Alignement de textes bilingues par classification ascendante hiérarchique

Maria ZIMINA

LEXICO (SYLED) – EA 2290 Université de la Sorbonne Nouvelle – Paris 3 (France)

Abstract

Existing translations contain a wealth of ready-made solutions that can be reused to generate new high-quality translations. For this reason, translation resources are frequently stored in electronic databases providing certain information retrieval facilities. The concept of bilingual text alignment enables a more efficient use of the translation resources, by reconstructing the links maintaining translation equivalence between the corresponding segments of the text and its translations in different languages.

Current text alignment algorithms perform quite successfully on a sentence level. However, there is a need to continue research in finer-grained text alignment. In this regard, we propose to identify translation correspondences on the basis of hierarchical cluster analysis of graphical forms and repeated segments of bilingual texts. The principles of this technique enable to yield, through progressive agglomeration, clusters of textual units with similar (or identical) distributional profiles. The results obtained following this technique suggest that hierarchical cluster analysis can be applied for a wide rage of purposes in bilingual text alignment.

Résumé

Le stockage électronique conjoint de textes originaux avec leurs traductions existantes facilite le travail quotidien du traducteur en mettant à sa disposition des solutions toutes faites aux nombreux problèmes de traduction. La conversion d'un ensemble de documents en une base de données bi-textuelles exige l'élaboration de techniques d'alignement. Il faut, donc, introduire une dimension interactive en reconstituant automatiquement des liens entre un grand nombre d'éléments du texte original et sa traduction.

Les algorithmes développés pour calculer automatiquement une représentation bi-textuelle ne sont pas encore capables de rendre explicites toutes les correspondances de traduction dans un couple de textes donnés. Notre travail est orienté vers une étude de nouvelles méthodes statistiques d' alignement à base de classification hiérarchique ascendante des formes graphiques et des segments répétés. Les procédures de classification permettent d' agréger successivement formes et segments en fonction de leur répartition dans l' ensemble d' un corpus. Ce genre de regroupement est potentiellement utilisable pour la mise en correspondance de textes bilingues.

Mots-clés : corpus bilingues, bi-texte, correspondances de traduction, alignement, concordances bilingues, classification hiérarchique ascendante, formes graphiques, segments répétés, profils de répartition.

1. Corpus bilingues et traduction

Avec la croissance du marché de la traduction, les agents économiques, les organisations internationales s' intéressent de plus en plus à l' archivage électronique conjoint de textes et de leurs traductions dans différentes langues. Ces documents représentent le noyau de la communication multilingue et rendent possible l' échange d'information entre communautés. L'information qu'ils contiennent revêt une importance capitale dans plusieurs domaines socio-économiques. C'est pourquoi de vastes corpus de textes sont systématiquement archivés dans les textothèques et bases de données informatiques. Ces banques textuelles sont ensuite consultées pour récupérer des informations sur des références terminologiques ou bien pour comparer plusieurs versions d'un même document. Le problème est alors de disposer d' un accès rapide et efficace à l'information contenue dans ces documents. L'archivage électronique des données textuelles ainsi que la création de systèmes de recherche documentaire (information retrieval) fournissent une solution partielle à ce problème. Néanmoins, pour les

rendre facilement consultables et pour pouvoir exploiter complètement les ressources présentes dans ces documents, il est nécessaire d'établir un système de mise en relation entre segments correspondants dans des couples de textes. Pour résoudre ce problème, les aides informatisées sont indispensables.

