

Modélisation cognitive de la compréhension sémiotique

Séminaires de recherche
TECFA nov. 2005-jan. 2006
Ph. Dessus & D. Peraya



Plan des trois journées

- 2 novembre
 - Présentation de LSA (Philippe Dessus)
 - Notions de sémiotique (Daniel Peraya)
 - Présentation des projets de recherche (PhD & DP)
 - Affinement des projets & travail sur machine



Plan du premier exposé

I. Présentation générale de LSA

- LSA c'est quoi ?
- LSA, ça peut servir à quoi ?
- LSA et sémiotique font ils bon ménage ?
- Une expé : LSA identifie t elle la fonction d'icônes ?
- On prend de la hauteur : le *symbol grounding*
- Hands on !

II. Présentation des projets de recherche

I.1. Présentation générale de LSA

Description intuitive de LSA
Description plus formelle

1. LSA? Applications Sémiotique Expé Philosophie Hands on!

Description intuitive du fonctionnement de LSA [Lemaire & Denhière 05]

- Prendre un grand corpus de textes
- Les découper en paragraphes
- Déterminer le contexte statistique de chaque mot

1. LSA? Applications Sémiotique Expé Philosophie Hands on!

Première approche fondée sur les cocurrences

- Le sens du mot est déterminé par les mots cocourrents : deux mots sont similaires s'ils apparaissent dans les mêmes paragraphes
 - avion=(1,0,0,1,0,0,0,0,2,1,0,1,1,0,0,0,0,0,1,1)
 - aéroport=(1,1,0,0,0,0,0,0,1,1,0,2,1,0,0,0,0,0,0,0,1)
- Cela ne marche pas bien (French, Perfetti 98)

1. LSA?
2. Applications
3. Sémiotique
4. Expé
5. Philosophie
6. Hands on!

Une meilleure approche

- Deux mots sont similaires s'ils apparaissent dans les mêmes paragraphes
- Deux mots sont similaires s'ils apparaissent dans des paragraphes *similaires*
- A l'inverse,
- Deux paragraphes sont similaires s'ils contiennent des mots communs.
- Deux paragraphes sont similaires s'ils contiennent des mots *similaires*.

1. LSA?
2. Applications
3. Sémiotique
4. Expé
5. Philosophie
6. Hands on!

Description plus formelle [Deerwester, et al. 90; Landauer & Dumais 97]

- Analyse statistique de grands corpus de textes
- Représentation des mots par des vecteurs dans un espace de très grande dimension

1. LSA?
2. Applications
3. Sémiotique
4. Expé
5. Philosophie
6. Hands on!

Représentation ou acquisition

- On peut s'intéresser :
 - à l'espace sémantique créé (représentation de connaissances)
 - Au processus de création de l'espace sémantique (acquisition de connaissances)

1. LSA?
2. Applications
3. Sémiotique
4. Expé
5. Philosophie
6. Hands on!

Comment ça marche pour de vrai ?

- Construction d'une matrice mots x paragraphes
 - $M(i,j)$ = nombre d'occurrences du mot i dans le paragraphe j
- Réduction de la matrice à une certaine de dimensions par une forme d'analyse factorielle
- Des similarités sémantiques sont induites
 - Statistiquement, le contexte de *vélo* (*guidon*, *pédaler*, ...) est similaire à celui de *bicyclette*. Les deux mots seront donc proches.
- 2 mots peuvent être considérés proches bien qu'ils n'apparaissent jamais conjointement dans un paragraphe
- 2 documents peuvent être considérés proches bien qu'ils n'aient aucun mots en commun
- Préserve certaines caract. de la sémantique : non transitivité (URSS p Cuba; Cuba p Caraïbes; URSS ~p Caraïbes)

1. LSA?
2. Applications
3. Sémiotique
4. Expé
5. Philosophie
6. Hands on!

Exemple célèbre [Deerwester et al. 90]

