

# Mouvements oculaires et évaluation de documents électroniques

Jean Caelen<sup>1</sup>, Véronique Églin<sup>2</sup>, Solange Hollard<sup>1</sup>, Brigitte Meillon<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire CLIPS-IMAG Grenoble

[Jean.Caelen@imag.fr](mailto:Jean.Caelen@imag.fr), [Solange.Hollard@imag.fr](mailto:Solange.Hollard@imag.fr), [Brigitte.Meillon@imag.fr](mailto:Brigitte.Meillon@imag.fr)

<sup>2</sup> Laboratoire LIRIS-RFV INSA Lyon

[eglin@rfv.insa-lyon.fr](mailto:eglin@rfv.insa-lyon.fr)

**Résumé** L'enregistrement des mouvements oculaires de sujets confrontés à des documents électroniques permet deux types d'approche : d'une part les données recueillies nous renseignent sur la lisibilité des documents, elles facilitent par exemple la comparaison de différents sites Web qui proposent un même thème ; d'autre part, ces données mettent en évidence les comportements de différents types d'utilisateurs engagés dans une même tâche, comportant notamment l'interprétation d'éléments polysémiques. Dans cet article, nous mettons en évidence l'intérêt des mesures oculométriques pour le diagnostic de pages Web commerciales, pour la structuration de documents composites et la compréhension d'énoncés.

**MOTS-CLES** : oculométrie, mouvements oculaires, simulation de parcours, structure de documents, évaluation de sites Web, construction du sens, comportement interprétatif, polysémie.

**Abstract** Recording ocular movements of subjects confronted with electronic documents allows two types of approach : on one hand, the data collected inform us about the readability of the documents, they facilitate for example the comparison of various Web sites which propose a same topic; in addition, these data highlight the behaviours of various types of users committed in the same task.

**KEY-WORDS** : eye-tracking, ocular movements, web sites evaluation, visual scan simulation, documents structures, sense construction, interpretative behaviour, polysemy.

## 1. 1 Introduction

### 1.1 Mouvements oculaires et vision

Il est généralement admis [RAY 92] que les mouvements oculaires d'un sujet engagé dans une tâche visuelle, reflètent bien les processus cognitifs à l'œuvre dans cette activité. Dans l'étude de l'activité de lecture, par exemple, l'analyse de l'emplacement, du nombre et de la durée des fixations oculaires, de l'amplitude des saccades et des variations de la direction du regard, sont autant d'indices des opérations mentales de traitement des informations visuelles qui se déroulent, d'une façon automatique ou contrôlée. L'enregistrement des mouvements oculaires fournit une trace spontanée, directe et mesurable de l'attention du sujet en action. L'idée développée ici est d'analyser la trace du regard pendant la lecture d'un document pour en tirer un diagnostic sur la pertinence de ce document, aux niveaux de la structure et du contenu. Cette trace révélera également des comportements spécifiques de différents types de sujets. Nous présenterons d'abord quelques données sur l'oculométrie, puis trois recherches illustrant l'intérêt de cette technique : la première utilise le parcours oculaire pour repérer la structure de documents électroniques, la seconde évalue des sites Web en analysant le comportement oculaire de sujets qui les explorent, la troisième tente, à travers les indices fournis par l'oculométrie, de comprendre les processus à l'œuvre dans la construction du sens. Nous ne présenterons pas ici le dispositif d'enregistrement des mouvements oculaires, ni les logiciels de pilotage et d'exploitation des résultats réalisés au CLIPS<sup>1</sup>, mais le lecteur intéressé pourra se reporter au site du laboratoire : <http://www-clips.imag.fr> .

---

<sup>1</sup>Meillon, B. 2000, Projet SHIVA, Développement de logiciels spécifiques, et Meillon, B. 2003, L'oculométrie au CLIPS, Documents CLIPS.

Le parcours oculaire se caractérise :

- par un aspect temporel, le temps de fixation sur les différentes parties du document, le temps de lecture total,
- par un aspect spatial : taille des empan, localisation des points de fixation,
- par un aspect stratégique : nombre des fixations, retours arrière.

Ces caractéristiques dépendent en grande partie du type de document lu : en lecture de texte, la trajectoire oculaire apporte des indications sur la façon dont le sujet en construit le sens. Par exemple, un temps de fixation très long<sup>2</sup> sur une même zone du texte, une fréquence élevée des retours arrière<sup>3</sup>, ou une réduction de la taille des empan<sup>4</sup> indiqueront des difficultés de construction du sens. L'analyse des mouvements oculaires de sujets engagés dans une tâche de lecture permet donc d'évaluer, au delà de leur propre style cognitif dans cette tâche, le degré de difficulté d'interprétation présenté par la tâche elle-même. La fixation initiale suffit à dégager une information globale sur le sens de la scène affichée et à déterminer les zones d'intérêt qui seront parcourues. Dans les instants qui suivent, la taille de la saccade diminue et la durée de la fixation augmente avec la densité d'informations présentées à l'affichage et la difficulté de la tâche impartie.

## 1.2 De la saccade oculaire à la construction du sens pour l'évaluation de documents

Dans la prise d'information par le regard sont convoqués deux processus : l'un périphérique, celui de la perception (incluant la reconnaissance des formes) proprement dite et l'autre central, celui de la cognition (rappel mémoriel, compréhension au plan sémantique et interprétation au niveau pragmatique). Il existe trois familles de théories concernant le traitement et la reconnaissance visuelle en fonction de la nature du stimulus (objet, scène ou visage), qui prennent en compte la tâche demandée au sujet (simple catégorisation ou identification) [MAR 00]. Quel que soit le type d'objet, les expériences montrent que le temps d'identification du stimulus s'avère peu sensible au type de présentation de l'objet (dessin, photo, croquis), pourvu que celle-ci conserve les informations relatives à la structure de l'objet [BIE 87, 95] et aux translations et aux dilatations subies par l'objet. En revanche, les rotations 2D ou 3D du stimulus influent fortement sur la rapidité de l'identification.

L'activité cognitive produit des images mentales qui présentent des ressemblances fonctionnelles et structurales avec l'activité perceptive visuelle. Les représentations mentales sont de deux types : forme abstraite assimilée à un codage propositionnel de l'information, et forme analogique de l'objet représenté. Cette dernière est une image mentale qui conserve les propriétés structurales et fonctionnelles de l'objet. Ainsi, l'objet réel perçu, le document visuel ou image matérielle qui le représente, le percept ou image née de la perception (qui peut n'être que partielle), et l'image mentale détiennent des caractéristiques communes qui correspondent à la même structure générale de l'objet. Cette activité cognitive est fondamentale chez l'homme lors de son exploration du document pour la compréhension du contenu. De plus, cette exploration est fortement rattachée aux propriétés de mise en page définies par les auteurs. Le document prend ainsi tout son sens à travers les effets typographiques et typo-dispositionnels qui valorisent le message à transmettre. Dans cette étude, nous considérons les documents à travers leur structure et la hiérarchie des niveaux d'information. Les catégories de documents que nous traitons sont définies par l'existence d'une charte éditoriale qui structure les contenus (pages Web, articles de magazines, de journaux, actes de conférences normalisés, etc.). L'auteur organise généralement cette structure en régions d'intérêt qui valorisent les régions porteuses d'information, de sens, comme le souligne Doermann [DOE 97]. La lecture d'un document résulte ainsi de stratégies exploratoires de ces zones d'intérêt. On distingue : la lecture complète (de type lettres, articles, romans, etc.), le survol (correspondant à la lecture dite familièrement *en diagonale* des journaux, des magazines, des catalogues, etc.) et enfin l'inspection ciblée d'une région particulière en vue d'une recherche d'information (vérification dans un dictionnaire, encyclopédie, manuel, guide, etc.). Le processus de recherche d'information nécessite donc la connaissance de plusieurs facteurs : le type de document traité (document technique, scientifique, publicitaire, manuscrit, etc.), les styles de mise en page et l'organisation logique des entités présentées.

Dans ce contexte, nous abordons à travers les aspects oculomoteurs de la recherche d'informations trois types d'applications : la première est en relation avec l'évaluation de la structure des documents (documents possédant une charte éditoriale bien définie et ayant recours à des outils typographiques variés) par la simulation automatique et informatisée d'un parcours visuel potentiel sur la page et qui aboutit à une reconstruction des régions informatives. Cette simulation s'effectue par la recherche de points de fixation qui constituent les centres d'intérêt visuel de la page. La deuxième application concerne l'évaluation comparative de sites Web mettant l'accent sur les aspects méthodologiques, les protocoles expérimentaux et l'interprétation des comportements des sujets internautes. La troisième enfin, tente, à travers les indices fournis par l'oculométrie, de comprendre les processus à l'œuvre dans la construction du sens. Pour la première application, nous avons choisi de centrer notre description autour du système de simulation et d'évaluation automatique des structures. La partie oculomotrice expérimentale à l'origine de la conception du système et liée au nombre de participants, au mode de recrutement, à l'âge des intervenants et à leur expérience ne sera présentée que très brièvement. Les autres applications, plus expérimentales, préciseront davantage ces aspects.