2. Mise en correspondance de textes bilingues

On appelle *corpus bilingues* des corpus constitués de paires de textes dont l'un est une traduction de l'autre. Il s'agit, en général, de textes sources et de traductions (effectuées par des traducteurs humains) présentés sous forme électronique. Ce type de corpus est souvent appelé *bi-texte* (Harris, 1988). La conversion d'un ensemble de documents en une base de données bi-textuelles exige l'élaboration de techniques d'*alignement*. Il faut, donc, introduire une dimension interactive en ajoutant des liens entre un grand nombre d'éléments d'un texte original et sa traduction. Une fois ces liens établis, on peut créer une variété d'outils d'analyse et mettre en évidence certaines régularités de traduction. Les textes bilingues alignés deviennent plus facilement utilisables. L'exploitation des données de traduction contenues dans les corpus bilingues permet d'automatiser certaines étapes de la traduction et notamment de développer des méthodes permettant la reconstitution automatique des *correspondances de traduction*.

2.1. Les outils de réutilisation des ressources de traduction

Pour assurer une mise en correspondance interactive entre les segments de textes bilingues, une nouvelle génération d'aides à la traduction informatisée *à base de corpus* a été conçue. Il s' agit, notamment, de programmes de *concordances bilingues* (Isabelle, 1992). Ces programmes permettent d'extraire à partir du gisement des traductions existantes de l'information et des solutions utilisables pour la production de nouvelles traductions. La création de ces outils a été rendue possible grâce à l' intégration de modèles statistiques et linguistiques capables d'*aligner* les segments correspondants (paragraphes, phrases, syntagmes, et parfois mots) de deux textes avec un taux de précision relativement élevé. Les algorithmes développés pour calculer automatiquement une représentation bi-textuelle à partir d' un texte et de sa traduction, permettent de construire des bases de données de textes alignés. Cependant, au stade actuel, ces algorithmes ne sont pas encore capables de rendre explicites *toutes* les correspondances de traduction dans un couple de textes donnés. Malgré les progrès récents dans le domaine d'alignement, la mise en correspondance des matériaux textuels, de textes bilingues, ou corpus *bi-textuels*, reste relativement complexe et exige que les recherches soient poursuivies dans ce domaine.

3. L'alignement à base de classification ascendante hiérarchique

Notre travail est orienté vers une étude de nouvelles méthodes statistiques d' alignement *à base de classification hiérarchique ascendante automatisée des formes graphiques et des segments répétés* (Lebart et Salem, 1994). Les procédures de classification permettent d' agréger successivement les formes et segments en fonction de leur *répartition* dans l' ensemble d' un corpus. Appliquée au *tableau lexical entier* (TLE), qui range les décomptes des occurrences de l'ensemble de formes et segments dans chacune des parties du corpus, la classification hiérarchique ascendante produit des regroupements d' éléments caractérisés par des profils de répartition similaires (ou identique). Globalement, l'étude statistique de leur comportement dans les deux parties bilingues d'un corpus pourrait aider à identifier les formes et segments représentant des traductions mutuelles (cf. figures 1-2).

