptions non-dominantes, $F(1/28) = 3,32$, $p < .07$. En effet, les durées augmentent lorsque les sujets passent d'une description dominante à une description non-dominante. Cette augmentation est statistiquement significative pour les experts, $t(14) = 2,52$, $p < .02^4$ (voir tableau 1).

Enfin, pour les descriptions relatives aux configurations avec une boucle (voir figure 3), les temps de traitement ne varient pas en fonction du niveau d'expertise des sujets en matière d'utilisation de NTI. Cependant le passage d'une stratégie dominante à une stratégie non-dominante s'accompagne d'une augmentation des temps de traitement. Cet effet est statistiquement significatif pour les experts, pour les configurations avec une branche linéaire (configuration 3a), $t(14) = 4,24$, $p < .0008^4$. En revanche, pour les novices, cet allongement des durées de traitement est significatif, $t(14) = 2,10$, $p < .05^4$, pour les configurations dont la branche linéaire a subi un certain degré de distorsion (configuration 3b).

3. Discussion

Les résultats de cette expérience montrent que les capacités cognitives sollicitées dans une tâche de construction de représentations visuo-spatiales ne sont pas affectées par le niveau d'expertise des individus en matière d'utilisation de NTI. Il apparaît aussi que les habiletés d'imagerie des individus ne sont pas dépendantes de leur fréquence d'utilisation de ces nouveaux outils. Toutefois, l'absence de modification des capacités cognitives des individus relative à leur fréquence d'utilisation NTI ne signifie pas pour autant que les individus experts et novices appréhendent ces nouvelles technologies de la même façon. Ainsi, une deuxième expérience a été réalisée dans le but de comparer les stratégies d'utilisation des NTI entre experts et novices. Précisément, l'objectif est d'identifier et de comparer les stratégies cognitives mises en œuvre par des individus lors de l'exploration d'une page Internet.

Dans une étude classique, Denis & Denhière (1990) ont identifié les stratégies utilisées par les individus pour décrire une île fictive, de forme rectangulaire comprenant six sites (un lac, une montagne, une forêt, etc.). Cette île est présentée sur un écran d'ordinateur et les sites sont disposés de façon linéaire, c'est-à-dire de gauche à droite et de haut en bas (voir figure 4).

Les résultats montrent que les individus utilisent des stratégies d'exploration dont la majorité correspond à des ordres linéaires et parmi ceux-ci, plus de la moitié correspond au sens de la lecture (Denis, 1994). En outre, il s'avère que ces stratégies linéaires facilitent la mémorisation et la

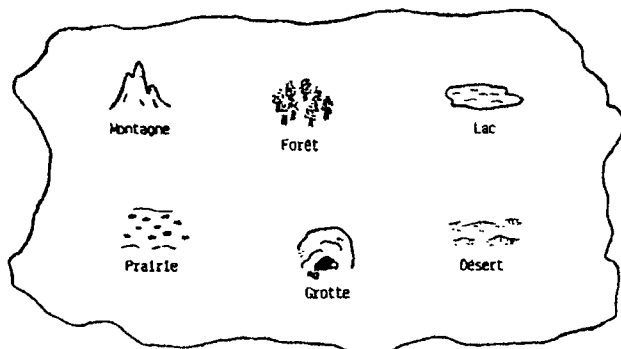


Figure 4 : Carte utilisée dans l'étude de Denis & Denhière (1990)

construction d'une représentation mentale de la configuration décrite. En effet, lorsque les individus traitent des descriptions reflétant une stratégie d'exploration linéaire, les performances de mémorisation sont plus élevées et les durées de traitement plus courtes, en comparaison à des situations où les stratégies d'exploration sont peu fréquentes.

