

# Plasticité des Interfaces Homme-Machines

## Adaptation à l'utilisateur

Thibault Friedrich, encadré par Gaëlle Calvary

Ensimag, IS11, Laboratoire d'Informatique de Grenoble

Thibault.Friedrich@ensimag.fr

## 1. Introduction

Ce rapport décrira l'étude de la plasticité des Interfaces Homme-Machine (IHM) à travers l'adaptation à l'utilisateur dans le cadre du module d'initiation à la recherche en laboratoire au sein de l'équipe IHM du Laboratoire d'Informatique de Grenoble.

### 1.1 Problème

Avec l'essor d'Internet et des différentes plateformes comme les tablettes et les smartphones, l'informatique peut maintenant être utilisée par tout le monde, quasiment n'importe quand et n'importe où. Il est donc dorénavant impossible de tout prévoir en développant une interface pour chaque plateforme, chaque localisation, chaque profil utilisateur. Il faut en effet, des IHM qui évoluent en fonction de ces différents critères, qui sont plastiques.

### 1.2 Sujet

La plasticité d'une interface est sa capacité à s'adapter à un changement de contexte d'usage.

À l'heure actuelle, on définit le contexte d'usage d'une IHM comme l'association de trois entités : la plateforme, l'environnement et l'utilisateur.

Contrairement à la plateforme et à l'environnement, le critère utilisateur est loin d'être maîtrisé dans les interfaces plastiques. On verra plus tard que les quelques interfaces plastiques qui ont pris en compte le facteur utilisateur n'ont pas toujours été pertinentes. Ceci est en contradiction avec justement la conception d'une interface : une telle conception doit être sur l'utilisateur (d'où d'ailleurs le terme IHM). C'est pourquoi j'ai dans le cadre de mon module d'initiation à la recherche, choisi d'étudier la plasticité des IHM à travers l'adaptation à l'utilisateur.

Les recherches actuelles tendent à améliorer un certain type d'interfaces afin de parfaire la gestion du paramètre utilisateur dans le contexte d'usage mais peut-être faut-il revoir la définition même de ce contexte pour réussir à dépasser les limitations actuelles.

### 1.3 Plan

Nous nous focaliserons tout d'abord sur l'état de l'art de la plasticité à l'utilisateur et expliqueront comment s'articulent les différents résultats de recherches entre eux.

Ensuite, nous établirons un second état de l'art mais sur la plasticité à la plateforme car nous verrons que la notion de plateforme devient de plus en plus difficile à se représenter.

Enfin, nous développerons notre contribution personnelle autour d'une nouvelle définition du contexte d'usage et les perspectives de travail qui s'ouvrent ainsi.

## 2. État de l'art de la plasticité à l'utilisateur

### 2.1 Description stéréotypique

#### 2.1.1 Le modèle utilisateur

Par définition même de l'interaction Homme-Machine, l'utilisateur est au centre des préoccupations. L'IHM n'est là que pour transmettre de la manière la plus optimale, les informations entre l'utilisateur et le noyau fonctionnel de l'application. (voir figure 1) Il est donc primordial de comprendre ses besoins.

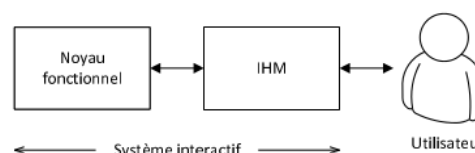


FIGURE 1. L'utilisateur au centre des préoccupations

Il faut s'intéresser à de nombreuses caractéristiques de l'utilisateur pour obtenir un modèle aussi précis que possible. Vincent Ganneau (2008 [1]), décrit un ensemble d'observables qui peuvent être pris en compte dans le modèle utilisateur :

1. caractéristiques personnelles
  - (a) identité : nom, prénom, ...
  - (b) caractéristiques socio-culturelles : niveau d'étude, langues, ...
2. caractéristiques sensori-motrices
  - (a) capacités physiques (dont handicap)
  - (b) états physiques : fatigue, maladie, ...
3. caractéristiques cognitives
  - (a) compétences métier : expérience de la tâche
  - (b) compétences informatiques : expérience de la plateforme, du système
  - (c) états mentaux : doute, intérêt, etc...

En connaissant ces informations, on peut ensuite établir catégoriser l'utilisateur afin d'anticiper ses prochaines requêtes comme par exemple les achats sur un site de e-commerce.

On distingue ainsi deux types de profils utilisateurs d'après Gauch, Speretta, Chandramouli et Micarelli (2007 [2]).

#### 2.1.2 Profilage explicite et souvent statique

Tout d'abord, l'utilisateur peut de lui-même donner des informations sur sa personne. Il s'agit alors d'un profil explicite. C'est le cas lorsque sur un site internet, lors de la création du profil on donne sa date de naissance, son sexe ou sa localité par exemple. L'avantage de cette méthode est qu'elle assure à l'utilisateur une

interprétation fiable des données propres à l'utilisateur. Ce genre de profilage fonctionne relativement bien et est même appliqué.

Par exemple depuis trente ans, de nombreux modèles pour comprendre les handicaps ont été formulés. Jean-Yves Antoine et Denis Maurel (2007 [3]) ont ainsi décrits les différents propositions autour de l'aide à la saisie au clavier pour les personnes handicapées (handicap visuel et/ou physique).

Cependant, ce genre de profilage a ses limites car il ajout un poids à l'utilisateur car ce dernier doit prendre du temps pour renseigner des informations qui ne sont pas directement nécessaires à ce pourquoi il est venu sur l'application. En outre, l'évolution de l'utilisateur est plus difficile à suivre car il faudrait lui poser constamment des questions. D'ailleurs, on associe souvent au profilage statique. C'est pourquoi il existe une seconde méthode de profilage.

## 2.2 Description évolutive

### 2.2.1 Profilage dynamique

Afin de suivre l'évolution de l'utilisateur, une seconde méthode de profilage consiste à enregistrer les actions faites par l'utilisateur pour en déduire un profil qui sera de ce fait implicite. Effectivement des données qui peuvent paraître anodines peuvent toute de même suffire à établir un profil. Kobsa (2002 [4]) a montré qu'il pouvait être pertinent d'étudier les goûts (intéressement et désintéressement) d'une personne pour générer un profil utilisateur. L'opération est transparente pour l'utilisateur car il ne voit pas ce mécanisme. Cependant, le profilage implicite est moins précis que le profilage explicite. La déduction d'informations peut être erronée. Il s'agit donc de sauvegarder le maximum d'actions pour augmenter la fiabilité du profil. Pour illustrer ce propos, on pourra citer l'exemple de Apple qui sauvegarde ainsi sur son site internet [5], les précédentes pages auxquelles le visiteur a accédé même si il ne s'est pas identifié. A contrario de la première, cette méthode est souvent décrite comme dynamique. Le modèle débute en étant vide et au fur et à mesure des actions de l'utilisateur, il s'étoffe et gagne en efficacité. Outre, l'apprentissage progressif des données de l'utilisateur, il est en fait dynamique sur un second plan : il prend en compte les évolutions de l'utilisateur même au sujet de caractéristiques qu'il avait déjà enregistrées.