---

<sup>2</sup> Une fixation dure entre 100 et 500 millisecondes (ms). La durée moyenne est de 250 ms.

<sup>3</sup> La proportion normale de retours arrière, ou « régressions », n'est que de 10 à 15 % des saccades.

<sup>4</sup> La taille normale d'un l'empan est d'une vingtaine de lettres.

# 1. Application à l'évaluation de la structure du document

## 2.1 Simulation du principe du survol pour la reconstruction physique des documents

Pour évaluer l'organisation spatiale du document (et dégager des informations de structure), la stratégie exploratoire la plus appropriée parmi les stratégies précédemment citées est le *survol*. Nous avons donc donné cette consigne à des sujets sur une base de documents de tests la plus diversifiée possible. Cette base est constituée de pages numérisées par nos soins rassemblant des documents de type magazines, journaux d'information, articles scientifiques normalisés de conférences internationales et documents publicitaires. On en compte 120. A partir des observations faites des trajectoires et des zones de fixations des sujets en situation de *survol* sur l'ensemble de ce corpus, nous avons développé un système de simulation du parcours aboutissant à une reconstruction possible de la structure physique du document. Cette reconstruction illustre la répartition des régions d'intérêt sur la page qui sont caractérisées dans notre système par différents indicateurs visuels de prégnance, tels que la complexité des formes qui se traduit par une analyse de la distribution des contours des objets, la symétrie des objets textes, images et graphiques, et la courbure des formes évaluée à partir d'un maillage discret positionné sur la page.

## 2.2 Approche expérimentale et protocole

L'analyse que nous proposons repose essentiellement sur la collecte d'indices liés aux mouvements oculaires (caractéristiques des saccades oculaires), ainsi qu'aux indices liés aux tactiques oculaires (organisation générale de la prise d'information). Une analyse plus complète nous amènerait normalement à traiter la durée des fixations, la durée et la fréquence des pauses du regard ainsi que la vitesse de transition entre deux saccades. Ne visant pas une analyse complète de l'activité oculaire de l'observateur, nous avons privilégié une analyse portant sur l'organisation spatiale des données. Le contexte expérimental permettant de caractériser la durée et le lieu des fixations dépend essentiellement de trois facteurs : la tâche (objectif ou exigence de l'exploration), la qualité de la présentation des informations, et les facteurs purement individuels propres à l'opérateur (familiarité, confiance, connaissance...). Ce dernier facteur reste naturellement le plus délicat à introduire dans un système automatique de simulation et de reconnaissance. Un travail préalable de préparation des scénarii paraît ainsi indispensable pour mettre en évidence une relative stabilité des comportements visuels étudiés. En effet, face à une situation identique, un observateur novice n'aura pas le même comportement qu'un expert. Il apparaît donc comme une nécessité de bien définir tous les critères qui influencent les résultats. Nous limiterons ici la présentation du contexte expérimental à la consigne, au nombre et qualités des sujets.

Pour cette expérimentation, nous avons sélectionné dix sujets pour participer au repérage d'informations sur une base réduite de 16 documents différents ; tous présentant soit des caractéristiques visuelles différentes, soit une organisation spatiale de l'information différente. Chaque sujet est soumis à une tâche d'observation du document. La consigne consiste en une observation rapide du document *entier* : cette observation doit aboutir à une connaissance globale du contenu du document (phase de pré attention). L'observateur doit alors être en mesure de donner les informations essentielles, celles-ci étant recueillies par des fixations successives aux « endroits » stratégiques du document (titres, sous-titres, images, mise en page particulière, etc.) mis en évidence par la mise en forme matérielle du document. Cette phase est limitée à une dizaine de secondes. Le sujet a alors le temps de mémoriser l'organisation logique du document et peut en restituer aisément le contenu.

## 2.3 Exploitation des mesures

L'exploitation de ces mesures s'effectue par une acquisition et un codage des données oculométriques recueillies sur un observateur humain. Cette étape d'exploitation correspond pratiquement à une phase d'interprétation des séquences saccades-fixations, et à une localisation des principales zones d'intérêt.

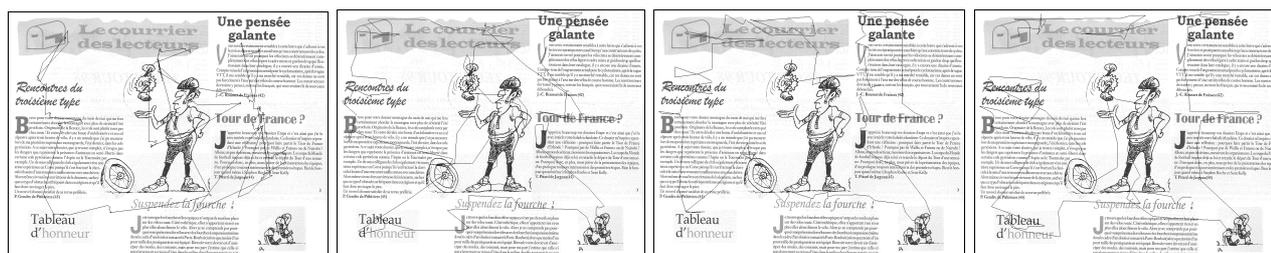


Figure.1 : Exemple de mesures oculométriques dans le cas du survol d'un document extrait de magazine.

Ces zones d'intérêt sont mises en évidence sur la figure 1, où l'on peut constater une grande constance des résultats d'un sujet à l'autre. Nous n'avons fait figurer dans cet exemple que les résultats les plus significatifs.

## 2.4 Méthodologie de simulation automatique du parcours et structuration de documents

Le système de structuration des données qui a été développé procède par *anticipation du regard* ; il permet d'établir des liens entre les différentes zones d'un document sur lesquelles, à un instant donné, toute l'attention est focalisée. Pour cela, il a fallu adapter pour l'exploration des documents, différents éléments liés à la perception visuelle humaine, en redimensionnant le champ visuel et en l'adaptant à l'espace du document. Nous avons retenu une hypothèse fondamentale : il existe chez l'homme une émergence de l'information par zones d'intérêt matérialisées sur les exemples de la figure 1 par des zones de fixations. Sur cet exemple, on s'aperçoit que les fixations sont localisées pour la plupart dans les zones d'images (grandes illustrations ou icônes), de titres et de sous-titres, c'est-à-dire dans les zones que le rédacteur du document aura mises en évidence (taille des caractères, grasses, espaces inter-lignes, couleur, etc.).

Les résultats des mesures que nous avons obtenues ne peuvent pas être détaillés dans cette section dans laquelle nous préférons aborder plus longuement l'intérêt de l'expérience pour la construction d'un système de simulation et de structuration automatisé. Les résultats nous fournissent en effet des indications sur les stratégies psycho-visuelles du sujet dans une situation de survol de documents et permettent d'élaborer des règles de sélection des zones attractives, basées sur le fait que les zones de focalisation de l'attention se concentrent préférentiellement autour des images, des titres, et plus généralement des régions à fort contraste.

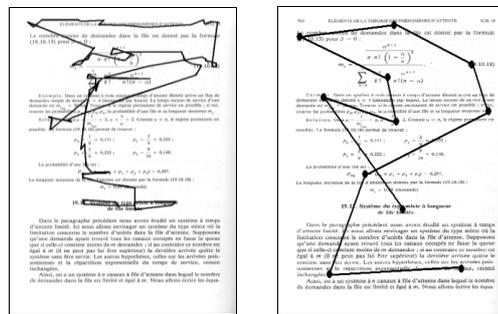


Figure.2 : Exemple de mesures oculométriques réelles (à gauche) et simulées (à droite).

L'exploration simulée par le système est décrite par le trajet oculaire du regard sur le document (voir figure 2) et la segmentation se traduit par un découpage en zones d'intérêt, découpage d'autant plus fin que les régions explorées sont nombreuses (voir figure 3).