En m'inspirant des travaux de Denis & Denhière (1990), l'objectif de cette deuxième expérience a été d'identifier les stratégies d'exploration mises en œuvre par les individus lors de la consultation d'une page Internet, en tenant compte du niveau d'expertise des individus face à ce nouvel outil : utilisateur ou non-utilisateur d'Internet. Cette fin de siècle a été couronnée par le développement de la communication via le réseau Internet. Cet outil se présente comme un immense réservoir d'informations. Cependant, les témoignages des novices, des individus qui découvrent Internet, révèlent qu'ils sont vite ensevelis sous une masse d'informations : textes, dessins, publicité, animation, etc. Quelle information sélectionner ? Avec l'expérience, ils apprennent que l'essentiel de l'information se

trouve le plus souvent derrière une étiquette verbale plutôt que figurative. Entre autres, ce constat révèle que la conception des sites ou pages Internet est basée sur une approche de l'esthétisme au détriment d'une analyse des stratégies d'exploration de ce type de configurations spatiales.

L'identification des stratégies d'exploration d'une page Internet permettrait alors de cerner la nature des facteurs cognitifs qui les gouvernent. En conséquence, une meilleure connaissance de ces facteurs pourrait participer au développement des techniques d'apprentissage adaptées aux stratégies de navigation et à l'amélioration de la présentation des informations, en vue d'une utilisation optimale des sites Internet.

III. EXPÉRIENCE 2 : EXPLORATION D'UNE CONFIGURATION SPATIALE

1. Méthode

1.1. Matériel

En s'inspirant du paradigme expérimental utilisé par Denis &

Denhière (1990), une page Internet, organisée selon un damier à six cases, a été élaborée. Il s'agit d'une page Internet "artificielle" de cinéma, créée avec Claris Home Page sur Mac Intosh. Cette page est constituée de six rubriques, présentées soit sous une forme figurative (des logos) soit sous une forme textuelle (le nom de la rubrique). Cela dit, les logos ont été légendés afin d'éviter toute erreur de dénomination. En général, les pages Internet contiennent à la fois des informations figuratives et des informations textuelles. Ainsi pour rester proche de la réalité, ces deux types d'éléments ont été intégrés dans la configuration. Cependant cette page reste expérimentale dans le sens où elle ne correspond pas, notamment sur le plan esthétique, aux menus que l'on trouve habituellement sur Internet. Par exemple, les logos et les textes sont présentés en noir et blanc afin de contrôler l'effet attractif de certaines variables comme la couleur. Enfin, le film présenté est totalement imaginaire. Les rubriques de cette page expérimentale sont les suivantes : réalisateur, histoire, acteur, critique, coulisse, séance (voir figure 5).

Lorsque le sujet clique sur une rubrique, une page de texte s'ouvre, et une fois sa lecture achevée, le retour au menu principal s'effectue selon les principes de la navigation Internet (voir annexe 1, présentation du contenu des rubriques).

1.2. Procédure

L'exploration de cette page s'effectue à partir de Netscape Navigator ou Internet Explorer. Les sujets étaient invités à explorer le menu sans limitation de temps. La consigne était la suivante : "On cherche à tester auprès du

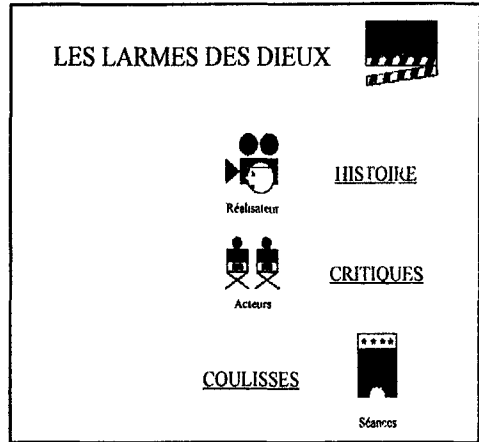


Figure 5 : Matériel expérimental de l'expérience 2 : Page Internet de cinéma

public un nouveau site de cinéma pour Internet. Votre tâche consiste à lire l'intégralité des informations présentées dans ce site. Dans la page du menu, vous avez six rubriques se rapportant au film. Explorez chaque rubrique du film dans l'ordre qu'il vous plaira, en lisant toutes les informations. Une fois la lecture d'une rubrique terminée, revenez au menu et continuez votre exploration. Attendez que toute la page du menu se recharge pour continuer l'exploration. Lisez chaque rubrique, une seule fois, à votre rythme."