Le profilage dynamique permet d'acquérir des informations au sujet de n'importe quelle caractéristique de l'utilisateur mais est particulièrement utilisée dans le cadre de l'enregistrement de l'interaction entre l'utilisateur et l'interface. Il s'agit de l'expérience du système (3b de la liste des caractéristiques) car l'utilisateur va améliorer sa compréhension de l'IHM en l'utilisant (voir figure 10).

L'étude se fera donc autour de l'adaptation à l'interaction et non plus simplement à l'utilisateur.

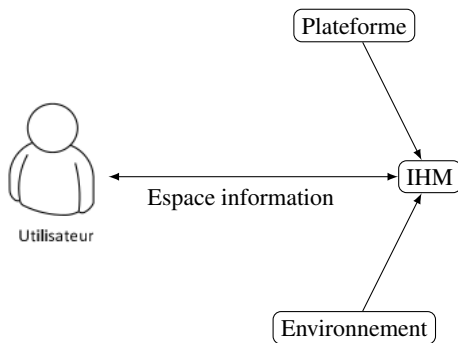


FIGURE 2. L'espace information : un espace évolutif

Le caractère temporel du modèle utilisateur est alors un élément clé. Jusqu'ici, peu d'interfaces traitant ce domaine d'application sont fonctionnelles et utilisées pour le grand public. La plupart d'entre elles n'en sont encore qu'à l'état de recherche.

### 2.2.2 Les facteurs de l'interaction

Nous allons voir maintenant quelles sont les caractéristiques de l'interaction qui évoluent au cours du temps. Nous nous cantonnons aux données mesurables.

Andy Cockburn (2007 [6]) s'est intéressé pour sa part à comparer les temps mis par des participants (voir figure 3) pour cliquer sur des actions lorsque ces dernières sont ordonnées suivant différents critères comme :

- la fréquence d'utilisation de ces actions
- la récence des actions

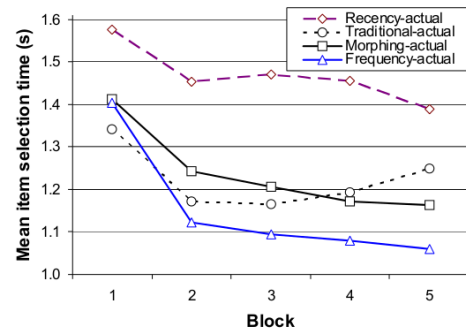


FIGURE 3. Différents critères temporels liés à l'utilisation de l'interface (ne pas prendre en compte Morphing-actual)

L'utilisation de ces deux critères est prédominante et se retrouve chez d'autres chercheurs comme Leah Findlater (2010 [7]) qui d'ailleurs les a combiné lors d'une étude en 2004[8] .

Mais la génération d'un modèle utilisateur n'est pas suffisante à elle seule pour rendre une interface plastique. Il faut ensuite utiliser ce modèle utilisateur pour choisir quoi adapter dans l'interface et comment.

## 2.3 Adaptation de l'interface

On suppose donc maintenant que l'on possède un modèle utilisateur que l'on peut utiliser. Nous allons décrire les différentes alternatives pour traduire l'évolution de la fréquence et de la récence d'utilisation des différentes fonctionnalités d'une interface.

Il existe à l'heure actuelle, trois grands types d'interfaces [1] [8], [7] :

- les interfaces statiques ou fixes
- les interfaces adaptables
- les interfaces adaptatives

Nous allons tout d'abord voir ce que sont ces interfaces. Ensuite, grâce à un état de l'art, nous étudierons leurs avantages et inconvénients, ferons une comparaison entre ces catégories et expliquerons pourquoi nous avons choisi d'étudier plus particulièrement les interfaces adaptatives. Enfin, nous nous appliquerons à présenter les interfaces adaptatives qui ont été proposées jusqu'à aujourd'hui pour tenter d'en supprimer les inconvénients.

Les recherches ont pour la plupart été menées sur des menus verticaux et des "split menu", c'est à dire des menus possédants plusieurs sous-menus comme sur la figure 4. On se limitera donc à l'étude de ces split-menu durant la description des résultats actuels.

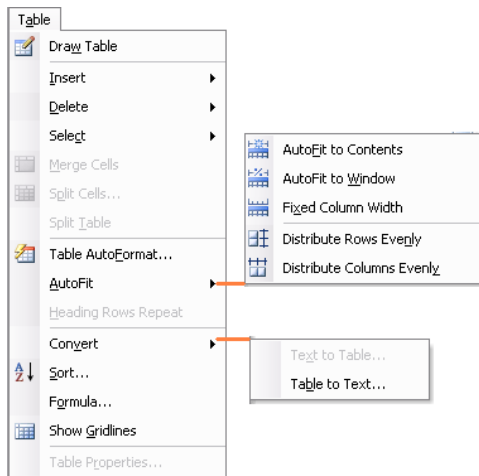


FIGURE 4. Split Menu de Excel

### 2.3.1 Les interfaces statiques ou fixes

Il s'agit des interfaces les plus communes puisqu'elles ne demandent pas de travail supplémentaire au niveau de l'interface. L'interface ne change pas durant toute la durée de l'étude.

### 2.3.2 Les interfaces adaptables

Cette catégorie regroupe l'ensemble des interfaces qui donnent à l'utilisateur un choix sur comment gérer son interface. Il peut ainsi personnaliser lui-même son interface pour la rendre plus efficace. Voici une liste non exhaustive de quelques paramètres qui peuvent être adaptables :

- ajouter des raccourcis
- réordonner soi-même ses menus
- choisir l'emplacement de ses icônes

Une application très connue de cette catégorie est l'interface Métro de Windows 8 (voir figure 5).