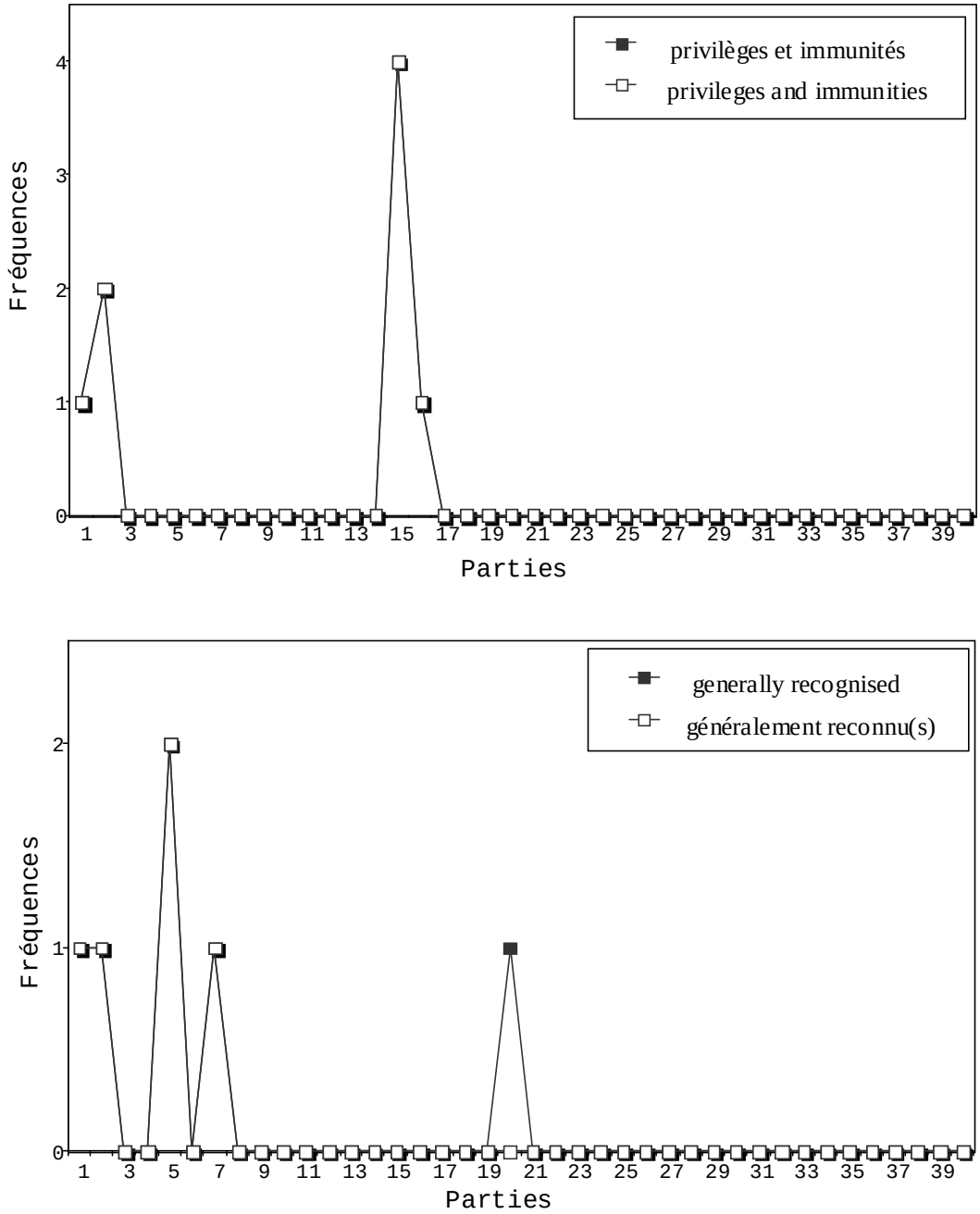

Figure 1. *Profils graphiques des segments répétés agrégés dans les mêmes classes*

1./ont à la charge du conseil de l' europe. *privilèges et immunités* des juges les j/
/shall be borne by the council of europe. *privileges and immunities* of judges the/
/dant l' exercice de leurs fonctions, des *privilèges et immunités* prévus à l' art/
/ the exercise of their functions, to the *privileges and immunities* provided for /

2./ is quite distinct from the authorities' *generally recognised* discretion to make/
/ent distincte du pouvoir discrétionnaire *généralement reconnu* à l' administratio/
/ut also whether they had duly observed'' *generally recognised* legal and administ/
/s principes juridiques et administratifs *généralement reconnus*''(45). une derni/

Figure 2. *Retours au contexte*

3.1. Description du corpus

Les expérimentations présentées portent sur le corpus textuel bilingue (français/anglais) constitué à partir de la *Convention de sauvegarde des Droits de l'Homme et des libertés fondamentale*s, ainsi que d' une douzaine de protocoles, et de 36 arrêts rendus par la Cour européenne des Droits de l'Homme de Strasbourg en 1995. La Convention a été signée à Rome le 4 novembre 1950. Élaborée au sein du Conseil de l'Europe, elle définit un certain nombre de droits fondamentaux et institue un mécanisme de contrôle et de sanction propre à assurer le respect de ces droits par les Etats signataires. Il existe deux version officielles des textes mentionnés ci-dessus : l'une en français, l'autre en anglais. Les deux versions de chaque document existent parallèlement, et il est impossible de distinguer une langue source et une langue cible. Les corpus anglais (273 685 occurrences) et français (285 961 occurrences) sont découpés en 12 131 phrases (une phrase correspond à la séquence comprise entre deux retours à la ligne) (Bourigault et al., 1999).