Avant de commencer l'exploration de la page Internet, un exemple était proposé aux sujets afin qu'ils se familiarisent avec l'interface. Une fois la consigne lue et comprise, les sujets étaient invités à ouvrir le site en cliquant en bas de la page où figurait la consigne. Ils accédaient ainsi au menu principal (voir figure 5) et ils pouvaient commencer leur exploration.

1.3. Sujets

Au total, 40 sujets ont participé à l'expérience. Un groupe de "no-

vices" : 20 étudiants de psychologie de l'Université de Nantes. Ces sujets n'avaient jamais ou occasionnellement navigué sur Internet. Un groupe "d'experts" : 20 étudiants d'Info-Com de l'Université de Nantes, spécialisés dans le multimédia et qui par conséquent ont l'habitude de naviguer sur Internet.

2. Résultats

Le test du X^2 (Khi Carré) a été utilisé afin de mettre en évidence l'existence de liens éventuels entre les variables qualitatives suivantes : l'ordre d'exploration des rubriques, les stratégies d'exploration, le niveau d'expertise des sujets.

2.1. Identification des stratégies d'exploration

Lors de la consultation d'une page Internet, les individus mettent-ils en œuvre des stratégies d'exploration privilégiées ? Ou bien, existe-t-il autant d'ordres d'exploration que de combinaisons possibles entre les rubriques du menu ? Les stratégies d'exploration ont été identifiées en relevant pour chaque sujet l'ordre dans lequel il ouvrait chacune des rubriques. Puis, en s'inspirant des critères de classification mis au point par Denis & Denhière (1990), quatre types d'exploration ont été identifiés. Pour l'ensemble des sujets, 14 stratégies d'exploration différentes ont été identifiées dont : 45 % de stratégies de type Linéaire (les stratégies linéaires strictes correspondent à une exploration continue des rubriques : horizontalement = de gauche à droite et de haut en bas ; verticalement = de haut en bas et de gauche à droite ; circulaire = effectuer le "tour" du damier) ; 35 % de stratégies de type Autre (correspondant à l'association de deux

stratégies déterminées : une exploration en diagonale + une exploration horizontale par exemple) ; 15 % de stratégies de type Catégorie (exploration des rubriques en les regroupant en fonction de leur aspect : texte ou logo) ; 5 % de stratégies de type Inclassable (exploration différente des précédentes et non identifiables) (voir tableau 2).

Deux types de stratégies apparaissent de façon systématique : les stratégies dites Linéaire et Autre. Les novices mettent en œuvre 12 stratégies d'exploration différentes alors que les experts n'utilisent que 9 stratégies différentes (voir tableau 3).

La majorité des experts, soit **60 %** choisissent une stratégie Linéaire. Ce choix est significativement différent du hasard, $X^2 = 8,38$, **ddl3**, **$p < .03(*)$** . Une moitié d'entre eux (30 %) explore le site comme un livre (horizontale stricte) ; 15 % des experts utilisent une stratégie horizontale non stricte ; 10 % une stratégie circulaire ; 5 % une stratégie verticale non stricte. Seulement 25 % des experts utilisent une stratégie de type Autre, correspondant à 4 ordres d'exploration différents. Enfin, 15 % des experts mettent en œuvre une stratégie d'exploration en Catégorie. Ils commencent systématiquement par explorer et regrouper les rubriques "texte" et ensuite les rubriques "logo".

En revanche, seuls **30 %** des novices choisissent une stratégie Linéaire : la moitié d'entre eux, 15 % utilisent une stratégie d'exploration horizontale stricte ; 10 % : une stratégie horizontale non stricte ; 5 % : une stratégie verticale stricte. Une partie des novices, **45 %** utilisent une stratégie de type Autre correspondant à 5 ordres