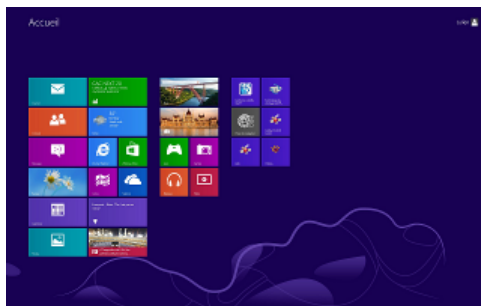


FIGURE 5. La nouvelle interface de Windows : Métro

Dans cette IHM, l'utilisateur peut ajouter des icônes, en enlever, les déplacer. Il personnalise ainsi son espace de travail comme il le souhaite pour le rendre plus conviviale, plus performant. D'autres interfaces plus élaborées peuvent aussi être considérées comme adaptables. Krzysztof Gajos (2008 [9]) a ainsi proposé un générateur automatique d'interfaces. L'utilisateur doit ainsi fournir certaines de ses préférences visuelles (voir figure 6) et l'interface se redéfinit en fonction de ce qu'il a entré. Malgré tout, une grosse partie de l'adaptation est ainsi automatique donc on est en droit de se demander s'il ne s'agit pas plutôt d'une interface adaptative à laquelle on aurait ajouté un système de profilage explicite.

Quoiqu'il en soit de telles interfaces sont déjà utilisées par le grand public, comme pour les raccourcis sur les smartphones.

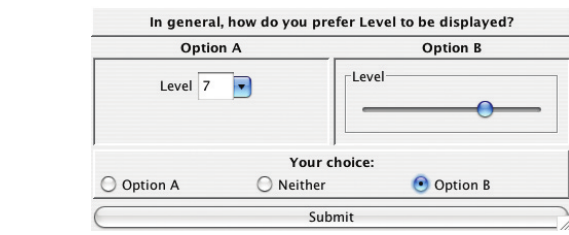


FIGURE 6. Le logiciel laisse le choix à l'utilisateur

Ces interfaces sont aujourd'hui fonctionnelles. Cependant il existe d'autres interfaces qui sont plus difficiles à mettre en oeuvre.

### 2.3.3 Les interfaces adaptatives

Dans les interfaces adaptatives, l'utilisateur n'a pas le choix. Grâce au modèle utilisateur, l'interface s'adapte automatiquement sans laisser l'opportunité à l'utilisateur de donner son avis, c'est la machine qui a le contrôle de l'interface. L'exemple des publicités Google entre typiquement dans ce cas de figure. L'internaute qui utilise un service web de Google comme le moteur de recherche Google, Gmail, Google+ ou Google Maps est profilé. Il arrive ensuite que des publicités en lien avec certaines des recherches que l'on fait, ou certains messages envoyés, soient affichées. S'il est possible de les supprimer (ce qui pourrait relever de l'adaptabilité), le contenu représente bien l'adaptativité de l'interface. Une autre interface adaptative est les menus de Office 2000 (voir figure 7).

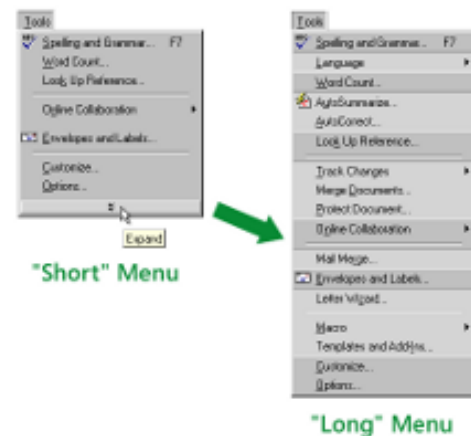


FIGURE 7. Les split menu adaptatif de Word 2000

En fonction des précédentes actions de l'utilisateur, le logiciel de traitement de texte Word modifiait l'affichage de ses menus. Les précédentes actions étaient ainsi mise en valeur puisque les autres n'étaient pas affichées. C'était seulement en cliquant sur un petit bouton en bas que l'on pouvait obtenir l'ensemble des fonctionnalités disponibles dans le logiciel. Cependant, cette interaction a depuis été supprimée car elle posait d'autres problèmes comme le manque de visibilité : l'utilisateur perdait conscience de l'existence de certaines possibilités du logiciel. Les interfaces adaptatives font l'objet de nombreuses études cependant la diversité de ces interfaces est si importante que la description des différentes interfaces fera l'objet d'une partie.

## 2.4 Comparaison des différentes interfaces

Leah Findlater (University of Maryland) a beaucoup travaillé sur ces différentes catégories d'interfaces et s'est efforcée de les ordonner selon différents critères.

## 2.4.1 Les critères d'étude

Les critères que Findlater a pris en compte dans son étude de 2004 [8] sont :

- la performance
- la visibilité
- la compréhension
- la satisfaction

La performance mesure le temps mis pour réaliser une certaine action.

La visibilité correspond au fait que l'utilisateur a conscience ou non de la présence des différentes fonctionnalités. L'exemple précédent du split menu de Word 2000 est un exemple flagrant de manque de visibilité.

La compréhension est la facilité avec laquelle l'utilisateur utilise rapidement la totalité des capacités de l'interface.

Enfin la satisfaction est le ressenti de l'utilisateur. Ce dernier peut par exemple croire qu'une interface est plus efficace uniquement à cause de critères très subjectifs comme l'esthétique.

## 2.4.2 Contexte de l'étude de 2004

Il sera décrit ici le contexte d'une étude menée par Leah Findlater en 2004[8]. Cependant on pourra remarquer que certains points pourront être rapprochés d'autres études comme c'est le cas pour le split menu ou le caractère adaptatif de certaines interfaces.

Il s'agit donc d'étudier l'interaction entre des participants ayant divers profils (face à la technologie) avec des interfaces provenant des trois catégories précédemment décrites : fixes, adaptables et adaptatives.

La plateforme utilisée pour faire l'étude sera un PC.

Il a été donné à chaque participant une liste de d'actions sur lesquelles cliquer et les temps mis pour réaliser ces actions ont été enregistrés.

Enfin, pour générer un modèle utilisateur dans le cadre des menu adaptatif, elle a utilisé un algorithme prenant en compte à la fois la fréquence d'appels à une fonctionnalité et la récurrence de ces appels.

## 2.4.3 Résultats de l'étude

Leah Findlater a ainsi obtenu des résultats assez surprenants qu'elle justifie cependant.

Tout d'abord, la plupart du temps, c'est lors de l'utilisation des menus adaptables que les participants ont été les plus rapides. Le menu statique a permis d'obtenir les seconds meilleurs résultats. Et enfin, le menu adaptatif est celui qui a ralenti le plus les participants de l'étude.

On aurait pu croire que le menu statique aurait été moins performant que le menu adaptatif. Mais Leah Findlater explique cela par le fait que comme le menu adaptatif est modifié à chaque action de l'utilisateur, ce dernier doit relire toute l'interface lorsqu'on lui demande une action qui n'est pas bien ordonnée par le modèle utilisateur (si elle est peu appelée par exemple).