1. Human machine interface for ABC computer applications
2. A survey of user opinion of computer system response time
3. The EPS user interface management system
4. System and human system engineering testing of EPS
5. Relation of user perceived response time to error measurement
6. The generation of random, binary, ordered trees
7. The intersection graph of paths in trees
8. Graph minors IV: Widths of trees and well-quasi-ordering
9. Graph minors: A survey

Mot/doc	1	2	3	4	5	6	7	8	9
human	1	0	0	1	0	0	0	0	0
interface	1	0	0	0	0	0	0	0	0
computer	1	1	0	0	0	0	0	0	0
user	0	1	1	0	0	0	0	0	0
system	0	1	2	0	0	0	0	0	0
response	0	1	0	0	1	0	0	0	0
time	0	1	0	0	1	0	0	0	0
EPS	0	0	1	0	0	0	0	0	0
survey	0	1	0	0	0	0	0	1	0
trees	0	0	0	0	1	1	0	0	0
graph	0	0	0	0	0	1	1	0	0
minors	0	0	0	0	0	0	1	1	0

$z(\text{human}, \text{user}) = -.38$ $z(\text{human}, \text{user}) = .94$

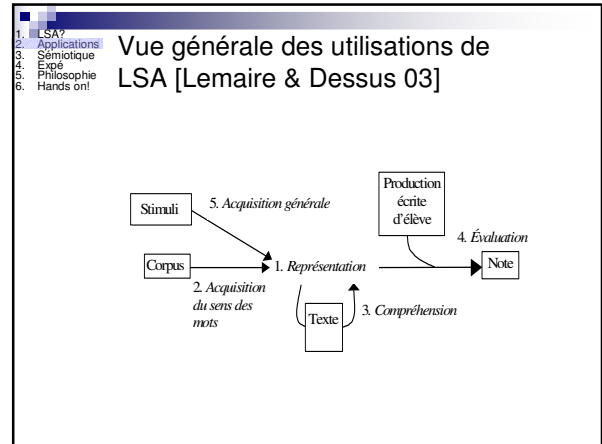
1. LSA?
2. Applications
3. Sémiotique
4. Expé
5. Philosophie
6. Hands on!

A quoi ça peut bien servir...

- Les premières applications de LSA l'ont été dans le domaine de la recherche d'informations [Dumais 96]
- Assez vite, utilisation en sciences cognitives [Foltz, W. Kintsch, Landauer]
- Applications en éducation [Foltz, E. Kintsch, P. & K. Wiemer Hastings]
- Et dans beaucoup d'autres domaines : expertise psychiatrique, militaire, analyse d'images, d'interactions de tuteurs...

I.2 Principales applications de LSA

Représentation de textes
Modélisation cognitive
Tuteurs



Objets d'étude, types d'inputs/outputs

Objet	Input	Output
Acquisition du sens des mots	Un corpus de textes, représentant les inputs auxquels un enfant est soumis	Vecteurs associés à chaque mot dans un espace sémantique
Compréhension de textes	Espace sémantique et un nouveau texte (phrase, productions d'élèves, métaphore)	Le nouveau texte, représenté par un vecteur dans l'espace sémantique
Évaluation des connaissances	Espace sémantique et productions écrites d'élèves	Note exprimant le degré de proximité entre la production d'élève et les textes didactiques
Acquisition de connaissances non issues de textes	Stimuli représentés par des séquences d'unités lexicales	Vecteurs associés à chaque unité lexicale dans un espace sémantique

- ### Représenter et acquérir des connaissances à partir de textes
- Outils basés sur la représ. des connaissances
 - LSA prédit la cohérence de textes (Foltz *et al.* 98)
 - LSA évalue des copies d'étudiants (Wade-Stein & Kintsch, 04; Lemaire & Dessus 02)
 - LSA analyse du contenu (Dessus 99)
 - LSA prédit l'ordonnance de cours (Dessus 98)
 - LSA modélise les connaissances d'un groupe collaboratif (Dong 05)