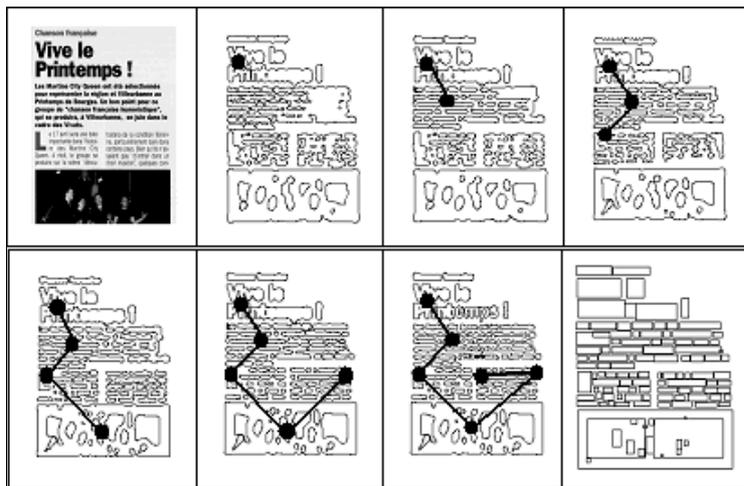


Figure 3 : Convergence des fixations vers une représentation unifiée où la succession des fixations aboutit à une reconstruction de la page.

Le principe consiste à choisir un point de fixation (déterminé à partir de caractéristiques locales de l'image) puis à filtrer l'image en ce point en diminuant progressivement la fréquence de coupure avec l'éloignement au centre de fixation. On parvient ainsi à une représentation de l'image centrée en un point de fixation particulier correspondant à un centre d'intérêt du document avec une décroissance de précision du centre à la périphérie de l'image (figure 3). A partir d'une série de descriptions centrées en différents points de fixation on obtient un parcours visuel sur l'image et une reconstruction possible de l'unité physique du document. A partir du découpage visuel des différentes entités du document, la récupération des différents niveaux informatifs et logiques de la page devient alors possible. La représentation géométrique de la segmentation qui est ainsi obtenue traduit un *ordre de lecture* dans un contexte de

survol et qui résulte du calcul de paramètres et de règles de sélection des zones attractives. Le tracé résultant (voir figure 3) met en évidence la structure *fonctionnelle* du document, telle qu'elle a été définie par Doermann [DOE 97] et qui correspond à la mise en forme visuelle de la page. A partir de ces données de structure, on peut proposer un classement des zones informatives de la page. Naturellement, l'information géométrique n'est pas suffisante pour caractériser complètement des données qui présentent des caractéristiques « perceptives » de texture. Ainsi, pour mettre en évidence les régions d'intérêt du document, il s'est avéré indispensable en plus de l'étape de segmentation précédemment exposée, de mettre en place une méthode de classification, [EGL 98,01].

La seconde application liée à l'exploitation des mesures oculométriques est l'évaluation comparative des sites Web, présentée ci-après.

### 3. Evaluation comparative des sites Web

#### 3.1 Cadre théorique et contexte de l'étude

##### *But de l'étude*

Le commerce électronique est en pleine expansion. Les annonceurs, particulièrement les PME-PMI, sont démunis pour l'évaluation de leurs pages Web. Ils ont un grand besoin d'outils pour l'aide à la conception de ces pages dans le souci d'améliorer leur impact auprès des clients. La recherche présentée ici vise à aider les concepteurs de pages Web par des outils de guidage ergonomique fondés sur l'inspection visuelle automatisée.

Pour aider la conception et la réalisation des pages Web, il faut insister sur l'importance du diagnostic dans le cycle de vie du développement : la conception définit le contenu et la forme des pages, puis la réalisation conduit à une première maquette que l'on diagnostique et que l'on affine par répétitions successives. Pour des pages Web, la cible est le client, c'est-à-dire *in fine* un lecteur ayant des attentes. L'évaluation se pose donc en termes de diagnostic visuel d'un document en fonction d'objectifs supposés de ce client : il recherche certaines informations dans le document et/ou il sera attiré par certaines parties du document en étant sensible à certains facteurs comme l'authenticité du document, sa fréquence de remise à jour, etc. Evaluer un document revient donc à vérifier que certains critères, critiques pour cette tâche de lecture particulière, sont respectés.

La recherche présentée ci-après, part du postulat que la trajectoire du regard sur le document porte des informations utiles pour l'évaluation. En effet, il a été montré [EGL 98] que l'analyse des points de fixation du regard sur l'image permet de reconstruire la structure du document. Il est également possible de récupérer les différents niveaux informatifs et logiques de la page. Sur ce constat, il est envisagé dans le projet, d'appliquer des techniques d'inspection visuelle automatique pour le diagnostic ergonomique de documents html.

##### *Postulats de l'existence de schémas de lecture*

Les travaux existant sur l'exploration visuelle des documents ont montré qu'il existait trois types de parcours oculaires appelés « schémas de lecture » que l'on retrouve également dans le cas des sites Web. Ces parcours sont les suivants :

- Balayage en « Z » : le lecteur lit le document suivant un parcours dont la forme générale rappelle la lettre Z, quitte à revenir, par la suite, à un point perçu comme éventuellement intéressant. Ce modèle s'explique, chez les occidentaux, par un facteur culturel : l'écriture se déroule de gauche à droite et de haut en bas. Cette théorie conduit à accepter que, pour d'autres langues, l'habitude d'écriture et de lecture influence l'enchaînement des saccades.
- Balayage H « hiérarchique » : ce modèle se base sur l'hypothèse que les lecteurs construisent leurs représentations à partir de composantes de trois types : vivantes, mouvantes et stables rattachées aux catégories, (a) êtres vivants, (b) objets inanimés mobiles et (c) objets inanimés statiques. Lors de la lecture d'une image fixe, l'ordre de balayage est prédéterminé par la hiérarchie de ces trois composantes. Le lecteur fixe en premier les êtres humains ou animaux, puis les objets capables de mouvement (voitures, eau, nuages, etc.), et enfin les objets restant statiques (maison, montagne, etc.).
- Balayage S en « spirale » : en partant du coin supérieur gauche, le lecteur parcourt l'image selon un balayage en spirale, tout en se rapprochant de son centre. Initialement proche des bords, le rayon de la trajectoire diminue au fil des tours jusqu'à ce que toute la surface ait été parcourue. Lors d'enregistrements de parcours du regard, ce modèle est plus rarement observé, hormis lorsque l'image affichée présente des champs circulaires. L'attrait de ce modèle réside dans le rapprochement que l'on peut opérer avec les raisonnements de l'esprit humain : la déduction qui va du général au particulier, du principe à la conséquence, s'opposant à l'induction qui va du particulier au général, des faits aux lois. Dans ce cadre, le lecteur recherche initialement une compréhension globale de la scène avant d'en déterminer les différentes parties.

#### 3.2. Principe de l'organisation des sites commerciaux

D'une façon générale, les pages d'accueil de la plupart des sites Web à vocation commerciale peuvent être regroupées en quatre catégories, par rapport à la façon dont est organisé l'accès à l'information pour le client :

- C1 : il y a un moteur de recherche ou des listes de liens vers les catégories principales d'information. Le concepteur y privilégie le concept de tâche ;
- C2 : il y a un niveau métaphorique (icônes, photos, etc.) pour accéder aux catégories principales d'information. Le concepteur y privilégie le concept de tâche activé par des représentations ;
- C3 : il y a des menus fournissant tout ou partie de l'arborescence des catégories (ex : affichage du premier niveau de profondeur correspondant aux catégories principales, et des pages situées en profondeur sur le même axe). Le concepteur privilégie l'accès structuré aux informations et l'exhaustivité ;
- C4 : il y a des zones hybrides associant deux ou plusieurs modes d'accès précédents (par exemple, menus et métaphores des catégories principales).

La présentation de ces moyens d'accès peut elle aussi être classée en quatre grands types :

- P1 : présentation linéaire (comme un texte illustré),
- P2 : présentation imagée (comme une image intégrant graphisme et texte),
- P3 : présentation grille (avec des zones d'intérêt),
- P4 : présentation *escamot* (avec des textes volatils).

Ce qui, combiné avec les catégories Ci, constitue une variété de 16 types de page. Nous avons sélectionné 10 sites de commerce électronique<sup>5</sup> appartenant au domaine du tourisme, recouvrant une partie de ces 16 types. Ces sites proposent une information de type agence de voyage en langue française. Chacun peut permettre la réalisation des tâches demandées tout en se distinguant des autres par la structure et la présentation de l'information au client (application de critères ergonomiques, nature des liens mis en œuvre, etc.). La conception de ces sites est centrée *produit, client* ou *mixte* :

- en approche *produit* la page d'accueil présente tous les types de produits et services disponibles (cette approche est aussi dite *centrée institution*),
- en approche *client* le concepteur du site privilégie un certain type de client à travers ses contraintes de choix ou ses centres d'intérêts,
- l'approche *mixte* tente de répondre aux diverses préoccupations et buts de recherche du client tout en cherchant à lui montrer, dès la page d'accueil, le plus grand nombre possible de produits.