A l'inverse, lors de l'utilisation d'un menu statique, l'utilisateur arrivera à se remémorer l'emplacement approximatif de l'action et y accèdera plus rapidement. Et ceci n'est possible que parce que le menu (fixe) n'a pas été modifié durant la période de l'étude.

En terme de performance, on peut donc affirmer que le menu adaptable est plus rapide que le menu adaptatif.

Ensuite, Leah Findlater a remarqué que quatre des cinq cas où le menu adaptable était le moins performant avait une même particularité : le menu adaptable avait été présenté en premier.

L'analyse qui a pu en être faite est que lorsque le menu adaptable est présenté en premier au participant, celui-ci ne comprend pas bien l'intérêt d'effectuer une personnalisation de l'interface. A

l'inverse lorsqu'il est présenté après une autre interface, l'utilisateur a découvert les limites de la première interface et s'attèle donc à personnaliser le menu, et gagne ainsi en rapidité. On a ici un exemple de manque de compréhension qui peut jouer sur la performance dans le cas des menu adaptables.

Pour finir, lorsqu'il a été demandé aux participants quels menus étaient les plus efficaces selon eux, la majorité a répondu que le menu adaptatif était plus efficace que le menu fixe. Une justification de ce résultat est que puisqu'utilisateur comprend que l'interface s'adapte à lui, il se sent plus intégrer dans le processus de l'étude. Il est mis en valeur et est donc plus satisfait qu'avec un menu statique.

## 2.4.4 Comparaison entre interfaces adaptables et adaptatives

La comparaison entre les différents types d'interface a fait l'objet de plusieurs autres études. Andy Cockburn a aussi comparé différentes interfaces en 2007 [6] et Leah Findlater a aussi traité l'utilisation des interfaces adaptatives dans le cas des petits écrans en 2008 [10].

En résumé, les interfaces adaptables ont ainsi des avantages certains : l'utilisateur a le dernier mot sur l'adaptation de l'interface. Cela être considéré comme un véritable atout puisque justement l'interface est faite pour réaliser le lien entre la machine et l'être humain.

Par ailleurs, les interfaces adaptables sont simples à mettre en oeuvre. Si ceci n'est pas un critère à prendre en compte pour le développeur, il peut néanmoins avoir un poids. En effet, une telle interface adaptable n'aura pas de ratés comme cela pourrait être le cas avec une interface adaptative. C'est d'ailleurs la raison pour laquelle déjà des interfaces adaptables sont déjà utilisées par le grand public comme l'interface Métro de Windows 8.

Cependant, nous avons vu que certaines personnes ne savent pas non plus ce qui est le mieux pour l'interaction surtout lorsqu'elle n'ont pas d'expérience dans l'interface. Elles ne peuvent donc pas utiliser tout le potentiel des interfaces adaptables.

Il est à remarquer que les avantages de l'interface adaptable sont les inconvénients de l'interface adaptative. En particulier, les interfaces adaptatives sont critiquées pour ne pas suivre l'avis de l'utilisateur même lorsqu'il est très expérimenté ce qui est logique par construction de l'interface.

Un point noir des interfaces adaptatives est le manque de visibilité qui peut apparaître. En mettant en valeur les fonctionnalités considérées comme les plus importantes (les plus fréquentes, les plus récentes ou les deux), l'interface peut sous évaluer d'autres fonctionnalités voire les cacher.

En dépit de cette critique, il existe des situations où les interfaces adaptatives sont indispensables. En 2008, Findlater [10] a montré que ces interfaces sont utilisées sur les petits écrans comme les smartphones par exemple. D'après l'orientation des recherches, il semblerait que les chercheurs pensent qu'il y a bien une place pour les interfaces adaptatives. Sa présence sur certains supports devient une nécessité au vu de l'augmentation constante du nombre de fonctionnalités sur les petits dispositifs comme les smartphones. Les chercheurs essayent donc d'améliorer ces interfaces adaptatives.

Les interfaces adaptables sont elles déjà bien utilisées auprès du grand public et ont fait leurs preuves mais elles connaissent des limites sur certains dispositifs comme les écrans de petite taille.

C'est pourquoi je me suis focalisé sur l'étude des interfaces adaptatives sur le reste du document.

## 2.5 Améliorations proposées

Depuis 1989, de nombreuses interfaces adaptatives ont été proposées pour combler certaines limitations comme la visibilité.

Pour illustrer cette évolution, voici un bref aperçu de certaines de ces IHM (voir figure 8) fait par Leah Findlater (2009 [11]). Dans cet exemple, on suppose que le critère pris en compte par les interfaces adaptatives est la fréquence d'utilisation. De plus, les fonctions les plus utilisées sont F et D viennent ensuite C, A, D et enfin E.

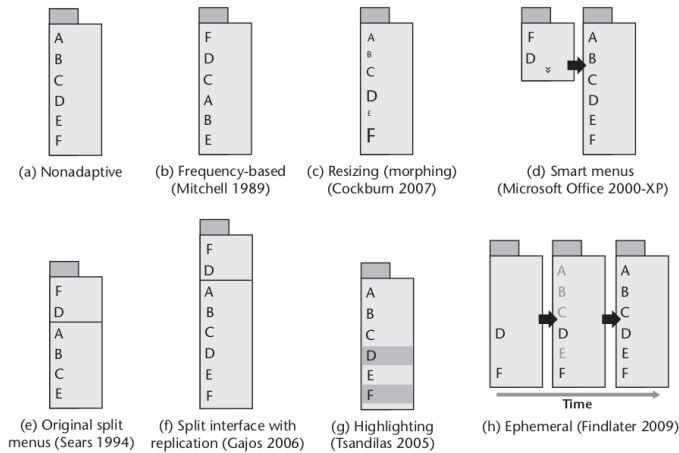


FIGURE 8. Différentes interfaces adaptatives

Dès 1989, Mitchell [12] proposa ainsi un menu dont l'ordre des actions était déterminé par la fréquence d'utilisation (voir figure 8b). Il s'agissait d'une nette innovation par rapport au menu traditionnel. Cependant, comme a pu le montrer l'étude de Leah Findlater (2009 [8] qui a été décrite ci-dessus, ce type de menu peut perturber l'utilisateur.