- ### Représenter et acquérir des connaissances à partir de textes
- Modélisations cognitives
 - LSA simule l'apprentissage d'étudiants (Wolfe *et al.* 98)
 - LSA passe des QCM (Dessus 00; Foltz *et al.* 99)
 - LSA simule l'acquisition de vocabulaire (Landauer & Dumais 97)
 - LSA simule la compréhension de textes et de métaphores (Kintsch, 98, 00)
 - LSA évalue l'utilisation de stratégies métacognitives (Magliano *et al.*) ou de production de résumés (Mandin *et al.* 05)
 - LSA simule l'acquisition de connaissances non issues de textes (règles en médecine, en jeux de société) (Lemaire 98)

- ### Quelques tuteurs intelligents basés sur LSA
- Tuteurs analysant les interactions
 - Autotutor (Wiemer-Hastings *et al.*, 99)
 - ELSA (Epistemological LSA, Teplov & van Aalst, 98)
 - Évaluation de copies (Contenu)
 - *Intelligent Essay Assessor* (Foltz *et al.*, 99)
 - *Summary Street* (Wade-Stein & Kintsch 04)
 - *Select-a-Kibitzer* (Wiemer-Hastings & Graesser)
 - *Apex* (Dessus & Lemaire 02)
 - Evaluation de stratégies
 - de lecture (Magliano *et al.* 02)
 - de production de résumés (Lemaire *et al.*, 05; Mandin *et al.* 05)
 - proposant des textes à lire (Dessus 02; Zampa 03)

I.3. LSA et sémiotique

Comment rendre compte de la « traduction » intercodage (image -> verbal)

- ### LSA et le multilinguisme [Landauer 02; Littman et al. 96]
- Faire traiter par LSA des documents multilingues (*i.e.*, dans un même parag., la VO et la version traduite)
 - LSA est capable de traduire les mots correctement d'une langue à l'autre, comme s'ils appartenaient à la même langue
 - Utiliser cette capacité pour passer d'un format à un autre, en traduisant l'un des deux dans la « langue » de l'autre
 - Résultats de l'ordre de 98 % de traductions correctes anglais < ->français [Littman et al. 96]

Un exemple [Littman et al. 96]

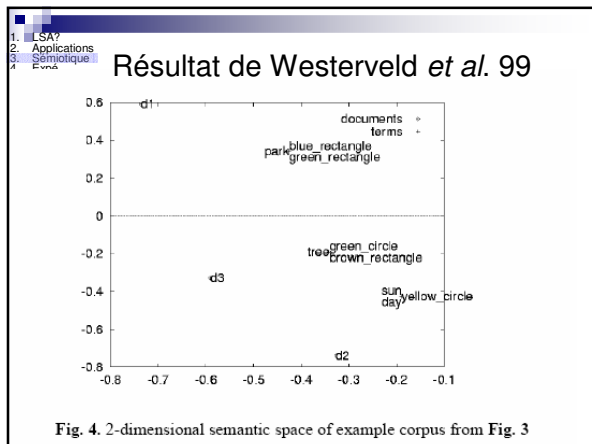
Hon. Erik Nielsen (Deputy Prime Minister and Minister of National Defence): Mr. Speaker, we are in constant touch with our consular officials in Libya. We are advised the situation there is stabilizing now. There is no immediate threat to Canadians. Therefore my responses yesterday, which no doubt the Hon. Member has seen, have not altered.

L'hon. Erik Nielsen (vice-premier ministre et ministre de la Défense nationale): Monsieur le Président, nous sommes en communication constante avec nos représentants consulaires en Libye. D'après nos informations, la situation est en train de se stabiliser, et les Canadiens ne sont pas immédiatement menacés. Par conséquent, mes réponses d'hier, dont le représentant a dû prendre connaissance, n'ont pas changé.