### 3.3. Protocole expérimental

L'expérience porte sur un groupe de 24 sujets internautes et de 5 sujets ergonomes. Les paramètres déterminant le but du sujet sont limités à trois : la date, le prix, la destination. Les sujets reçoivent consécutivement les consignes suivantes, la première plus précise que la seconde :

- 1- Je cherche un vol pour New York à moins de 400 euros pour la dernière quinzaine de mai,
- 2- Je prépare un voyage exceptionnel pour cet été.

Les sujets examinent tous les sites, dans un ordre aléatoire [LEV 88]. Nous avons considéré les tâches comme variables indépendantes, le nombre et la durée des fixations, la répartition des durées des fixations, et la somme des temps de regard sur les divers éléments comme variables dépendantes. Les parcours oculaires sont étudiés en enchaînements de points de mesures puis de points de fixations de durée > 250ms<sup>6</sup>, voir figure 4.

Il y avait deux grands types de sujets selon leur niveau de pratique d'Internet : les experts et les novices. Indépendamment du but de l'expérimentation, l'enregistrement de la trajectoire oculaire a permis de montrer que les novices sont davantage portés à regarder les zones d'images. Il apparaît également que les stratégies d'exploration sont mises en œuvre par les utilisateurs indépendamment de la tâche à accomplir. Quel que soit le sujet, les fixations supérieures à 500ms sont rares (moins de 20%) et peuvent être utilisées pour marquer son intérêt ou son incompréhension vis-à-vis d'un mot ou d'un objet.

<sup>5</sup> Les sites retenus sont : Airway, Carlson Wagonlit, Lastminute, Go Voyages, Selectour, Jet Tours, Usit Connect, Dégriftour, Look Voyages, Nouvelles Frontières

<sup>6</sup> Sur le plan méthodologique, le choix d'une durée minimale de fixation à 250ms nous assure que le sujet a le temps de traiter partiellement l'information capturée par son regard avant la fixation suivante, donc de la diriger dans un but exploratoire, même si des études [LOF 81] ont montré que 100ms constitue un seuil assurant une reconnaissance fiable de l'image.



Figure 4 : Exemple de représentation en points de mesure

### 3.4. Résultats et analyses

#### Analyse des comportements des sujets

Deux grandes familles de comportements se dégagent des parcours enregistrés :

1. Le sujet cherche davantage à identifier une cible précise, qui correspond au but de sa recherche, qu'à découvrir le sens complet du contenu de la page. Il la parcourt, prélève des échantillons et localise l'information qui l'intéresse. L'étude de la trajectoire du regard sur le document électronique et l'analyse des points de fixation de ce type de lecteur permettent de reconstruire la structure du document et d'obtenir différents niveaux informatifs.

2. Le sujet examine l'ensemble du document et recherche tous les accès à l'information possibles. Les temps de parcours sont longs en général dans ce cas qui vise l'exhaustivité. Ce type de lecteur, plus rare, est intéressant pour étudier par exemple la sémantique des titres de rubriques, les notes, légendes, etc.

L'internaute novice ou occasionnel regarde la plupart ou la totalité des photos. Il les considère souvent comme des liens vers l'information recherchée. L'internaute expert ne regarde que les photos qui peuvent cacher un lien ou une information métaphorique. La figure 5 illustre ces différences.

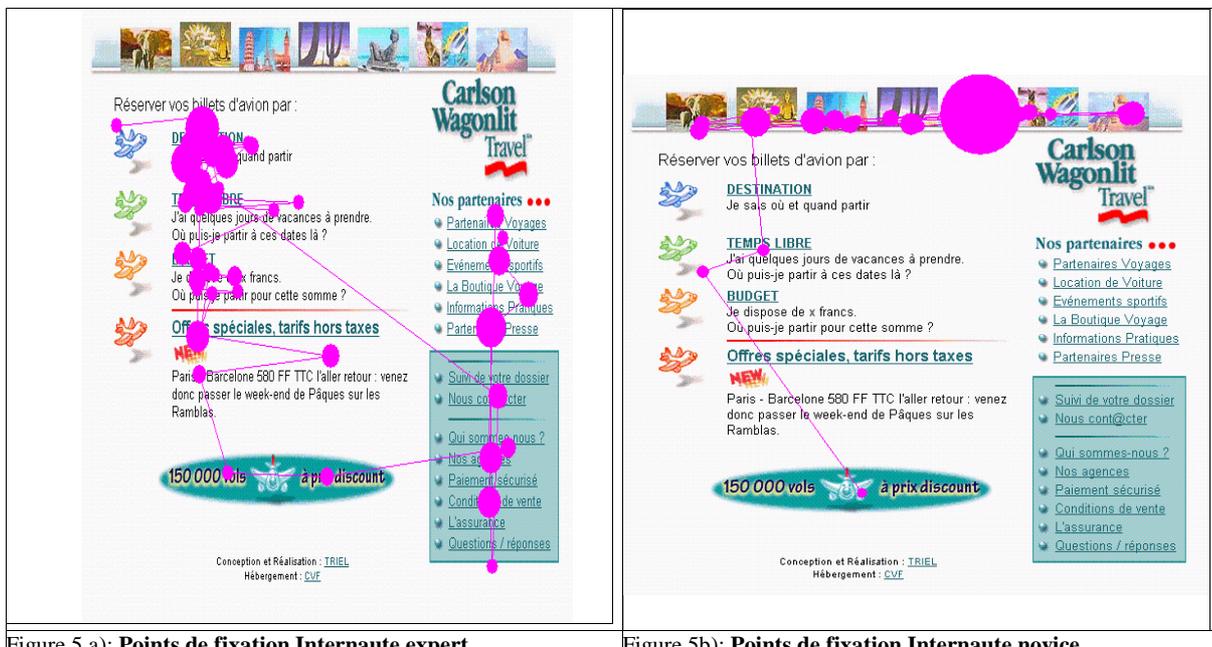


Figure 5 a): Points de fixation Internaute expert

Figure 5b): Points de fixation Internaute novice

Sur 64 parcours observés :

- 18 peuvent être assimilés à un balayage en Z,
- 11 peuvent être assimilés à un balayage hiérarchique,
- 5 peuvent être assimilés à un balayage en spirale,
- 30 ne peuvent être rapprochés d'aucun modèle connu, ce qui montre que l'exploration de pages Web ne s'apparente pas toujours à celle de documents classiques.

L'analyse de la séquence des 10 premières fixations montre généralement que, lorsque les fixations changent d'objet (icône, titre, etc.), chacune s'enchaîne dans la zone parafovéale de la précédente. Ceci confirme l'importance du traitement basse résolution dans la définition de la cible suivante. L'influence de la présence d'un moteur de recherche est importante : dans le cas d'une présentation explicite, le sujet peut s'y attarder puis l'utiliser ou non. Un moteur qui n'apparaît que partiellement à l'écran n'est que très rarement fixé. Il passe inaperçu. Le tableau ci-dessous illustre ces comportements pour les 3 sites concernés.

Sites	L'utilisent	Ne l'utilisent pas	Ne s'y attendent pas
Go Voyages	65%	10%	25%
Jet Tours	31%	26%	42%
Nouvelles frontières	60%	0%	40%

Tableau 1 : Comportement des sujets vis-à-vis d'un moteur de recherche

1. Les types de catégorisation et d'approche de conception utilisés ne constituent une limite ni aux possibilités ou rubriques présentées au client, ni à l'ergonomie des composants de la page. Ils sont donc équivalents du point de vue de la quantité d'information. Cependant, du point de vue qualitatif, la présentation « grille » est moins bien perçue par les sujets car elle a tendance à être « trop chargée » en informations. La présentation « linéaire » recueille leurs préférences lorsqu'elle est associée à une approche « client ». Le choix d'une structure « imagée » ou « escamot » ne semble pas constituer un paramètre pertinent sur les préférences des utilisateurs. L'abus de photos ou d'images nuit au temps de recherche et n'apporte pas toujours à l'esthétique.

### Analyse ergonomique

Quelques grandes questions ergonomiques se posent : Comment mesurer la complexité informationnelle de la page ? Comment préconiser un bon agencement des éléments d'information ? Comment évaluer rapidement la qualité d'un document ? L'analyse du nombre de fixations nécessaires à l'exploration de chaque page d'accueil, illustré dans la figure ci-dessous, fournit une différence significative entre les catégories de sujets pour une comparaison de différentes pages ( $F=5,45$  ;  $p=0,031$ ). Le nombre de fixations est sensible à la nature de l'information présente : il existe par exemple sur un site, une rubrique dont le titre représente exactement le but de la première consigne (le fait de disposer d'une rubrique « vols »), pour lequel le nombre de fixations est évidemment faible. Le temps d'exploration de la page, présenté dans la figure 6 a), semble être un bon révélateur de la densité des informations ou complexité informationnelle de la page. Le temps d'exploration, corrélé au nombre de fixations (lui-même lié à la quantité des rubriques et à la compréhension du moteur de recherche s'il y en a un) est présenté dans la figure 6 b).