1. LINÉAIRE (LIN) : 45 %

Horizontale stricte

1	2
3	4
5	6

Verticale stricte

1	4
2	5
3	6

Circulaire stricte

2	1
3	6
4	5

Horizontale non stricte

2	1
4	3
5	6

Verticale non stricte

3	6
2	5
1	4

2. AUTRE (A) : 35 %

Diagonale/ Horizontale

1	3
4	2
5	6

Horizontale/ Circulaire

1	2
3	6
4	5

Verticale/ Horizontale

1	3
2	4
5	6

3. CATÉGORIE (CAT) : 15 %

LogoLogoLogo/TexteTexteTexte OU TexteTexteTexte/LogoLogoLogo

4. INCLASSABLE (I) : 5 %

1	3
2	5
4	6

Tableau 2 : Les quatre types de stratégies d'exploration identifiés chez l'ensemble des sujets (N=40)

d'exploration différents. Contrairement aux experts, les novices qui adoptent une stratégie d'exploration en Catégorie (15 %) regroupent d'abord les rubriques "logo" et ensuite les rubriques "texte". Enfin, seuls les novices (10 %) explorent de façon aléatoire les différentes rubriques. Ces stratégies d'exploration jugées "Inclassables" n'apparaissent pas chez les experts.

En résumé, les stratégies d'exploration mises en œuvre par les experts et les novices sont différentes, bien que la relation entre le niveau d'expertise et la stratégie utilisée ne soit pas statistiquement significative, $X^2 = 5,14$, $p < .07$ (ddl3). Les experts privilégient la stratégie d'exploration linéaire. En revanche, les novices utilisent de façon aléatoire deux

Stratégies d'exploration	NOVICE	EXPERT
Linéaire	30 %	60 %(*)
Autre	45 %	25 %
Catégorie	15 %	15 %
Inclassable	10 %	0 %

Tableau 3 : Les fréquences d'utilisation des stratégies d'exploration pour les novices (N=20) et pour les experts (N=20)

types de stratégies : Linéaire et Autre.

2.2. Identification du choix des rubriques

Cette deuxième analyse avait pour but de s'interroger sur les liens entre la valeur sémantique des rubriques et le choix des stratégies d'exploration. Les sujets qui fondent leur stratégie d'exploration sur la nature des rubriques "logo-texte" et non sur les aspects sémantiques ont été écartés de cette analyse, soit 3 sujets dans chaque groupe. Cette analyse repose donc sur 17 sujets novices et experts respectivement. Il s'avère que l'ordre d'exploration des rubriques est lié à leur valeur sémantique, aussi bien pour les experts ($X^2 = 193,05$, $p < .0001$, $ddl25$) que pour les novices ($X^2 = 127,94$, $p < .0001$, $ddl25$).

* Choix de la 1^{re} rubrique

Pour les experts, le choix du point de départ est dépendant de la stratégie d'exploration ($X^2 = 11,2$, $p < .01$, $ddl4$). En effet, **80 %** des sujets, qui adoptent une stratégie de type Autre, commencent leur exploration par la rubrique "histoire", alors que **58 %** des sujets, qui utilisent une stratégie de type Linéaire sélectionnent d'abord la rubrique "réalisateur" (voir tableau 4). Contrairement aux experts, **65 %** des novices commen-

cent leur exploration par la rubrique "Réalisateur" (l'item situé en haut à gauche de la page Internet). Ce choix est indépendant des stratégies d'exploration ($X^2 = 10,30$, $p < .11$, $ddl4$, voir tableau 4).

* Choix de la 2^e rubrique

Les experts qui adoptent une stratégie d'exploration de type Linéaire choisissent la rubrique "Histoire" (**58 %**) alors que les stratégies de type Autre conduisent à des choix aléatoires, (voir tableau 4). En fait, là encore, il s'avère que le choix de la rubrique "histoire" est significativement dépendante de la stratégie Linéaire horizontale, alors que le reste des experts a plutôt tendance à choisir la rubrique "réalisateur" 45 % ($X^2 = 13,24$, $p < .004$, $ddl3$). En d'autres termes, les sujets qui ont choisi la rubrique "réalisateur" en premier choisissent la rubrique "histoire" en deuxième et inversement. Les novices qui utilisent une stratégie de type Linéaire choisissent systématiquement la rubrique "histoire" (**67 %**) alors que les novices qui adoptent une stratégie de type Autre ont tendance à choisir la rubrique "acteur" (44 %, voir tableau 4). Comme pour les experts, le choix de la rubrique "histoire" est significativement dépendant de la stratégie Linéaire horizontale alors que les autres novices 42 % ont plutôt tendance à choisir