3.2 Mécanisme de la classification

Il existe une grande variété des méthodes de classification hiérarchique, puisqu'il y a plusieurs façons de calculer le poids et les distances par rapport aux éléments à classer. Nous avons utilisé une des variantes, basée sur la *méthode des voisins réciproques* proposée par J. Juan (1982).

Pour travailler sur l'ensemble des formes et segments répétés du corpus bilingue, on a fusionné en un seul tableau lexical les données générées séparément pour les corpus anglais et français. Les nombres à l'intersection des lignes et des colonnes de ce tableau correspondent aux sous-fréquences des formes et segments répétés dans chacune de parties du corpus. La classification automatique projetée sur les lignes du tableau (formes et segments) décrit leurs proximités en les regroupant en classes. Les regroupements effectués à chaque pas de l'algorithme de classification hiérarchique rassemblent des éléments qui sont plus au moins proches entre eux. Une *classe* est un ensemble d'éléments terminaux rassemblés dans un noeud. La classification produit une hiérarchie indicée de classes partiellement emboîtées les unes dans les autres.

On détermine a priori le nombre des classes dans lesquelles on désire répartir l'ensemble des éléments à classer, ou le nombre de noeuds retenus pour la classification. En fixant ce nombre de classes à la moitié du nombre total d' individus de deux corpus dans le tableau on tente de se rapprocher au maximum d'un résultat souhaitable : produire des petites classe de deux éléments dont les profils sont très similaires (voir identiques) dans les corpus anglais et français.

3.3. Influence de la variation du découpage

Dans le cadre de notre expérimentation, nous avons effectué une série de partition du corpus afin d'obtenir des parties de taille équivalente. On a obtenu des fragments de texte consécutifs n'ayant pas d'intersection. On peut constater que la variation du découpage influe de manière importante sur la qualité des résultats (cf. figure 3). L'augmentation du nombre de parties permet de préciser les profils des individus à classer. En conséquence, les individus agrégés dans les mêmes classes sont plus proches entre eux. Plus la partition est fine, plus les résultats sont fiables.

parties = 20		**parties = 40**
ratification signature ratification* signature* articles articles* approval	**1.**	ratification ratification* signature signature*
	2.	articles articles*
	3.	approval

```
signature   14 16 5 0 1 0 0 0 2 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 0 0 1 0 0
signature      30   5   1   0   2   1   0   0   0   0   0   0   0   0   1   0   0   1   1   0

signature*  13 16 5 0 0 0 0 0 1 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
signature*     29   5   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   1   1

articles    15 21 1 0 0 1 0 0 0 1 1 0 0 1 0 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 1 0 0 0 0
articles       36   1   1   0   1   1   1   1   1   0   0   0   0   0   0   1   0   1   0   0

articles*   13 21 1 0 0 1 0 0 0 0 1 0 0 1 0 1 2 0 1 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0
articles*      34   1   1   0   1   1   2   1   0   0   1   0   0   0   0   1   0   0   0   1
```

* = forme en anglais

Figure 3. *Regroupement en classes en fonction du découpage*

3.4. Filtrage des résultats par comparaison des fréquence générales

On augmente considérablement la qualité des résultats de la classification, si l' on prend en compte les fréquences des individus calculées dans l' ensemble du corpus. On sélectionne, par exemple, les individus dont les fréquences ne présentent pas d' écart important par rapports aux autres membres de la classe (cf. figure 4). Le filtrage sur ce paramètre regroupe avec plus de netteté des correspondances de traduction.