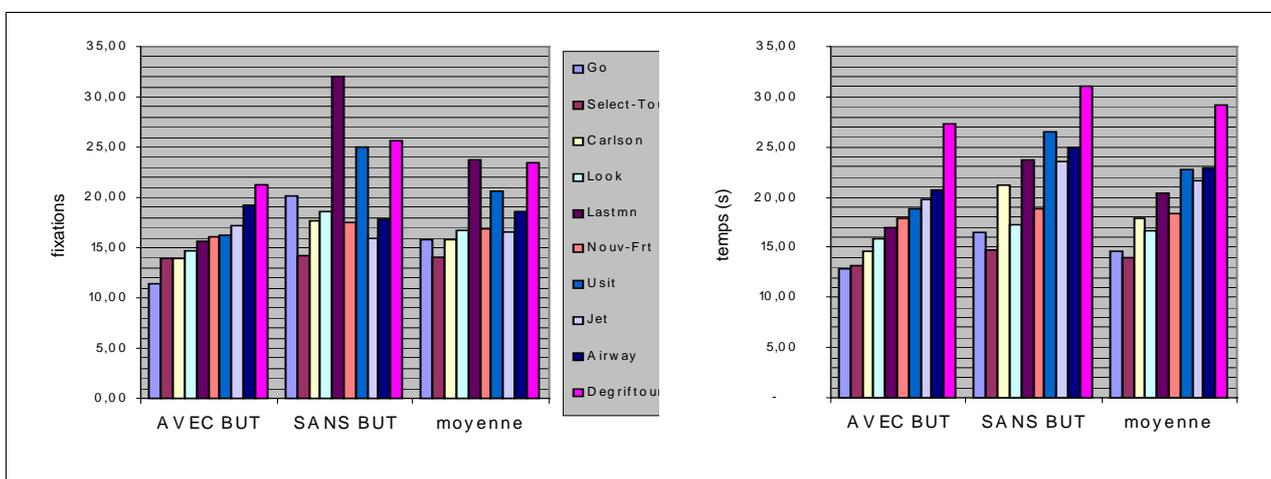


Figure 6a) : Temps d'exploration des sites

Figure 6 b): Nombre de fixations sur les sites selon le type de tâche (avec but/sans but)

Le découpage en zones dont le contenu, tout en correspondant à un découpage fonctionnel de l'espace d'exploration, revêt un caractère sémantique pour le client, facilite le repérage et diminue le temps de recherche (trajectoires du regard plus courtes). Il est bon de pouvoir repérer sans ambiguïté :

- Z1 : l'accroche (sens publicitaire du terme),
- Z2 : le logo/signature,
- Z3 : les produits,
- Z4 : les questions des utilisateurs (FAQ),
- Z5 : les autres zones de la page (promotions, références, etc.).

La perception initiale d'une zone comme informative est favorisée par la présence d'un nombre limité d'éléments au sein de celle-ci, ainsi que par la présence d'un objet clairement identifiable ou prototypique (ex : moteur de

recherche). Au sein de l'espace occupé sur l'écran, la distribution spatiale ou densité de l'information dans les zones joue un rôle important.

La distribution des fixations (en %) dans chaque zone, permet de comparer, au sein d'un échantillon, l'intérêt suscité par les différentes zones durant les premiers instants d'exploration puis tout au long de l'exploration. Le début de l'exploration est particulièrement intéressant pour mesurer l'efficacité de la présentation. Associées à un outil statistique, ces exploitations permettent, lors de la conception ou de l'évaluation de plusieurs versions d'une page :

- d'évaluer la rapidité avec laquelle les internautes trouvent les liens,
- de comparer l'intérêt accordé par les internautes à différentes zones ; initialement à travers la distribution de la première fixation entre les différentes zones, puis de façon continue à travers l'évolution de ces distributions jusqu'à un seuil de représentativité.

La tâche a une forte influence sur la recherche d'information et en particulier pour la validation des catégories d'informations principales, représentées souvent par des liens. Il y a donc lieu de valider l'analyse ergonomique avec un scénario complet de tâches.

## ***Bilan des interprétations***

En résumé,

- le tracé en points de mesures livre le parcours précis du regard, et fournit une première estimation des zones auxquelles l'internaute s'intéresse,
- les fixations de 100ms dévoilent les objets de la page susceptibles de présenter un intérêt,
- les fixations de 250ms permettent de savoir quels objets ou quelles informations ont été identifiées comme porteuses d'intérêt par l'internaute.
- le temps d'exploration de la page semble être un bon révélateur de la densité des informations ou de la complexité informationnelle de la page. Pour une tâche donnée, la meilleure page sera celle pour laquelle le temps d'exploration sera le plus faible,
- le nombre de fixations des sujets ayant un but précis s'avère sensible à la nature de l'information présente. Il faut viser à la précision sémantique des rubriques pour réduire le nombre de fixations,
- l'évolution du nombre de fixations dans le temps permet de déceler une difficulté de choix, ou une gêne, car cela révèle une prise de décision difficile de l'internaute. L'explication de la cause peut être fournie par un questionnaire associé à l'étude du parcours (régressions et durées des fixations),
- l'étude de la répartition des fixations initiales permet d'estimer si le niveau de contraste informationnel atteint par la zone considérée ou les objets qui la composent est satisfaisant,
- la distribution des fixations dans chaque zone, en fonction du rang de la fixation, indique l'évolution de l'intérêt de la population de lecteurs au cours de l'exploration. Durant les premiers instants d'exploration, elle permet, en fonction du paramètre étudié, d'évaluer l'intérêt suscité par les différentes zones.<sup>5</sup> Mouvements oculaires et construction du sens

Vis-à-vis de l'application des modèles d'exploration existants aux documents Web, il semble inopportun d'assimiler l'exploration d'une page Web à celle d'une image mais plutôt à celle d'un texte illustré. Les résultats obtenus semblent différer sensiblement de ceux obtenus par Yarbus [YAR 67] sur les images :

- les schémas de lecture privilégient généralement le centre du document
- le premier regard n'est pas dirigé vers l'icône porteuse du plus grand sens, mais vers la zone ayant le plus fort pouvoir informatif pour l'utilisateur (cette zone dépend bien sûr du but poursuivi par ce dernier).

De même, des différences majeures la séparent d'un document papier :

- grande variété de couleurs pour la police et les fonds de zones,
- nombre important d'images et de photos,
- le concepteur de pages commerciales ne recherche pas forcément une structuration équilibrée du document, mais il veut que l'internaute trouve rapidement le lien intéressant, et/ou ne quitte pas la page sans avoir perçu certains objets.

Il apparaît donc important, lors de la conception d'une page Web, de privilégier les points suivants :

- adapter la présentation de l'information le plus possible à un balayage en Z,
- éviter l'utilisation de photos ou d'images qui ne représentent pas (ou ne recouvrent pas) des liens, et ce, afin de préserver les processus associés aux balayages hiérarchiques,
- conserver les « modèles » de représentations que possèdent les utilisateurs experts (pour cela faire explorer la page conçue par un expert avant de la mettre en ligne ou de la soumettre à une analyse plus poussée).

L'étude de la distribution des fixations initiales sur les différents objets ou zones de l'écran constitue un bon indicateur du pouvoir d'attraction de ceux-ci, et de fait, un bon moyen de vérifier qu'une information jugée importante par le concepteur (qui est souvent le vendeur dans un site à vocation commerciale) sera perçue par l'utilisateur (souvent le client).

## 4. Application à la construction du sens

Une étude plus fine du document peut-être opérée en utilisant maintenant le regard dans l'acte de lecture visant à la compréhension d'énoncés. Nous avons utilisé l'enregistrement des mouvements oculaires dans un travail centré sur l'approche des processus cognitifs à l'œuvre dans la construction du sens, notamment lors de l'interprétation de la polysémie [HOL 99, HOL 00]. Ce travail s'appuie sur la théorie de la construction dynamique du sens [FUC 83, 85], [VIC 96].

Dans le cadre de cette théorie, nous avons cherché à comprendre comment s'effectuait la construction du sens, notamment dans le cas où le lecteur est confronté à des éléments polysémiques. Nous avons observé des sujets confrontés à des éléments polysémiques dans le cas où aucun des éléments constitutifs du texte n'induit une interprétation préférentielle, et dans le cas où, au contraire, le co-texte est fortement inducteur.