	ENS		LINÉAIRE		AUTRE	
	Novices	Experts	Novices	Experts	Novices	Experts
Choix 1 Réalisateur Histoire	65 %	47 % 47 %	83 %	58 %	55 %	80 %
Choix 2 Histoire Réalisateur Acteur	35 % 41 %	41 %	67 %	58 %	44 %	40 % 40 %
Choix 3 Réalisateur Acteur Histoire	divers	53 %	50 %	67 %	44 %	40 %
Choix 4 Acteur Critique	41 %	59 %	50 %	67 %	44 %	40 % 40 %
Choix 5 Coulisse	53 %	76 %	83 %	83 %	44 %	60 %
Choix 6	55 %	70 %	88 %	100 %	83 %	55 % 100 %

Tableau 4 : Fréquences de choix des rubriques :

ENS = pour l'ensemble des sujets experts (N=17) et des sujets novices (N=17), indépendamment des stratégies d'exploration.

LINÉAIRE = pour les sujets experts (N=12) et novices (N=6) qui adoptent une stratégie d'exploration de type Linéaire.

AUTRE = pour les sujets experts (N=5) et novices (N=9) qui utilisent une stratégie d'exploration de type Autre.

l'item "acteur" ($X^2 = 5,99$, $p < .05$, $ddl2$).

*** Choix de la 3^e rubrique**

Parmi les experts, **53 %** explorent la rubrique "Acteur". Ce choix est indépendant des stratégies d'exploration. Cependant, il est systématique (**67 %**) pour les sujets qui suivent une stratégie de type Linéaire. En revanche, les sujets qui suivent une stratégie de type Autre ne choisissent pas de rubrique en particulier (voir tableau 4).

Les novices n'ont pas de choix préférentiel. Les sujets qui utilisent une stratégie Linéaire n'effectuent pas de choix aussi déterminé que les experts, bien qu'ils aient tendance à préférer la rubrique "acteur" (50 %). Ce choix est

significativement dépendant de la stratégie Linéaire horizontale, $X^2 = 16,66$, $p < .03$, $ddl 8$ (voir tableau 4).

*** Choix de la 4^e rubrique**

Plus de la moitié des experts, **59 %** choisissent systématiquement l'item "critique". Ce choix est dominant pour les sujets qui utilisent des stratégies d'exploration de type Linéaire : **67 %** bien que, statistiquement, il ne soit pas dépendant des stratégies d'exploration. En revanche, quel que soit le type de stratégie utilisée par les novices, seuls 41 % explorent la rubrique "critique" (voir tableau 4).

*** Choix de la 5^e rubrique**

Indépendamment des stratégies d'exploration, **76 %** des experts

explorent systématiquement la rubrique "coulisse" et ce choix n'est pas aléatoire, $X^2 = 4,76$, $p < .05$, (ddl1, $H_0^5 = 50\%$, voir tableau 4). En revanche, seule la moitié des novices, **53%** choisissent la rubrique "coulisse". Ce choix devient systématique (**83%**) lorsque les sujets utilisent des stratégies de type Linéaire, et en particulier, une exploration Linéaire horizontale (voir tableau 4). Au contraire, il ne diffère pas du hasard (44%) pour les autres types de stratégies. Cependant, le choix de la rubrique n'est pas statistiquement dépendant des stratégies d'exploration.

* Choix de la 6^e rubrique

Dans l'ensemble, **88%** des experts choisissent systématiquement la rubrique "séance". Ce choix diffère significativement du hasard quelles que soient les stratégies d'exploration, $X^2 = 9,94$, $p < .01$ (ddl1, $H_0^1 = 50\%$, voir tableau 4). Enfin, **70%** des novices explorent l'item "séance" en dernier, mais ce choix n'est pas statistiquement différent d'un choix aléatoire, $X^2 = 2,88$, $p < .10$, (ddl 1, $H_0^1 = 50\%$, cf. tableau 4). Contrairement aux experts, le choix de la rubrique est dépendant de la stratégie d'exploration ($X^2 = 12,19$, $p < .05$, ddl2). En effet, il est systématique pour les sujets qui adoptent des stratégies de type Linéaire (**100%**) alors qu'il est aléatoire lorsque les novices utilisent une stratégie de type Autre (**55%**) (voir tableau 4).