Cockburn en 2007 [6] définit une interface assez intéressante, il s'agit d'un menu dont l'ordre ne change pas. Cependant, c'est la taille de la police qui est modifiée (voir figure 8c). En effet, Cockburn part d'une loi très connue de l'IHM. La loi de Fitt évalue la vitesse à laquelle la souris se déplace vers un bouton précis. Cette vitesse n'est pas linéaire, elle passe par une phase d'accélération avant de décélérer avant d'arriver au bouton pour se placer le plus près possible du dit bouton. Une des conclusions de cette loi est qu'il vaut mieux avoir de gros boutons. Cockburn adapte ainsi le menu afin de respecter cette loi : les actions les plus utilisées seront alors les plus faciles à atteindre. On pourra remarquer que cela apporte une mise en valeur supplémentaire pour ces actions plus fréquentes.

La suite bureautique Microsoft Office 2000 a implémenté dans ses menus, une modification adaptative à la fréquence d'utilisation en n'affichant au préalable que les fonctionnalités fréquemment appelées. Le manque de visibilité est ici très limitant (voir figure 8d).

Un menu plus prometteur est en fait un "split menu" dont le premier sous-menu comprend les actions les plus fréquentes dans l'ordre de fréquence (Sears 1994 [13], voir figure 8e). Le second contient les autres mais dans l'ordre initial. Ce type de menu est déjà assez élaboré mais il pose les mêmes problèmes que celui de Mitchell (figure 8b). Même s'il est plus efficace en terme de rapidité que le simple menu, la version adaptable du split-menu est encore plus rapide que sa version adaptative.

Gajos en 2006 [9] dévoile une interface consistant à prendre le meilleur des menus statiques et des menus adaptatifs (voir figure 8f). La première partie du menu regroupe les actions fréquemment utilisées et est donc adaptative. La seconde est statique. Ainsi, on conserve l'avantage des menus statiques : l'utilisateur n'est pas perdu. Mais à l'inverse, pour les actions les plus utilisées, le gain est visible car les actions sont présentées en haut du split-menu.

Ensuite, une autre IHM est un menu dont l'ordre est inchangé mais c'est en surlignant les actions fréquentes que l'interface les met en valeur (Tsandilas 2005. [14] voir figure 8g).

Enfin, Leah Findlater propose une intéressante alternative à cette interface (2009 [15]). Il s'agit d'un menu où les informations apparaissent progressivement. A l'origine uniquement les fonctionnalités fréquentes sont affichées et ensuite, toutes les possibilités sont affichées grisées et enfin toute l'interface disponible est présente. Ce processus prend moins d'une seconde mais suffit à alerter l'utilisateur sur la fréquence des différentes fonctions. L'aspect temporel est bien présent ici et on a bien un exemple où en utilisant cette dimension temporelle, on améliore l'efficacité du menu (voir figure 9).

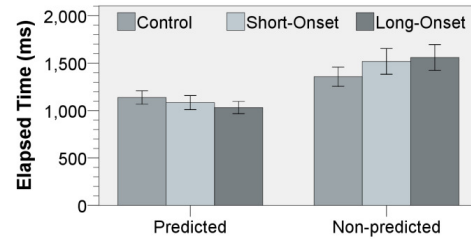


FIGURE 9. Les résultats de l'étude de Leah Findlater (2009)[15]

On voit que petit à petit la dimension temporelle prend une importance significative. L'exemple de l'interface éphémère de Findlater [15] est là pour l'attester. Et même si l'interface n'évolue que pendant quelques dixièmes de secondes, cela montre que le temps peut vraiment influencer l'interaction entre l'homme et la machine.

Nous allons maintenant nous intéresser à la plasticité à la plateforme. La recherche dans ce domaine est plus évoluée au point où nombres de techniques sont déjà appliquées pour le grand public. De plus, l'adaptation à la plateforme a depuis longtemps géré le facteur temps avec par exemple le clustering<sup>1</sup> où il s'agit de gérer au mieux l'évolution des ressources en fonction du temps.

### 3. État de l'art de la plasticité à la plateforme

Nous citerons ici certaines technologies qui permettent d'adapter l'interface à la plateforme que ce soit de manière statique où de manière dynamique. Le cas du web sera souvent cité car c'est dans ce domaine qu'elles sont les plus appliquées et les plus visibles.

#### 3.1 Technologies intemporelles

Dans le monde du web, la diversité des navigateurs a toujours posé problème aux développeurs. En effet, la plateforme, à travers le navigateur utilisé, peut varier d'un utilisateur à un autre. Il n'est pas rare d'obtenir du code css comme celui-ci :

```
-moz-box-shadow: 8px 8px 12px #aaa;
-o-box-shadow: 8px 8px 12px #aaa;
-webkit-box-shadow: 8px 8px 12px #aaa;
box-shadow: 8px 8px 12px #555;
```

Il s'agit ici de balises css3 qui appliquent une ombre sur l'objet ciblé. On peut y reconnaître une fonction principale (box-shadow), et d'autres fonctions préfixées (une pour chaque générateur de page html). Le cas du navigateur Internet Explorer n'est d'ailleurs même pas géré ici. En effet, les anciennes versions de chaque navigateur ne gèrent qu'une fonction préfixée (celle de leur générateur de page html). Il faut ainsi prévoir dans le code source des pages internet

1. grappes de serveurs

des fonctions pour chaque générateur. Mais ceci ne concerne que l'esthétique des sites internet.

D'autres technologies ne sont aussi fonctionnelles que sur les versions récentes des navigateurs (flash, javascript, etc).

Le débit de la connexion internet et la puissance de la machine (fréquence du processeur, mémoire vive, mémoire morte) peuvent aussi être des éléments clés à prendre en compte lors de l'élaboration d'un site internet ou de toute autre application destinée à fonctionner sur un nombre conséquent et diverse de plateformes.

Nous présenterons ici trois méthodes qui aident au développement dans le cas d'une multitude de plateforme cibles.

### 3.1.1 Graceful degradation

La dégradation gracieuse d'après Murielle Florins (2006 [16]) consiste à développer jusque dans les moindres détails pour une seule plateforme et à ensuite dégrader cette interface pour l'adapter aux autres plateformes moins puissantes. Pour reprendre l'exemple des fonctions d'ombre en css3, la dégradation gracieuse prévoirait de gérer un seul navigateur comme chrome et donc d'utiliser la balise :

```
-webkit-box-shadow: 8px 8px 12px #aaa;
```

L'étape suivante serait d'adapter la première pour qu'elle soit fonctionnelle sur les autres plateformes, quitte à ce que la version dégradée ne possède pas toutes les fonctionnalités de l'originale

Cette méthode est la plus ancienne et a par exemple été utilisée dès le début pour les site web.