Notre but est de mieux connaître les processus cognitifs à l'œuvre dans ce type d'activité, afin d'être à même d'améliorer les échanges multimodaux dans le dialogue Homme-Machine.

### 4.1 Une approche expérimentale : trois observations

Notre approche passe donc par l'observation des stratégies, notamment oculaires, de sujets confrontés à un matériel linguistique contenant des éléments polysémiques

Nous nous sommes demandé :

2. à quel moment de la lecture commençait la construction du sens,
3. sur quels éléments s'appuyait cette construction,
4. et enfin dans quelle mesure la polysémie était perçue.

Nous avons réalisé trois observations :

#### 5. *Observation 1 : Les textes à interprétations multiples, ou textes « polysémiques »*,

Nous avons élaboré huit textes susceptibles de donner lieu à des interprétations différentes. Ils contenaient des mots ou des expressions porteurs de plusieurs sens, insérés dans un contexte énonciatif non inducteur. Deux exemples de texte sont donnés ci-dessous. Ces textes ont été présentés à 150 sujets « tout-venant », 42 % de femmes et 58 % d'hommes, de 15 à 75 ans, de niveau d'études divers (36 % de non-bacheliers), et de profession variées, dont 41 % de salariés. Les textes ne comportaient pas de titre. Nous supposons que les sujets, ne disposant d'aucune indication pour guider leur interprétation, élaboreraient chacun très librement leur propre scénario, et que les scénarios recueillis pour un même texte seraient donc très divers. L'analyse de ces scénarios, et les réponses au questionnaire, devaient nous indiquer les éléments qui avaient servi de base à la construction de chacune des différentes significations attribuées à chaque texte. Dans un deuxième temps, l'enregistrement des parcours oculaires de certains sujets nous a permis de confirmer les zones informatives indiquées sur les questionnaires.

L'homme avait l'air préoccupé.

Son front dégarni était barré d'une ride soucieuse. Derrière d'épaisses lunettes, ses yeux rougis clignaient sans cesse. Il continuait à mâchonner une cigarette éteinte, qu'il ne songeait même pas à rallumer. Il se tourna vers son jeune collègue :

- "Et ce trou" lui dit-il, "tu y as pensé? comment allons nous faire pour le combler?"

L'autre avait l'air plus serein. La question ne semblait pas l'inquiéter et c'est presque en souriant qu'il répondit, d'une voix douce :

- "Ne t'en fais pas, j'ai tout prévu! Nous aurons tout ce qu'il faut demain matin et personne ne saura jamais qu'il y a eu un trou! Toutes mes prévisions vont dans ce sens-là!" et il ajouta, avec une pointe d'ironie: "tu sais que je fais entièrement confiance aux méthodes modernes de prévisions".

#### QUESTIONS:

**A votre avis,**

Où se passe cette scène?

.....  
Quelle est la profession des personnages?

.....  
Pouvez-vous entourer l'endroit du texte qui vous a suggéré votre réponse?

Maintenant il était seul, dans cette ville inconnue, qu'il ressentait comme vaguement hostile. Le café s'était peu à peu vidé de tous ses clients, et les serveurs commençaient à empiler les chaises dans la salle du fond. Il sentit une sourde inquiétude l'envahir. Il leur avait fait totalement confiance en leur donnant le plan de la pièce. Et s'il avait eu tort? S'ils n'étaient pas honnêtes? Cette pensée l'avait déjà effleuré au début de l'entretien, mais il l'avait repoussée. Maintenant, elle revenait, plus insistante, plus précise, et il avait du mal à s'en défendre. Il sortit du café et se dirigea vers son hôtel. Il appréhendait le moment où il se retrouverait seul dans sa chambre. Il essaya de respirer calmement, en s'efforçant de ralentir son allure, tandis qu'il avançait dans cette nuit moite, qui étouffait le moindre bruit.

#### QUESTIONS:

**A votre avis,**

Où se passe cette scène?

.....  
Quelle est la profession des personnages?

.....  
Pouvez-vous entourer l'endroit du texte qui vous a suggéré votre réponse?

Texte 1 (« trou »)

Texte 2 (« plan de la pièce »)

Figure 7 : Textes à interprétations multiples : Deux exemples

## Observation 2 : Les phrases

La deuxième a observé « on line » le comportement oculaire de 26 sujets, âgés de 23 à 52 ans, 14 féminins, 12 masculins, lisant des phrases isolées, comportant des expressions polysémiques identiques, insérées dans différents contextes fortement inducteurs. Les expressions polysémiques étaient constituées de syntagmes verbaux syntaxiquement identiques<sup>7</sup>. En revanche, leur valeur sémantique était complètement différente dans chaque phrase. La figure 8 montre les phrases, avec, en encadré, les zones cibles. Nous supposons que, les sujets commençant à construire une signification dès le début de la lecture, l'expression polysémique serait intégrée dans un scénario déjà partiellement construit, et prendrait donc d'emblée une coloration sémantique différente selon le contexte. Si le parcours oculaire reflète cette valeur sémantique, alors il serait différent à chaque fois, et les sujets n'auraient même pas conscience de la similitude des expressions. Nous voulions donc comparer les parcours oculaires d'un même sujet sur les expressions polysémiques dans les différentes phrases.

La chanson à texte a toujours gardé ses adeptes. "les feuilles mortes", par exemple, arrive encore en tête des "dix meilleures chansons françaises" pour la moitié des personnes interrogées.

Depuis qu'il a changé d'entraîneur, ses performances se sont améliorées et il a encore gagné en vitesse et en précision, jusqu'à se retrouver au niveau des plus grands.

Je pense souvent à cette image que je suis seule à voir et dont je n'ai jamais parlé. J'ai essayé d'oublier, je me suis étourdie. Mais, cette pensée m'arrive encore en tête quelquefois et le même regret m'envahit toute entière.

Mon client n'est pas un assisté! Il a travaillé toute sa vie. Même après le licenciement, il a encore gagné sa vie honnêtement, avec beaucoup de courage. Sa famille est là pour en témoigner.

Grâce au maintien du candidat vert dans ce canton, il est à prévoir que le R. P. R. arrive encore en tête, et même avec un meilleur score qu'au premier tour.

Noah joueur de tennis n'avait plus la faveur des médias, Noah chanteur ne l'avait pas vraiment non plus, mais dans son rôle d'entraîneur il a encore gagné le cœur des Français.

Figure 8 : Les phrases

## Observation 3 : Les mots isolés

La troisième observation a consisté en une tâche d'association libre, proposée sur le Web, à partir des termes polysémiques utilisés dans les textes à interprétations multiples. Nous voulions comparer les significations attribuées au terme polysémique selon que celui-ci était présenté isolément, ou en contexte. Nous supposons que la signification construite en présence d'un contexte, même non inducteur, différerait de celle évoquée en l'absence de tout contexte, cette dernière étant plus proche du « noyau de sens » des termes polysémiques.

Nous ne présenterons pas ici la totalité du travail réalisé lors de ces trois observations, mais nous en citerons quelques résultats.

## 4.2 Perception de la polysémie

Nous avons observé, pour chacun des lecteurs des phrases, les stratégies oculaires sur les expressions cibles (point d'impact, parcours, temps de fixation) : bien que les expressions lues soient identiques, les stratégies de lecture, chez un même sujet, sont différentes selon le contexte dans lequel elles sont insérées. La figure 9 illustre cette différence pour l'expression « il a encore gagné », chez le même sujet. La taille des points est proportionnelle à la durée totale des fixations sur cette zone. Les fixations présentées ici sont supérieures à 150 ms.

Aucun des 26 sujets qui ont lu les phrases n'a perçu d'emblée la polysémie, même quand nous leur demandions s'ils avaient remarqué quelque chose dans la composition des phrases. Bien plus, leur surprise était grande quand, après la passation, nous leur montrions la similitude des expressions utilisées. Le fait que les stratégies oculaires soient propres à chaque phrase, comme le montre la figure 9 pour l'expression « il a encore gagné », laisse à penser qu'il n'y a pas d'analyse morpho-syntaxique préalable à la construction du sens, mais qu'au contraire cette construction commence avec la lecture même et influence la perception des éléments suivants. L'importance des premiers indices d'interprétation fournis au sujet qui aborde un écrit apparaît donc clairement ici. Elle est confirmée par l'analyse des scénarios construits par les lecteurs des textes à interprétations multiples. En effet, lors de la lecture des textes, tous les sujets ont immédiatement construit une interprétation, mais la polysémie n'a été perçue d'emblée que par 7 sujets sur 150.