3. Discussion

Ces analyses mettent en évidence l'existence d'une variété d'ordres d'exploration des rubri-

ques chez les novices. En revanche, les experts adoptent une stratégie d'exploration systématique de type Linéaire qui est associée à la valeur sémantique des rubriques. Cette relation apparaît à travers les choix systématiques effectués à partir du troisième item, selon que les sujets ont choisi en premier et en deuxième les rubriques "histoire" ou "réalisateur". Au contraire, les choix des novices sont nettement moins systématiques. En effet, ils commencent leur exploration par l'item situé en haut à gauche de la page, puis les choix se diversifient pour les items suivants. Toutefois, les stratégies d'exploration des rubriques, relevées pour les novices, laissent apparaître un ordre préférentiel qui les conduit à segmenter la page Internet en trois parties. En effet, ils explorent successivement, de haut en bas et de gauche à droite : 1° les items "réalisateur-acteur" (deux rubriques Logos : LL) ; 2° les items "histoire-critique" (deux rubriques Textes : TT) ; puis horizontalement de gauche à droite ; 3° les items "coulisse-séance" (une rubrique Texte et une rubrique Logo : TL), soit la stratégie : LLTTTL. En effet, 4/9 des novices qui adoptent des stratégies Autre regroupent les rubriques en fonction de leur aspect visuel : texte-image. Cette stratégie est en revanche quasi-inexistante chez les experts (1/5).

IV. CONCLUSION GÉNÉRALE

Ces deux études soulevaient la question des effets de l'utilisation des NTI sur le fonctionnement co-

5. H_0 = hypothèse nulle selon laquelle il n'y a pas de différence entre les choix observés.

gnitif des individus. Dans la première expérience, ces modifications étaient supposées apparaître à travers une augmentation des ressources cognitives de la mémoire de travail et des capacités d'imagerie visuo-spatiale. Or, les résultats mettent en évidence que le niveau d'expertise n'affecte pas les capacités cognitives des individus, ni les styles cognitifs préexistants. En effet, il s'avère que la modification de la structure des descriptions suscite des difficultés de traitement aussi bien chez les experts que les novices, bien que ces derniers aient dans l'ensemble des durées de traitement plus longues que les experts. Il est alors probable que ces durées plus élevées reflètent le temps nécessaire aux novices pour s'adapter et répondre le plus correctement possible à une tâche, qui leur est présentée dans un contexte peu familier. Cette suggestion est également appuyée par les résultats d'une recherche menée par Soarès-Benevides (1995), dans laquelle les sujets étudiaient des paragraphes décrivant des procédures informatiques relatives à l'utilisation d'un ordinateur. Les résultats indiquaient que les comportements des experts et des novices n'étaient pas différents, "et qu'une même représentation de la structure des connaissances peut rendre compte des performances de ces deux groupes de sujets lorsque, par la lecture d'un texte, ils acquièrent certaines connaissances informatiques", (Soarès-Benevides, 1995, p. 149). En fait, elle remarque que les experts et les novices se différencient principalement au niveau des temps de traitement et de récupération de l'information. Les temps plus longs des sujets novices reflètent leur dépendance au contexte dans lequel l'information doit être traitée

et mémorisée. En effet, certaines procédures sont plus rapidement traitées et récupérées par les novices lorsqu'elles sont intégrées dans un contexte informatique que non-informatique. Néanmoins, les performances des experts, même s'ils sont plus rapides que les novices, sont significativement diminuées lorsque le contexte est incompatible avec l'information traitée.