### 3.1.2 Progressive enhancement

La seconde technique est plus récente et utilise un protocole inverse à la précédente : on développe un minimum de fonctionnalités pour que l'application soit opérationnelle sur un maximum de plateformes et ensuite, on tente de l'améliorer différemment sur chaque plateforme. Dans l'exemple des ombres, cela reviendrait tout simplement à omettre de prime abord les ombres et ensuite à les ajouter petit à petit en fonction du potentiel de chaque navigateur.

Nous allons voir maintenant une nouvelle technique où l'aspect dynamique est peut être encore plus présent.

## 3.2 Responsive design

Le responsive design consiste à concevoir une interface qui s'adapte à n'importe quelle résolution d'écran. Le but est d'obtenir un site toujours lisible et confortable à la lecture sur n'importe quelle plateforme.

Dans le cas du web, en changeant de plateforme, on doit ainsi retrouver le même site même avec une mise en forme différente. Certains plugins css proposent ainsi des aides à la gestion de telles interfaces comme Bootstrap qui s'occupent de gérer les différences de navigateurs ainsi que de résolution. Or il s'agit d'une technique dynamique. On pourra remarquer que les sites internet qui sont conçus en responsive design s'adaptent très bien lorsqu'on redimensionne la taille de la fenêtre du navigateur.

Nous avons vu ici que certains technologies assurant la plasticité de l'interface aux plateformes étaient en fait très bien abouties. Les difficultés qui apparaissent sont dans le lien entre l'environnement et la plateforme. En particulier sur les machines portables, la limite entre environnement et plateforme devient plus ténue.

Les recherches actuelles se sont souvent cloisonnées à l'un ou l'autre des paramètres du contexte d'usage. On se propose ici d'établir un nouveau contexte plus qui permettra peut être de supprimer certaines limitations

## 4. Contribution personnelle

Comme il a été présenté au départ, le contexte d'usage admis aujourd'hui est l'association des trois entités que sont la plateforme, l'environnement et l'utilisateur.

La variable temps n'est ainsi pas explicitement présentée. Lors des études, on fixe deux des trois paramètres, et on fait varier le troisième paramètre dans le temps. Bien que cette interprétation ait fait ses preuves jusqu'à aujourd'hui. On peut voir quelques incohérences apparaître. Tout d'abord, puisque l'humain utilise l'interface, sa compréhension et son interaction est obligé d'évoluer. A moins d'une très mauvaise conception de l'IHM, l'utilisateur apprend progressivement comme cette dernière fonctionne et la dimension temporelle prend alors tout son sens.

En outre, la limite entre environnement et plateforme devient plus tenue. En effet, certaines plateformes sont justement faites pour être utilisées dans n'importe quel environnement comme c'est le cas des smartphones et dans une moindre mesure des ordinateurs portables.

### 4.1 Mise à jour du contexte d'usage

La composante temporelle doit ainsi prendre une part plus importante dans le contexte d'usage en étant intégrée de manière explicite. Les trois facteurs sont maintenant :

- Utilisateur
- Espace
- Temps

L'espace comprend pour sa part deux sous parties que sont la partie numérique et la partie physique (voir figure 10).

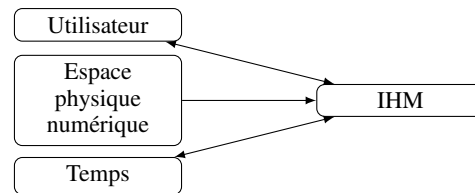


FIGURE 10. Un nouveau contexte d'usage

### 4.2 Particularités du temps

Puisque le temps fait l'objet d'une nouvelle attention, il faut poser les bases de critères comme il a été fait pour l'utilisateur. Ainsi on pourra commencer par les différentes échelles qui pourraient nous permettre de mesurer l'évolution du temps.

#### 4.2.1 Échelle de temps par mesure directe

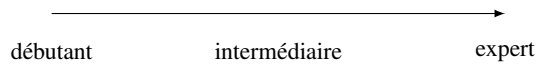
En premier lieu, on peut mesurer le temps en secondes. Il s'agit là de l'échelle de mesure la plus simple. L'interface éphémère de Findlater (2009 [15]) rentre dans ce cadre. Ainsi pendant les premiers dixièmes de secondes, le menu s'affiche progressivement. Cette évolution n'est régentée que par le temps effectif depuis le déclenchement de l'action par l'utilisateur.

#### 4.2.2 Échelle de temps par mesure indirecte

Mais on peut aussi détecter l'évolution du temps de manière indirecte. En mesurant l'expérience acquise par l'utilisateur sur l'interface, on peut ensuite adapter l'interface. L'échelle de mesure n'est plus alors la seconde mais une quantité plus abstraite qui reste dépendante du temps (voir figure 11). En effet, la plupart du temps, l'apprentissage d'un utilisateur prend un certain temps et n'est pas immédiat.

On pourra par exemple mesurer cette évolution en comptabilisant le taux d'erreurs fait par l'utilisateur : moins il fait d'erreurs, plus son expérience de l'IHM augmente.





**FIGURE 11.** La mesure du temps : l'évolution de l'expérience de l'utilisateur dans le système

Une autre échelle de temps indirecte concerne la création du modèle utilisateur. En effet, lors de la création d'un modèle utilisateur dynamique, l'interface sauvegarde progressivement les fonctions demandées par l'utilisateur pour étoffer le modèle. La mesure de la précision d'un modèle est déjà fonctionnelle. Findlater a ainsi comparé en 2008 [10], des modèles utilisateurs de précisions différentes.

Nous allons maintenant situer les interfaces qui ont été présentées dans ce document dans le nouveau contexte d'usage et y placer la zone d'étude qui nous intéresse. Auparavant, nous allons cependant devoir définir quelques termes pour une bonne compréhension de la suite.

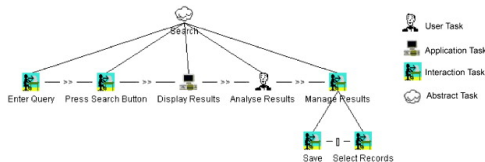
### 4.3 Définitions de quelques termes

Pour faciliter le développement d'une interface ou pour en améliorer sa compréhension, il existe des niveaux d'abstraction des IHM qui offrent chacun son point de vue :

- Modèle de tâches
- IHM Abstraite
- IHM Concrète
- IHM Finale

#### 4.3.1 Modèle de tâches

Le modèle de tâches est une hiérarchie des fonctionnalités d'une interface (voir figure 12). Il s'agit d'un arbre au sens algorithmique du terme. Chaque feuille de l'arbre représente une tâche élémentaire. Chaque noeud interne représente une procédure qui est un ensemble de sous-tâches liées par des relations (de composition ou temporelles)[17].