<sup>7</sup> Les expressions cibles sont constituées des syntagmes verbaux « il a encore gagné » et « arrive encore en tête ». Nous avons utilisé deux types de verbe (transitif et intransitif), deux temps (présent et passé composé), et différents types de compléments. Pour faciliter l'exploitation du parcours oculaire, nous avons augmenté la taille de l'empan en ajoutant à l'expression verbale l'adverbe « encore », lui-même polysémique (sens duratif : « La chanson à texte...arrive *toujours* en tête » ; sens répétitif : « le RPR arrive *de nouveau* en tête » ; le sens notionnel : « Il a encore gagné en vitesse... »).

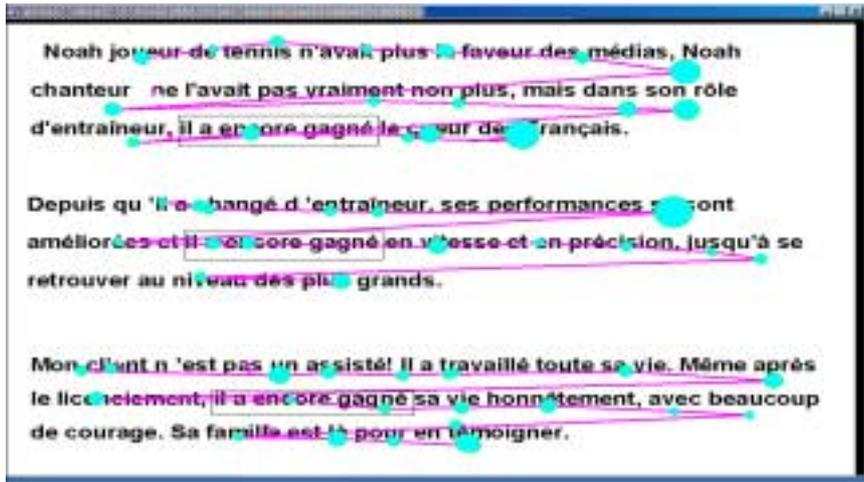


Figure 9 « il a encore gagné » Jérôme Fixations supérieures à 150ms

### 4.3 Les comportements interprétatifs

Au cours de la première observation, nous avons recueilli une très grande variété d'interprétations, que nous avons analysées en termes de scénarios, en regroupant les réponses par classes de scénarios apparentés. La figure 10 a) présente les interprétations l'un des textes (texte « trou »). Nous avons également pu repérer les empanns considérés comme significatifs. La figure 10 b) montre ces « zones informatives » pour le texte « plan de la pièce ».

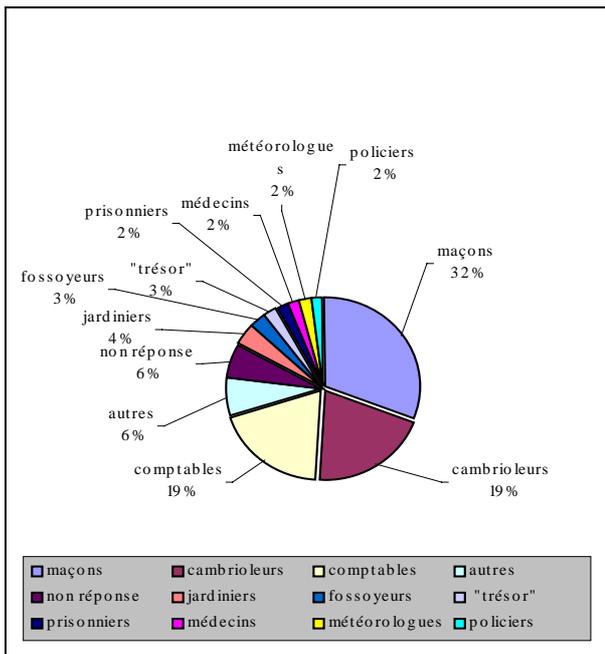


Figure 11 a) Interprétations du texte "trou"

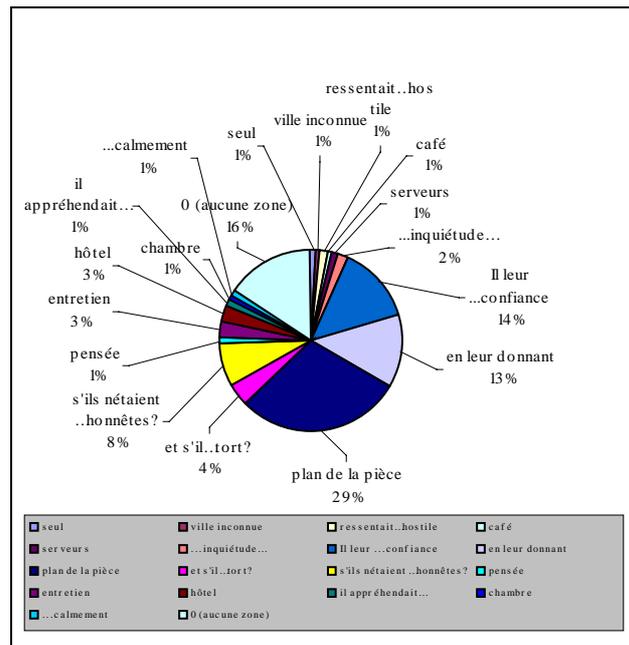


Figure 11 b) Zones informatives du texte « plan de la pièce »

L'analyse des réponses au questionnaire, confirmée par celle des parcours oculaires, nous a permis de recueillir les différents éléments ayant servi à établir les diverses interprétations. Certains de ces éléments sont effectivement présents dans le texte, d'autres peuvent en être inférés<sup>8</sup>, d'autres encore sont "importés" par le lecteur. Celui-ci semble donc construire, à partir des éléments les plus saillants pour lui, sa propre interprétation d'un texte, le rendant ainsi significatif. Une fois le scénario établi, il est affiné, avec quelquefois une extrême précision. Par exemple, pour le texte cité en exemple, (texte "trou"): "ingénieur et technicien plus jeune", "Employés du service des eaux", "Informaticien comptable en train de truffer un compte, un budget", "Intervenants sur marché financier pour le compte de clients", "collecteurs de déchets radioactifs", voire "services financiers d'un ministère d'une "démocratie populaire" ou république bananière". Un sujet place les personnages « dans un bistrot, pendant la pause de midi », un autre « dans une pièce sombre et étroite », un autre encore les imagine sur « un forage géologique, réalisant des

<sup>8</sup> Le lecteur intéressé par l'exploitation de l'implicite pourra se reporter à l'ouvrage que C. Kerbrat-Orecchioni lui a consacré : « L'implicite » [Ker 86].

échantillonnages par carottage en terrain naturel sauvage ». Ce type d'interprétation, que nous appelons « réponses élaborées » est le fait des sujets les plus âgés. Le choix même des professions varie également selon l'âge. Les figures 11.a et 11. b illustrent ces différences.

La plupart du temps, le scénario, une fois déclenché, ne se modifie plus, quelles que soient les informations apportées ultérieurement.. Cette prégnance de la première interprétation a été confirmée par l'étude réalisée sur des sujets adolescents<sup>9</sup> [CHA 99].

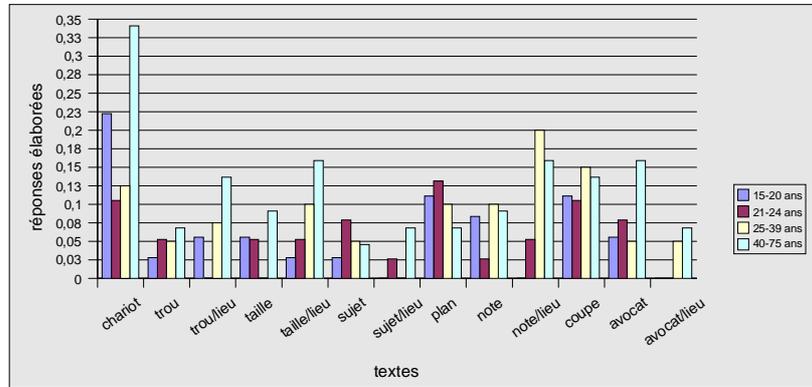


Figure 12 a) : Taux de réponses élaborées selon l'âge des sujets pour tous les textes