4. Évaluation des résultats

Selon notre hypothèse de départ, les correspondances de traduction ont des répartitions similaires dans les corpus anglais et français. L' analyse des profils des individus dans les deux corpus a montré que les ventilations des formes et segments répétés représentant des traductions mutuelles présentent des similitudes. La CAH a permis d' automatiser cette comparaison à base de calculs statistiques et effectuer des regroupements en classes d' individus possédant des proximités importantes dans leurs profils.

On peut constater que la classification a dégagé un nombre important de classes qui regroupent des individus – correspondances de traduction (cf. figures 5-6). Il s'agit, essentiellement, des associations réalisées aux tous premier niveaux de l'agrégation. Les correspondances de traduction qui se trouvent dans ces mêmes classes ont des fréquences générales et des sous-fréquences très similaires.

CLASSE 2622

248	***puni de***	**F = 11**
1414	***punishable by***	**F = 12**
1402	*increased by*	**F = 5**
692	*alinéas précédents*	**F = 5**

puni de	1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 8 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0
punishable by	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 10 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0
increased by	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 4 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0
alinéas précédents	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 4 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

CLASSE 2571

772	***résine de cannabis***	**F = 12**
1618	***cannabis resin***	**F = 12**
1599	*schedule 3*	**F = 15**
1895	*ought to*	**F = 5**

résine de cannabis	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 9 3 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
cannabis resin	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 9 3 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
schedule 3	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 10 4 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
ought to	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 3 1 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0

Figure 4. *Ventilations et fréquences générales des segments agrégés*

CLASSE 2692

549	*égalité des*
1716	*equality of*

CLASSE 2526

1653	*replies to*
598	*réponses à*

CLASSE 2267

1980	*speculate as to*
1000	*spéculer sur*

CLASSE 2422

1226	37 *above*
655	37 *ci*

CLASSE 2594

1465	*differences in*
611	*différences entre*

CLASSE 2158

557	*lecture des*
1817	*reading out*

CLASSE 2708

1501	*accepts that*
463	*admet que*

CLASSE 2656

680	*né en*
1509	*born in*

CLASSE 2523

72	*côté de la*
73	*côté de*
1698	*side of*
1697	*side of the*

CLASSE 2371

110	*verdict d*
1056	*verdict of*

CLASSE 2669

1961	*contributed to*
909	*contribué à*

CLASSE 2657

1025	*considerations of*
269	*considérations d*

Figure 5. *Classes inférieures de la hiérarchie*

lecture des	0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 3 3 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
reading out	0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 2 2 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
spéculer sur	0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 1 1 0 0 0 1 0
speculate as to	0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 1 2 0 0 0 2 0 0
verdict d	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 6 1 0 0 0 3 0 0 0
verdict of	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 6 1 0 0 1 3 0 0 0
égalité des	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 6 0 0 0 2 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
equality of	0 1 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 6 0 0 0 2 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0

Figure 6. *Ventilations homogènes*

```
                                                  2690--*--//-
    CLASSE  2690                                     !
     594  proportionnée au                        2173-*-
     593  proportionnée au but                       !
                                                  2853-*
    CLASSE  2173                                     !
    1285  proportionate to                        2820*-
    1283  proportionate to the aim                   !
                                                  2750-
```

Figure 7. *Classes voisines de correspondances de traduction*

La visualisation de l'agrégation hiérarchisée sous forme d'un *dendrogramme* montrent que les correspondances de traduction se trouvent dans les classes voisines (cf. figure 7). La coupure du dendrogramme détermine le nombre de classes dans lesquelles on répartit l'ensemble des individus. Elle doit permettre de regrouper dans les mêmes classes, situées avant la coupure, les individus suffisamment proches. Cependant, une partition optimale est relativement difficile à obtenir. La classification ne fournit pas de critères permettant d'effectuer un découpage en classe optimal du point de vue des correspondances de traduction.