Table 1: A dual-language document used in training the CL-LSI system.

Comment ça marche avec des images ? [Westerveld et al. 99]

- Même démarche avec des formats différents
 - le sens d'un paragraphe [*description de l'icone*] est défini à partir de l'ensemble des mots [*éléments de l'icone*] qui le composent
 - le sens d'un mot [*élément de l'icone*] est défini à partir de l'ensemble des paragraphes [*description de l'icone*] dans lesquels il apparaît



I.4 Simulation de la compréhension d'icônes

Dessus & Peraya (2005a), *Revue d'Intelligence Artificielle*, 19, 195-214.

1. LSA?
2. Applications
3. Sémiotique
4. Expé
5. Philosophie
6. Hands on!

Comprendre et simuler le processus d'identification d'icônes

- Identifier une icône
 - c'est apparié son image à la fonctionnalité correspondante du logiciel
 - est plus facile qu'identifier un item de menu ou une commande, notamment chez les novices
- Peut-on simuler cette identification en tenant compte
 - du type d'icône (*simili* vs. figurative) [Darras 96] ?
 - des connaissances de l'utilisateur (de la langue, du logiciel, des icônes standard, etc.) ?
 - du contexte (présence ou non de bulles d'aide) ?
- Cela peut permettre de
 - comprendre le processus d'identification d'icônes
 - donner une aide à leur identification, selon les connaissances des utilisateurs
 - mesurer leur complexité

1. LSA?
2. Applications
3. Sémiotique
4. Expé
5. Philosophie
6. Hands on!

Processus d'identification automatique d'icônes : de surface vs sémantique

Identification de surface

- Simplification par filtrage
- Traduction *analytique* des traits de l'image
- Traits de surface : nombre d'objets, surfaces vides, pleines...
- Comparaison avec des descriptions humaines

Appareil photo

Identification sémantique

- Traduction sémantique globale et directe
- Comparaison avec les descriptions des fonctionnalités du logiciel
- Fonctionnalité la plus proche : **capture d'écran**

1. LSA?
2. Applications
3. Sémiotique
4. Expé
5. Philosophie
6. Hands on!

Procédure (1) Matériel

- Barre d'icônes standard de *Microsoft Word 97*, traduites en texte (23 icônes)
- Connaissances de l'utilisateur représentées par les corpus suivants, testés seuls puis cumulés
 1. année 1999 du *Monde* (149 Mo, connaissances générales)
 2. aide en ligne de *Word* (intégralité de l'aide en ligne du logiciel, 1,5 Mo)
 3. TP sémiotique (analyses sémiotiques d'icônes par des étudiants, 200 ko)

1. LSA?
2. Applications
3. Sémiotique
4. Expé
5. Philosophie
6. Hands on!

Procédure (2) Traduction et traitement

- Consignes de traduction des 23 icônes (2 juges)
 - pas de référence aux fonctions des icônes
 - pas de codage de la couleur
 - privilégier l'identification globale plutôt qu'analytique
 - conserver la cohérence intericônes des descriptions d'un même élément
- Comparaison de l'identification entre
 - appariement automatique par LSA
 - appariement par des humains (novices : 35 collégiens ; experts : 39 étudiants de second cycle) via QCM de 5 choix

1. LSA?
2. Applications
3. Sémiotique
4. Expé
5. Philosophie
6. Hands on!

Résultats (1) Scores d'identification

	LSA			Humains	
	Monde	Monde +Aide	Monde+ Aide+ Sémio	Novices	Experts
icône	13 %	9 %	22 %	77 %	83 %
icône+inf	30 %	65 %	48 %	81 %	91 %

o bulle

L'info-bulle facilite toujours l'identification, d'autant plus proche des humains avec les corpus	Effet de l'info-bulle seulement chez les experts
Monde+Aide	Effet-plafond chez les humains
Les connaissances sémiotiques n'ont un effet qu'en l'absence de l'info-bulle	