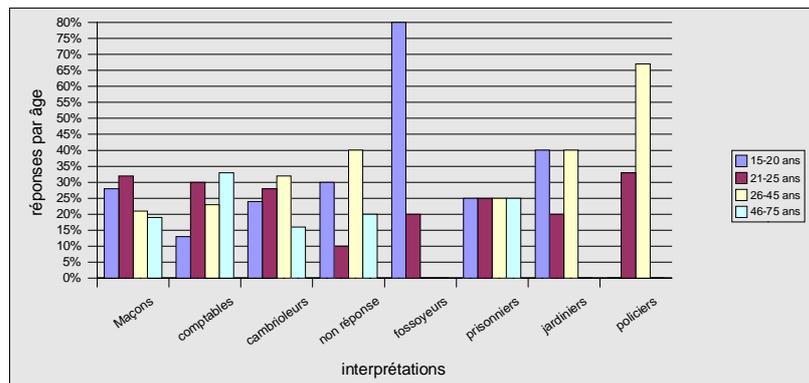


Figure 12 b) : Les interprétations du texte « trou » selon l'âge des sujets pour les professions les plus fréquentes

#### 4.4 Implications pour l'évaluation de textes

Ces observations permettent de confirmer que la perception visuelle doit bien être considérée comme une activité à part entière, et non comme le résultat de la stimulation de récepteurs sensoriels passifs. Cette étude met en évidence la diversité des "motifs" qui se dégagent d'un même "fond", en l'absence d'éléments inducteurs nets. Elle permet de mieux cerner les stratégies mises en œuvre par les lecteurs dans ce cas de figure. Quand aucun élément inducteur n'est donné par le texte, le lecteur s'attarde sur les éléments polysémiques, puis construit sa propre signification, selon ses connaissances et son expérience personnelles. L'interprétation construite reflète l'individualité du lecteur. En revanche, quand la signification est franchement induite par le contexte, alors le lecteur ne s'attarde pas sur les éléments polysémiques, dont il n'a d'ailleurs aucune conscience. Il semble donc bien, à la lumière de cette étude, que si la lecture d'un terme isolé donne lieu à l'évocation d'un « noyau de sens », en revanche, la lecture de plusieurs termes associés déclenche un processus de construction sémantique, qui va guider la perception même des termes suivants, et intégrer des éléments liés à l'individualité du lecteur, en proportion variable selon le degré de précision du contexte. La connaissance de ce phénomène peut-être utile lors de la mise au point d'énoncés qui vont donner lieu à des inférences de la part d'un utilisateur, notamment dans le dialogue homme-machine.

## 5. Conclusion

Dans ce travail, nous avons voulu mettre en évidence l'intérêt du suivi du regard pour l'évaluation de documents allant de la page de journal plein texte et du document composite de magazine au document commercial

<sup>9</sup> Pour cette étude, les textes ont été adaptés aux élèves de collège

Web. Cette évaluation se décline de plusieurs façons, correspondant chacune à une application que nous avons choisie de présenter: évaluation structurelle liée à la mise en page et illustrée ici par une simulation automatique du parcours visuel sur un document, évaluation comparative de sites Web permettant de juger de la pertinence des mises en pages, de l'impact commercial sur les internautes et d'aider à une meilleure conception de sites, et enfin une évaluation sémantique des contenus permettant de mettre en évidence et de comprendre les processus mis en œuvre dans la construction du sens des textes.

Pour ces trois types d'évaluation, nous avons fait usage des résultats de mesures oculométriques à partir de protocoles à chaque fois différents. Concernant la simulation du parcours pour la reconstruction d'une page nous nous sommes intéressés aux régions d'intérêt qui étaient privilégiées par le sujet dans une situation exploratoire de survol. Nous avons ainsi pu constater qu'il n'existait pas un parcours idéal, qu'il y en avait autant de différents que de sujets impliqués dans l'expérience, mais que l'intérêt des sujets était porté vers les zones visuellement saillantes, mises en évidence par le rédacteur. La reconstruction de la structure physique de la page en vue de sa dématérialisation a été ensuite obtenue par la recherche de ces régions à fort pouvoir attractif. A la différence du document papier, la page Web possède des propriétés perceptives différentes: le concepteur de sites commerciaux dans nos exemples ne cherche pas nécessairement une structuration équilibrée du document, mais il veut que l'internaute trouve rapidement le lien intéressant sans quitter la page. L'exploitation des mesures oculométriques dans ce cas sert d'outil à la conception de sites en évaluant la qualité de présentation des informations. Les aspects d'hypertextualité n'ont pas été abordés dans cette expérience, des travaux récents que nous n'avons pas présentés ici ont montré que les comportements des internautes étaient les mêmes lorsque l'hyperlien était rendu accessible. Enfin, l'oculométrie a fourni des indices pertinents pour l'étude de la construction du sens, notamment dans le cas où le lecteur est confronté à des éléments polysémiques. De façon générale, notre étude a permis de voir que pour un sujet dont on connaît les habitudes de lecture, l'utilisation de la durée de la fixation semble appropriée pour étudier la complexité d'un objet, le manque de clarté sémantique, ou le traitement d'une ambiguïté. Un paramètre de mesure robuste et simple est le temps de parcours visuel pour la recherche d'une information ciblée: plus ce temps est bref plus l'information est présentée de manière pertinente. On peut se servir de ce critère pour comparer plusieurs solutions concurrentes entre elles au moment de la conception.

*Remerciements* : Ces études ont eu le support de la Région Rhône-Alpes (projet SHIVA de type Emergence). Nous remercions également Brigitte Meillon pour le développement des logiciels de capture et de mesure oculaires, ainsi que Michel Nicolai [NIC 01] qui a contribué à une partie des analyses et des résultats dans le cadre de son DEA en sciences cognitives. Pour plus de détails sur les travaux de S. Hollard, B. Meillon et M. Nicolai, voir le site Web du laboratoire : <http://www-clips.imag.fr/>

## 2. 6. Références

- [CHA 99] CHAUMERLIAC E., VILLARD, M., Perception de la polysémie au travers de textes courts, proposés à des adolescents normolecteurs et mauvais lecteurs, *Mémoire présenté pour l'obtention du certificat de capacité d'orthophoniste*, Université Claude Bernard, Lyon 1, 1999.
- [DOE 97] DOERMANN, D., ROSENFELD, A., RIVLIN, E., «The function of documents», *Proceedings of the International Conference on Doc. Analysis and Recognition, ICDAR-97*, vol.2, p. 1077-1081, 1997.
- [EGL 98] EGLIN, V., Contributions à la structuration fonctionnelle des documents imprimés. Exploitation de la dynamique du regard dans le repérage de l'information, *Thèse Institut National de Sciences Appliquées de Lyon*, 249p., 1998.
- [EGL 01] EGLIN, V., GAGNEUX A., «Functional labeling and printed text featuring», *Proceedings of the International Conference on Doc. Analysis and Recognition, ICDAR-01*, p. 27-45, 2001.
- [FUC 83, 85] FUCHS, C. ET LE GOFFIC, P., « Ambiguïté, paraphrase et interprétation », *Modèles linguistiques*, V (p. 109-138) et VII (p. 27-51), Lille, Presses universitaires, 1983/1985.
- [HOL 00] HOLLARD, S., « Interprétation de textes polysémiques : une étude expérimentale », *Troisième Atelier de Sémantique : "Corpus - verbalisation de l'action"*, Toulouse le Mirail, 5-6 octobre 2000, consultable sur <http://www.univ-tlse2.fr/erss/ateliersem.html>
- [HOL 99] HOLLARD, S., «Interpretation of polysemous texts : an experimental study », *Proceedings of The 4th EUROLAN Summer School on Human Language Technology*. IASI, Romania, 1999.
- [LEV 88] LEVY-SCHOEN A., « Les mouvements des yeux comme indicateurs des processus cognitifs », in J.P. Caverni, C. Bastien, P.Mendelsohn et G.Tiberghien (eds), *Psychologie cognitive, modèles et méthodes*, P.U.G., p. 329-347, 1988.
- [LOF 81] LOFTUS G., «Tachistoscopic Simulations of Eye Fixations on Pictures», *Journal of Experimental Psychology : Human Learning & Memory*, 1981.
- [MAR 00] MARENDAZ C., ROUSSET S., CHARNALLET A., « Reconnaissance des scènes, des objets et des visages », in A. Delorme et M. Flückiger (Eds), *Perception et Réalité*. Montréal, Gaëtan Morin.
- [NIC 01] Nicolai M., Suivi du regard et ergonomie cognitive, Dea de sciences cognitives, Grenoble, 2001
- [RAY 92] RAYNER K., POLLATSEK A., «Eye Movements and Scene Perception», *Canadian Journal of Psychology*, 46, p. 342-376, 1992.
- [VIC 96] VICTORRI, B., *La polysémie : construction dynamique du sens*, Paris, Hermès, 1996.
- [YAR 67] YARBUS A.L., *Eye Movement and Vision*, Plenum Press, New-York, 1967.