La deuxième expérience avait pour objectif de mettre en évidence l'existence de stratégies d'exploration privilégiées d'une page Internet et de dégager d'éventuelles différences entre experts et novices. Les résultats mettent en évidence que des stratégies d'exploration préférentielles se mettent en place. Notamment, les experts utilisent des stratégies systématiques de type Linéaire. En revanche, on relève une plus grande variété dans les stratégies d'exploration mises en œuvre par les novices. Ils ont tendance à adopter des stratégies "non-linéaires" (Autre). Les stratégies d'exploration mises en œuvre par les experts sont en grande partie associées à la valeur sémantique des rubriques. En revanche, les choix des novices semblent être davantage dépendants à la fois de leur disposition spatiale et de la nature des items texte/logo.

Les résultats d'autres recherches, centrées sur l'étude des caractéristiques fondamentales de l'expertise, ont montré que les regroupements de pièces d'échiquier effectués par les experts sont différents et plus systématiques que ceux qui sont effectués par les novices. Les regroupements des experts forment des unités significatives alors que les regroupements des novices sont exclusivement spatiaux ou perceptifs (Chase & Simon, 1973). Il semble

alors justifié de développer ce type de recherche en mesurant de façon plus systématique les effets de la nature des informations image-texte sur l'utilisation et l'exploration de pages Internet. En outre, les méthodes d'analyses des stratégies d'exploration apparaissent comme des outils non dépourvus d'intérêts pouvant être exploités dans l'analyse des stratégies d'apprentissage mises en œuvre par les individus dans l'utilisation des NTI. A plus long terme, ces recherches peuvent participer à l'amélioration des nouveaux systèmes de communication, en termes d'efficacité, que ce soit dans le domaine du management, de la publicité, ou pour un plus large public.

En conclusion, les résultats de ces deux études soutiennent l'hypothèse selon laquelle le niveau d'expertise en matière d'utilisation des NTI se manifeste à travers des différences dans la mise en œuvre des stratégies d'apprentissage de ces nouveaux outils, sans pour autant affecter (à court terme) les capacités cognitives des individus, impliquées dans le traitement de l'information.

BIBLIOGRAPHIE

- Barfield, W. (1986), « Expert-novice differences for software : implications for problem solving and knowledge acquisition », *Behaviour and Information Technology*, n° 5, p. 15-29.
- Chase, W.G. & Simon, H.A. (1973), « Perception in chess », *Cognitive Psychology*, n° 4, p. 55-81.
- Craik, F.I.M. & Lockhart, R.S. (1972), « Depth of processing : a framework for memory research », *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, n° 11, p. 671-684.
- Denis, M. & Denhière, G. (1990), « Comprehension and recall of spatial descriptions », *Cahiers de Psychologie Cognitive/European Bulletin of Cognitive psychology*, n° 10, p. 115-143.
- Denis, M. & Robin, F. (1990), « Approches cognitives de la description », in Actes du Quatrième Colloque de l'ARC, *Progrès de la Recherche Cognitive*, Paris : Association pour la Recherche Cognitive / INRIA, p. 129-143.
- Denis, M. (1994), « Imagery and the description of spatial configurations », *Notes et Documents LIMSI*, n° 94-11, p. 1-53.
- Denis, M., Robin, F., Zock, M. & Laroui, A. (1994), « Identifying and simulating cognitive strategies for the description of spatial networks », in *Comprehension of graphics*, W. Schnotz and R. Kulhavy (Eds), Amsterdam : North-Holland, p. 77-94.
- Hoc, J.-M. (1991), « L'extraction des connaissances et l'aide à l'activité humaine », *Intellectica : Expertise et Sciences Cognitive*, n° 12, p. 33-64.
- Rabardel, P. & Weill-Fassina, A. (1992), « Fonctionnalités et compétences dans la mise en œuvre de systèmes graphiques techniques », *Intellectica : Connaissances et rationalités*, n° 15, p. 215-240.
- Robin, F. & Denis, M. (1991), « Description of perceived or imagined spatial networks », in *Mental images in human cognition*, In R.H. Logie and M. Denis (Eds), Amsterdam : North-Holland, p. 141-152.
- Robin, F. (1992), *Stratégies Cognitives dans la description de configurations spatiales*, Thèse de doctorat, sous la direction de M. Denis, Université Paris V (non publiée).
- Robin, F. (1999), « Stratégies d'exploration d'une configuration spatiale type "page web" », Communication orale à la Journée d'Etude *Cognition, NTI et organisation du travail*, journée organisée par Lab'ECD et le LAGON, Nantes, MSH, Ange-Guépin, 16 décembre 1999.
- Robin, F. (2000), « Construction de représentations mentales visuo-spatiales à partir de traitement de textes présentés sur ordinateur », in *Cognition et Nouvelles Technologies de l'Information dans les organisations*, Rapport de recherche Lab'ECD, p. 97-105.