1. LSA?
2. Applications
3. Sémiotique
4. Expé
5. Philosophie
6. Hands on!

Résultats (2) Aspects sémiotiques : les icônes les moins identifiées

- Chez les humains, le type d'icônes non identifiées varie selon le niveau de connaissances
 - les novices identifient moins les icônes *simili*, quel que soit le contexte (pas d'effet de l'info-bulle) : ambiguïté des traits
 - sans info-bulle, les experts identifient moins les icônes figuratives ; elles deviennent identifiées avec cette information
- Pour LSA, le profil des icônes non identifiées est proche de celui des experts
 - les icônes les moins identifiées sont des icônes figuratives et l'info-bulle a un effet positif important

1. LSA?
2. Applications
3. Sémiotique
4. Expé
5. Philosophie
6. Hands on!

Conclusion

- Performances de LSA en identification d'icônes similaires à celles des humains
 - lorsqu'on ajoute l'info-bulle
 - dans l'identification des icônes figuratives
- Les connaissances les plus utiles
 - connaissances générales et le mode d'emploi du logiciel

I.5 Le *symbol grounding*

Une machine peut-elle accéder au sens sans traduction intermodale?

1. LSA?
2. Applications
3. Sémiotique
4. Expé
5. Philosophie
6. Hands on!

L'expérience de la chambre chinoise (1)

[Searle 80, trad. fr. part. dans Hofstadter & Dennett 87]

- Une personne anglophone enfermée dans une chambre, ne sachant rien du chinois,
 - on lui donne un 1^{er} lot de texte en chinois => incompréhension
 - 2^e lot avec des règles de traduction en anglais
 - 3^e lot avec des règles de production en anglais (permettant de répondre à des questions)
- Après entraînement, la personne serait capable de répondre à des questions en chinois *sans rien* comprendre de cette langue, et ferait donc illusion de l'extérieur

1. LSA?
2. Applications
3. Sémiotique
4. Expé
5. Philosophie
6. Hands on!

L'expérience de la chambre chinoise (2)

- Transposée à l'ordinateur, cette expérience montre qu'un ordinateur ne peut accéder au sens, il est dans une chambre chinoise, ne connaît que des règles de traduction, sans accès direct à l'expérience. Le jeu de symboles qu'il manipule n'est fondé sur aucune expérience sensorielle

1. LSA?
2. Applications
3. Sémiotique
4. Expé
5. Philosophie
6. Hands on!

Deux courants...

Le *symbol grounding*
[Glenberg & Kaschak 03]
De simples conjonctions de symboles ne peuvent générer du sens, ces derniers doivent être fondés dans autre chose (*e.g.*, des percepts issus de l'action). Une personne placée dans une chambre chinoise [Searle 80] ne peut acquérir une compréhension de la langue [Harré & Wang 99].

L'analyse de régularités par LSA [Landauer 03]
LSA, placé dans l'équivalent d'une chambre chinoise, sans dictionnaire image-fonction explicite, parvient, par l'analyse des régularités d'un corpus, à relier une partie des icônes à leur fonction dans le logiciel.

1. LSA?
2. Applications
3. Sémiotique
4. Expé
5. Philosophie
6. Hands on!

Les icônes, c'est du chinois ?