**FIGURE 12.** Exemple de modèle de tâches

Un tel modèle permet de représenter facilement toutes les opérations possibles avec l'IHM décrite.

#### 4.3.2 IHM Abstraite

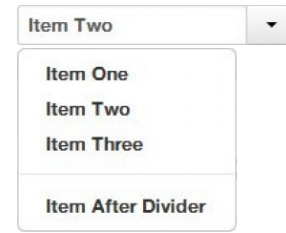
Ce modèle n'a quant à lui pas de véritable formalisme mais représente une certaine organisation de l'affichage autour de trois possibilités[17] :

- Structuration de l'IHM en espaces de dialogue
- Enchaînement entre espaces de dialogue
- Contenu conceptuel des espaces

C'est dans ce modèle que l'on regroupe les widgets pour l'affichage.

#### 4.3.3 IHM Concrète

L'IHM concrète comprend la nature des "widgets utilisés" pour mettre en valeur l'information et offrir à l'utilisateur la meilleure interaction possible. Ce sera par exemple dans ce modèle qu'on spécifiera si on veut un simple champ ou une comboBox (voir figure 13).



**FIGURE 13.** ComboBox

### 4.3.4 IHM Finale

Ce modèle ressemble vraiment à l'interface visible par l'utilisateur et détermine par exemple le langage de développement utilisé pour fournir l'interface. En effet, chaque bibliothèque graphique a ses propres rendus.

Maintenant que nous avons défini ces principales expressions, nous allons présenter le positionnement des résultats précédemment vus dans ce nouveau contexte d'usage.

### 4.4 Positionnement des résultats actuels dans ce nouveau contexte

#### 4.4.1 Mise en place

Nous allons positionner l'ensemble des résultats vu ultérieurement, ainsi que quelques exemples déjà utilisés par le grand public sur un graphe selon les axes de temps et d'espaces. Sur chaque axe, on positionne l'interface en fonction de sa gestion du critère.

Par ailleurs, on décorera chaque entrée, en signalant jusqu'à quel niveau d'abstraction peuvent avoir lieu les modifications. Cela permettra de repérer si ces méthodes opéreront des modifications en profondeur des interfaces (voir figure 14).

Au sein même de cette partie, on ordonnancera à gauche les interfaces qui ont une gestion basique du temps et à droite celle qui ont une gestion poussée du temps.

#### 4.4.2 Quelques explications

Certaines interfaces sont ainsi placées dans la partie qui gère le temps. En effet, les interfaces adaptatives utilisent un modèle utilisateur dynamique et s'adaptent donc d'elles même au cours du temps.

L'interface éphémère de Findlater (2009 [15]) peut être considérée comme gérant mieux le temps que les autres interfaces adaptatives. En effet, dans cette interface, on peut reconnaître une double gestion du temps :

- gestion due à la modification du modèle utilisateur
- gestion due à l'apparition progressive des différentes fonctionnalités.

On remarquera par ailleurs que sur cette interface éphémère, les deux échelles de temps définies en 4.2 sont utilisées en parallèle.

Les split-menus adaptables et l'interface de Windows 8 sont deux interfaces adaptables. Elles gèrent ainsi le temps car elles comptent sur l'expérience de l'utilisateur pour être modifiée. Ainsi l'utilisateur, après avoir compris les limites de l'interface initiale, va réadapter les menus et icônes selon sa volonté. De plus l'interface Windows 8 peut être considérée comme gérant l'espace car elle est disponible à la fois sur PC et sur smartphone, il y a donc bien une adaptation à la plateforme.

Cependant, le générateur d'interface proposé par Gajos (2008 [9]) ne gère quand à lui pas le temps. En effet, l'utilisateur répond à des questions et ensuite l'interface est générée une fois pour toute.