Soares-Benevides, A. (1995), *L'incorporation d'informations nouvelles à des connaissances préexistantes par la lecture de textes*. Thèse de doctorat, sous la direction de J.-F. Le Ny, Université Paris XI, Orsay (non publiée).

Staggers, N. & Norcio, A.F. (1993), « Mental models : concepts for human-computer interaction research », *International Journal of Man-Machine Studies*, n° 38, p. 587-605.

ANNEXE 1

Réalisateur : Hervé Khan, 32 ans signe là son premier long-métrage. Infographiste de formation, il a travaillé plusieurs années en Angleterre dans la publicité comme assistant réalisateur. En 1996, il se lance dans le cinéma, réalise quelques courts-métrages, hélas sans succès. Puis, il décide d'adapter le célèbre roman de science-fiction écrit par Woodhealth : *Les larmes des dieux*.

Retour

Histoire : Film d'aventure médiévale fantastique, franco-britannique (1998) d'Hervé Khan (2h20). Dans un monde oriental de sable et de soleil, Ashenza, un chasseur de primes sans scrupule, va croiser la route d'un peintre et d'un voleur. Le trio va se trouver bien malgré lui mêlé à la décadence de la religion en place. La menace d'une légende annonçant le retour des anciens dieux, va conduire Ashenza et ses amis à tout mettre en place pour retrouver une relique pouvant changer leur destin.

Retour

Acteurs : **Jessica Hewitt** (27 ans) actrice de théâtre confirmée, c'est son premier grand rôle au cinéma ; **Sophie Daroutin** (33 ans) remarquée pour sa prestation dans "Le sommeil des justes", primé au dernier festival de Venise ; **Paul Ryan** (31 ans) remarqué par Khan dans un défilé de mode à Londres, fait ici ses débuts devant la caméra ; **Saïd Ramoui** (16 ans) devenu une star après "L'affaire Kasay" représente un des meilleurs espoirs de la jeune génération.

Retour

Critiques : Khan est parvenu à concilier le faste des super produc-

tions américaines et la comédie à l'européenne. Malgré une action soutenue, le réalisateur prend le temps de s'arrêter sur ses personnages, servi pas de jeunes acteurs convaincants. Coiffant au poteau les Américains sur le terrain des grosses productions, Khan s'inscrit dans le chemin ouvert par Besson et le "Cinquième élément". Film interdit aux moins de 12 ans, certaines scènes guerrières pouvant déranger les âmes sensibles.

Retour

Coullisses : Considéré comme un pari fou, le projet jugé trop coûteux et risqué par les producteurs français restera longtemps dans les cartons. Khan tenta alors sa chance de l'autre côté de la Manche. Il fait appel à des financements privés. Sorti en Angleterre en janvier 1998, le film a été accueilli avec réserve par les critiques. Toutefois, le nombre de spectateurs est monté en flèche en quelques semaines et les salles ne désespèrent plus. Le succès a dépassé les espérances, le film arrive en 2^e place dans le box-office.

Retour

Séances

- GAUMONT (12, place du Commerce, Nantes) plein tarif 44 F, réduit 33 F, séances à 13h40, 17h, 20h, 22h40.
- UGC CINE-CITE (ZAC Atlantis, St-Herblain) plein tarif 45 F, réduit 35 F, séances à 14h, 16h30, 19h40, 22h30 + sam 0h45.
- Katorza (3, rue Corneille, Nantes) plein tarif 45 F, réduit 35 F, séances à 15h40, 18h10, 22h15.