[Dessus & Peraya, 05b]

- On peut *situer* un mot (*i.e.*, comprendre son contexte, sa connotation) sans le *fonder* (*ground*, *i.e.*, savoir quels sont les objets auxquels il réfère, sa dénotation). L'inverse n'est pas possible [Shaw 03]
- Situer des mots peut se faire de seconde main, alors que les fonder nécessite une expérience de première main (attention partagée, ostension) [Tomasello 03]
- LSA situe des mots sans les fonder. L'analyse de corpus de mots à propos d'icônes et de fonctionnalités de logiciels permet donc d'activer une *situation* des icônes, préalable à leur compréhension optimale

1.6 Hands on!

La syntaxe de LSA et son utilisation dans quelques exemples concrets

- ### Fonctionnalités techniques
- Similarité entre vecteurs (mots ou documents)
 - Cosinus de l'angle entre les vecteurs $([-1,1])$
 - Ajout d'un texte à l'espace *a posteriori*
 - Longueur du vecteur
 - Taille du corpus
 - Temps de création de l'espace (512 Mo RAM obligés, 1 Go conseillés)
 - 1 million de mots (28 000 mots x 12 000 docs) : 4 min.
 - 15 millions de mots (90 000 mots x 263000 docs) : 3h30
 - La taille de l'espace influe beaucoup sur la durée de la compilation

- ### Corpus installés sur tecfa.unige.ch déjà compilés
- Sans les *corpora* initiaux, mais interrogeable (raison de droits)
 - Corpus enfant : corpusenfant
 - Corpus adulte : corpusadulte
 - Avec *corpora* initiaux (recompilation possible)
 - Corpus Monde + Sémiotique + Aide en ligne Word : `Iconword/mondaidesemio`
 - Corpus Monde + Aide en ligne : `iconword/mondeaide`

- ### Lancer une compilation, interroger la base
- Lance la compilation du fichier corpus**
- ```
pindex -c common_words.FR_ -e "-" -w log entropy -P corpus
```
- Spécifie mots-outils | est un caract. | Trait. stat. du poids des mots | SVD
- Options possibles :  
-n 100 : fixe le nombre de facteurs à 100
- Faire des comparaisons entre mots :**
- ```
syn -S -t 1 -S -t a (compare le terme 1 à tous les autres)
syn -S -t 1 -S -t 2 (compare le terme 1 au terme 2)
syn -S -d 1 -S -d 2 (compare le doc. 1 au doc. 2)
syn -Sr -d 1 -Sr -t 2 (compare le doc. 1 au terme 2)
tplus -S- mot1 mot2|syn -S -d a -S - (compare mot1 mot2 à tous les documents, sans les ajouter à l'espace)
vectCos compare 2 vecteurs sans les ajouter à l'espace (voir script suivant)
```

Un petit script *Perl* pour comparer les différentes traductions d'icônes

```
#!/usr/bin/perl
@images = ("nouveau document",
"ouvrir",
"enregistrer",
"imprimer");

@fonctions=("creation d un document dans le menu fichier, cliquez sur nouveau pour creer un document vide cliquez sur l'onglet general puis double...",
"ouverture d un document situe sur votre disque dur ou sur un reseau cliquez sur ouvrir dans la zone regarder dans cliquez sur le lecteur le dossier ou le site internet qui contient le ...");

system("rm -f result*");
for ($i = 0; $i <= 22; $i++) {
  open(OUT, ">result$i");
  for ($j=0; $j<=22; $j++) {
    system("tplus -S $images[$i] > v1");
    system("tplus -S $fonctions[$j] > v2");
    $res = "vectCos v1 v2";
    $arr = sprintf("%4f", $res);
    print OUT ($i." " . "icone".".$j." " . "fct." " . $arr . "\n");
  }
}

for ($i=0;$i<=22;$i++) { #recupere la premiere ligne, donc maximale, de chaque fichier result
  system("sort -rk5 result$i|head -n1");
}
```

- ### Attention à...
- Spécifier dans votre *profile* le chemin où sont stockés les programmes LSA
`/usr/local/lsi/bin/`
 - Lors de nouvelles compilations...
 - Coder les accents avec l'utilitaire `txt2lsa_`
é -> _ei, etc.
 - Choisir un codage de caractères compatible (format texte)
 - Séparer les paragraphes par un double retour chariot
 - Plus de renseignements chez Quesada (à paraître) et dans doc. papier fourni