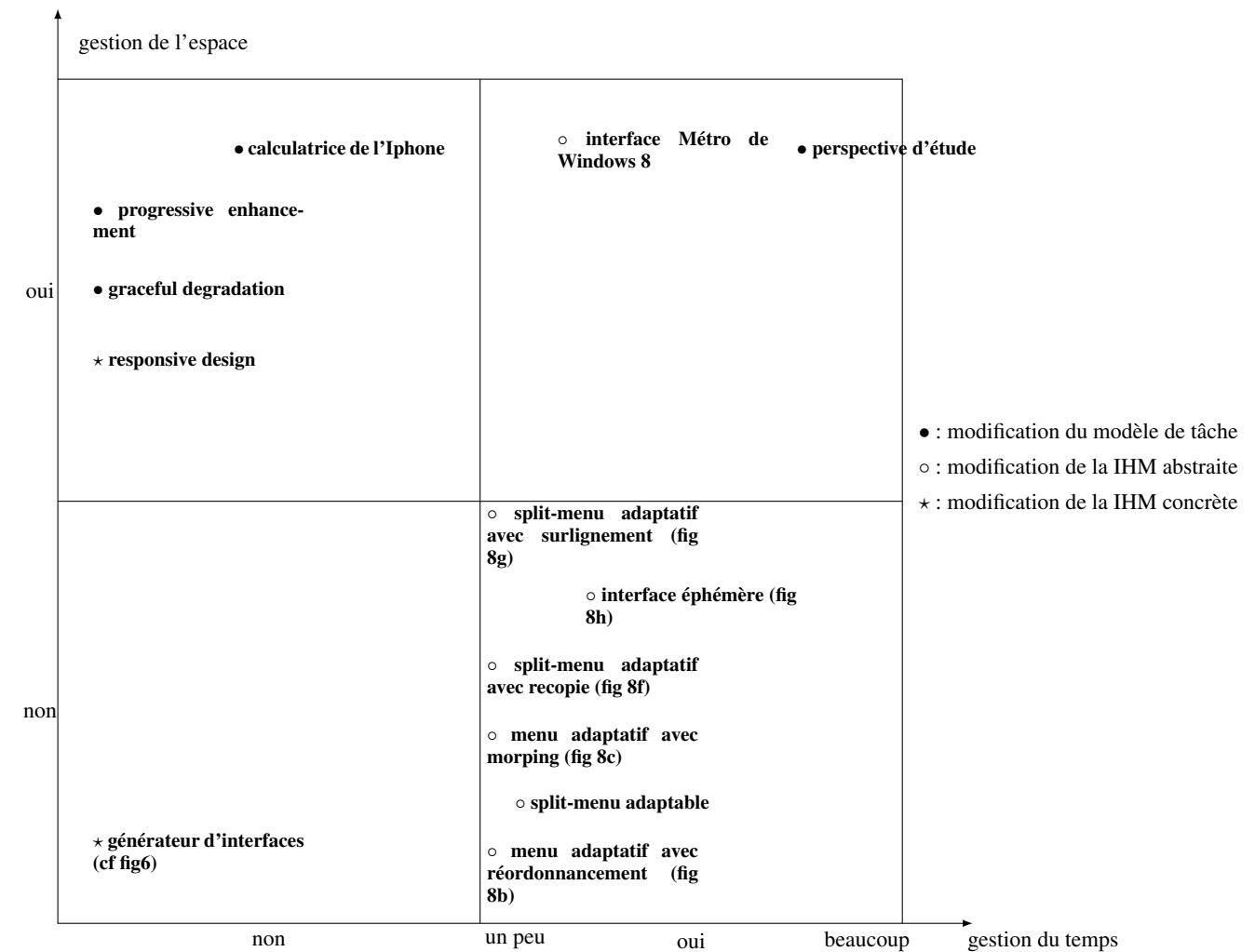


FIGURE 14. Vu d'ensemble des différentes méthodes d'adaptation dans le nouveau contexte

## 5. Perspective d'étude

C'est dans ce contexte que je souhaite étudier une interface adaptative (voir figure 14). Il s'agirait ainsi d'une interface gérant le temps sur deux à trois facettes.

La présence d'un modèle utilisateur dynamique offrira une première gestion du temps à l'instar des interfaces adaptatives déjà présentées. L'unité de temps sera alors la précision du modèle utilisateur.

Une seconde gestion permettra de détecter l'expérience de l'utilisateur dans l'interface qui évoluera au cours du temps.

Enfin, une troisième gestion sera envisageable. Elle rejoindra celle proposée par findLater dans l'interface éphémère. En effet, ce système de gestion du temps a fait ses preuves pour éviter le manque de visibilité.

Le prototypage d'une telle interface fera l'objet de mon stage de deuxième année auprès de l'entreprise Altim.

## 6. Conclusion

En conclusion, j'ai mis à profit le module d'Initiation à la Recherche en Laboratoire pour étudier ce qui se faisait en terme

d'interfaces plastiques. Il m'est apparu que l'utilisateur était alors le facteur le moins bien géré.

En comprenant le fonctionnement de l'ensemble de cette plasticité à l'utilisateur, j'ai admis que c'était le caractère évolutif, particulièrement visible dans l'interaction entre l'IHM et l'utilisateur qui n'était peu ou pas utilisé auprès du grand public.

C'est pourquoi j'ai décidé de me focaliser sur ce paramètre. Les interfaces adaptatives sont ainsi un type d'interfaces prometteur. Si elles ne sont pas très utilisées actuellement, les chercheurs mettent tout en oeuvre pour proposer des améliorations de telles interfaces.

Enfin, après avoir décrit ces propositions, j'ai envisagé un nouveau contexte d'usage pour mettre en valeur la caractéristique temporelle qui était sous-jacente dans le contexte de départ.

Maintenant que j'ai pu comprendre l'ensemble des résultats qui ont percés jusque là, je vais pouvoir durant mon stage de seconde année, travailler sur un cas concret d'interface plastique pour l'utilisateur. Cette interface comportera une grosse gestion de la dimension temporelle avec un modèle dynamique, une adaptation à l'expérience de l'utilisateur au système et peut être un processus d'aide à la visibilité par affichage progressif.



## Références

- [1] Ganneau Vincent. *Modèle Utilisateur pour la Plasticité des Interfaces Homme-Machine en Mobilité*. PhD thesis, Université Joseph Fourier, 2008.
- [2] Susan Gauch, Mirco Speretta, Aravind Chandramouli, and Alessandro Micarelli. User profiles for personalized information access. *The adaptive web*, pages 54–89, 2007.
- [3] Jean-Yves Antoine and Denis Maurel. Aide à la communication pour personnes handicapées et prédiction de texte. *TAL, Traitement Automatique du Langage*, 48(2) :9–46, 2007.
- [4] Ingo Schwab and Alfred Kobsa. Adaptivity through unobstrusive learning. *KI*, 16(3) :5–9, 2002.
- [5] Apple. *Manuel d'utilisation du PowerBook G7 17"*, 2005. <http://support.apple.com/manuals/#powerbook>.
- [6] Andy Cockburn, Carl Gutwin, and Saul Greenberg. A predictive model of menu performance. In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, pages 627–636. ACM, 2007.
- [7] Leah Findlater and Joanna McGrenere. Beyond performance : Feature awareness in personalized interfaces. *International journal of human-computer studies*, 68(3) :121–137, 2010.
- [8] Leah Findlater and Joanna McGrenere. A comparison of static, adaptive, and adaptable menus. In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, pages 89–96. ACM, 2004.
- [9] Krzysztof Z Gajos, Daniel S Weld, and Jacob O Wobbrock. Decision-theoretic user interface generation. In *Proc. of the 22nd AAAI Conf. on Artificial Intelligence (AAAI-08)*, 2008.
- [10] Leah Findlater and Joanna McGrenere. Impact of screen size on performance, awareness, and user satisfaction with adaptive graphical user interfaces. In *Proceedings of the twenty-sixth annual SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, pages 1247–1256. ACM, 2008.
- [11] Leah Findlater and Krzysztof Z Gajos. Design space and evaluation challenges of adaptive graphical user interfaces. *AI Magazine*, 30(4) :68, 2009.
- [12] Jeffrey Mitchell and Ben Shneiderman. Dynamic versus static menus : an exploratory comparison. *ACM SIGCHI Bulletin*, 20(4) :33–37, 1989.
- [13] Andrew Sears and Ben Shneiderman. Split menus : effectively using selection frequency to organize menus. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI)*, 1(1) :27–51, 1994.
- [14] Theophanis Tsandilas et al. An empirical assessment of adaptation techniques. In *CHI'05 extended abstracts on Human factors in computing systems*, pages 2009–2012. ACM, 2005.
- [15] Leah Findlater, Karyn Moffatt, Joanna McGrenere, and Jessica Dawson. Ephemeral adaptation : The use of gradual onset to improve menu selection performance. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pages 1655–1664. ACM, 2009.
- [16] Florins Murielle. *A Method For Designing Multiplatform Graphical User Interfaces*. PhD thesis, Université catholique de Louvain, 2006.
- [17] Bérard François and Calvary Gaëlle. Cours d'ihm, les grands principes des méthodes de conception. [http://brouet.imag.fr/fberard/IHM/Download?action=download&upname=04\\_Method.pdf](http://brouet.imag.fr/fberard/IHM/Download?action=download&upname=04_Method.pdf).