Conclusions

L' analyse des résultats de la classification prouve, sans nul doute, l' intérêt de cette méthode pour la mise en correspondance des matériaux textuels. L' avantage de la méthode réside dans son degré de flexibilité : elle n' impose aucune restriction dans le processus d' identification des correspondances de traduction. Ces dernières sont recherchées librement dans l' ensemble de deux textes. La recherche des points d' ancrage pour l' alignement se base sur les proximités de profils de formes et de segments répétés dans les deux corpus. Cette recherche peut être entièrement automatisée, elle est peu coûteuse en calcul.

Dans notre cas, deux pistes de développement se révèlent intéressantes. Premièrement, il est possible d'utiliser les classes d' individus agrégés pour aligner les phrases correspondantes. Deuxièmement, on peut envisager l'intégration de cette méthode aux systèmes d' alignement des phrases basés sur d'autres critères pour trouver des correspondances plus fines et augmenter la résolution jusqu' au niveau des mots ou des syntagmes (cf. figure 8).

1. CLASSE 2526 *replies to* *réponses à*	**3.** CLASSE 2965 *whereas the commission accepted it* *whereas the commission* *tandis que la commission* *tandis que la commission y souscrit*
2. CLASSE 2026 *official gazette* *journal officiel*	**4.** CLASSE 2273 *trente jours* *thirty days*

1. /heard addresses by,, mr jäckel, and, and ***replies to*** a question put by it. partic/
/ir basil hall, lord lester and, and also ***replies to*** questions put by one of its /
/ions,, me jäckel, et, ainsi qu' en leurs ***réponses à*** sa question. les circonstanc/
/asil hall, lord lester et, ainsi que des ***réponses à*** des questions posées par un /

2. /rative procedure, bgbl[federal ***official gazette***] no. 172/ 1950, subject to revi/
/rative procedure, bgbl[federal ***official gazette***] no. 172/ 1950, subject to revi
/lois de procédure administrative, bgbl.[***journal officiel*** fédéral], concernant l/
/lois de procédure administrative, bgbl.[***journal officiel*** fédéral], concernant l/

3. /ion. the government contested this view, ***whereas the commission accepted it***. the/
/ion. le gouvernement combat cette thèse, ***tandis que la commission y souscrit*** en /

4. /at the vendor exercised his right within ***thirty days*** of delivery to the purchase/
/e le vendeur exerçât ses droits dans les ***trente jours*** de la livraison à l' achet/

Figure 8. *Retours aux contexte*

Références

Bourigault D., Chodkiewicz C. and Humbley J. (1999). Construction d'un lexique bilingue des droits de l'homme à partir de l'analyse automatique d'un corpus aligné. *Actes de la 3ème conférence Terminologie et Intelligence Artificielle (TIA'99).*

Harris B. (1988). Bi-Text, a New Concept in Translation Theory. *Language Monthly*, vol.(54): 8-10.

Isabelle P. (1992). La bi-textualité: vers une nouvelle génération d' aides à la traduction et la terminologie. *META*, vol.(37), no 4: 721-737.

Isabelle P. and Warwick-Armstrong S. (1993). Les corpus bilingues : une nouvelle ressource pour le traducteur. In Bouillon, P. and Clas, A., editors, *La Traductique.* Montréal : Les Presses de l' Université de Montréal, 288-306.

Juan J. (1982). Classification ascendante hiérarchique selon les voisins réciproques. *Cahiers de l' analyse des données*, vol.(7), no 2.

Lamalle C., Martinez W. and Salem A. (1998). Lexico2 : outils de statistique textuelle. Université de la Sorbonne nouvelle - Paris 3. LEXICO (SYLED).

Lebart L. and Salem A. (1994). *Statistique textuelle*. Paris: Dunod.