1. LSA?
2. Applications
3. Sémiotique
4. Expé
5. Philosophie
6. Handicapté

Avantages et inconvénients de LSA [Lemaire & Denhière 05]

- **Avantages**
 - Entièrement automatique
 - Représ. vectorielle permet une représentation facile de séquences de mots, et ainsi des comparaisons aisées mots < parag.
 - Modèle cognitif de l'acquisition/compréhension
- **Inconvénients**
 - Les parag. sont des paquets de mots (pas de prise en compte de la syntaxe)
 - Pas d'incrémentalité (tout recompiler à chaque ajout)
 - Relation S de similarité symétrique (a S b \Rightarrow b S a) alors que ce n'est pas le cas dans la réalité

II. Présentation des projets

Compréhension texte/images

1. LSA?
2. Applications
3. Sémiotique
4. Expé
5. Philosophie
6. Handicapté

Sujet 1. Modéliser la compréhension de documents textes/image

- L'idée est de reprendre l'un des matériels d'une étude « multimédia » texte/image (cf. travaux de MB, CR à TECFA, et Mayer, Sweller, etc.)
- Après codage du matériel imagé, faire traiter le corpus par LSA. Des liens entre les informations venant des images et celles des textes vont être créés
- « Poser » des questions à LSA, e.g., sous forme de QCM, pour voir de quelle manière le processus expliqué est « compris ». Les proximités entre la question et chaque item seront calculées et la réponse sera l'item le plus proche
- Vérifier que la traduction des images apporte véritablement un plus par rapport au verbal en faisant deux compilations (verbal seul, verbal + image)

1. LSA?
2. Applications
3. Sémiotique
4. Expé
5. Philosophie
6. Handicapté

Exemple issu de Mayer 2003

T : Poignée. Lorsque la poignée de la pompe est poussée...
I : Une poignée de pompe à air qui est levée.
T : L'air passe par le piston.
I : Une flèche descendante va de la partie supérieure de la pompe à la partie inférieure, en passant par la valve d'entrée.
T : et remplit l'espace entre le piston et la valve de sortie.
I : espace entre le piston et la valve de sortie.

1. LSA?
2. Applications
3. Sémiotique
4. Expé
5. Philosophie
6. Handicapté

Sujets 2 à 4 – Suite de l'étude sur les icônes [Dessus & Peraya 05a]

- Plusieurs idées de recherche à creuser...
 - **Sujet 2.** Répliquer la même étude avec une barre d'icônes moins classique (e.g., logiciel CAO), en ajoutant bien évidemment des connaissances au domaine traité
 - **Sujet 3.** Constituer un corpus « connaissances sémiotiques » qui permette de meilleurs résultats
 - **Sujet 4.** Peut-on améliorer les consignes de traduction image vers texte ? Si l'on demande à plusieurs personnes de traduire la même icône, peut-on dégager une traduction « standard » ? Les différentes traductions pourront éventuellement être analysées par LSA pour déterminer la plus « centrale »

1. LSA?
2. Applications
3. Sémiotique
4. Expé
5. Philosophie
6. Handicapté

Sujet 5. Parcours oculaire de lecture d'une icône

- quel est l'effet de l'info **bulle** sur le parcours oculaire d'un utilisateur d'icône ? Cette recherche s'intéressera à cette question en comparant le parcours oculaire d'un participant sur une icône vs. sur le parcours du même participant sur une icône avec info **bulle**
- Le parcours oculaire sera fourni d'ici au 7 décembre par le Lab. de psychologie de Nice.



Pour en savoir plus...
Sites principaux sur LSA

- Site des concepteurs, possibilité de divers tests
 - <http://lsa.colorado.edu>
- Liste d'autres implantations de LSI/A
 - <http://www.cs.utk.edu/~lsi/>
- Articles sur LSA
 - <http://www-leibniz.imag.fr/~blemaire/lsa.html>