

Projection de requêtes en langue naturelle sur les termes du MeSH : l'apport de connaissances morphologiques

Pierre Zweigenbaum¹, Natalia Grabar¹, Stéfan Darmoni²

¹DIAM — Service d'Informatique Médicale/DSI, Assistance Publique – Hôpitaux de Paris & Département de Biomathématiques, Université Paris 6
{pz, ngr}@biomath.jussieu.fr

²Département Informatique et Réseaux, CHU de Rouen & Laboratoire Perception, Information et Systèmes, INSA, Rouen
stefan.darmoni@chu-rouen.fr

Abstract

The large Internet health directories use the MeSH thesaurus for indexing; this is the case, e.g., of the CISMef catalogue. Since health care professionals or the general public generally do not know MeSH terms, the query interface of these directories must provide a method for mapping free text queries to index terms. We examine here the contribution of morphological knowledge (inflection and derivation) to this mapping. In this purpose, we have prepared morphological knowledge on medical words and set up a tool that maps natural language queries to controlled vocabulary terms. We study, on a sample of actual queries sent to the CISMef query interface, how the quality of their projection to MeSH terms varies depending on the usage or not of this morphological knowledge. Results show a moderate (about 5%) but effective contribution of this knowledge. It will be interesting to complement these first tests with an evaluation of the impact of morphological knowledge on the final documents (Web pages) indexed by the MeSH terms obtained.

Keywords

Natural language processing, information retrieval, MeSH indexing, morphological knowledge, CISMef

1 Introduction

Les terminologies médicales sont utilisées dans de nombreux contextes d'application : citons l'indexation bibliographique (par exemple, le MeSH), le codage de données minimales à des fins statistiques (CIM-10) et le recueil d'informations plus détaillées sur des patients (par exemple, la nomenclature SNOMED aux États-Unis). Dans tous les cas se pose le problème de la mise en correspondance d'expressions en « texte libre » avec les termes normalisés de ces vocabulaires contrôlés : comment trouver le terme normalisé « le plus proche » d'une notion (diagnostic, signe, acte, etc.) exprimée de façon spontanée par une personne ne connaissant pas nécessairement le vocabulaire contrôlé correspondant ?

Par exemple, quel est le terme MeSH à employer pour désigner un kyste du rein¹ ?

Nous nous intéressons ici à cette question dans le contexte de l'indexation avec le thesaurus MeSH [1]; notons que la plupart des questions abordées se transposent à d'autres besoins de codage dans un vocabulaire contrôlé. Le MeSH est traditionnellement employé pour indexer les articles scientifiques du domaine biomédical, comme ceux de la base de données bibliographiques Medline (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/PubMed/>). Avec le développement des sources d'information médicale sur l'Internet, le MeSH commence aussi à être utilisé pour indexer des pages ou des sites Web. Ainsi, six « répertoires » ou « catalogues » recensent des sites web médicaux et leur associent un ou plusieurs mots-clés MeSH [2]². Cela permet de présenter une vision structurée des sites médicaux recensés. De plus, si l'on effectue une recherche sur l'un de ces catalogues à l'aide de mots-clés MeSH, on peut bénéficier de fonctionnalités associées à la structure hiérarchique du MeSH (par exemple, la fonction *explode* dans Doc'CISMeF) : la recherche sur un « concept » permet d'atteindre en même temps tous les concepts plus spécifiques. Cette indexation par un vocabulaire contrôlé présente ainsi un intérêt certain dans le contexte de l'« université virtuelle ».

Deux types de recherche sont proposées dans ces catalogues : par navigation et par requête. Dans la recherche par navigation, on se déplace dans la hiérarchie du MeSH ; chaque nœud de cette hiérarchie, qui correspond à un concept, est présenté sous forme d'une page qui liste les sites indexés par ce concept. Dans la recherche par requête, l'utilisateur formule directement ce qu'il recherche sous forme d'une expression en langue naturelle. C'est alors que se pose la question de la mise en correspondance de cette expression avec le ou les termes MeSH les plus appropriés, appelée encore *projection* sur les termes normalisés. Comme la plupart des acteurs de la santé, et a fortiori le grand public, ne connaissent pas les termes du MeSH, cette expression a peu de chances de tomber exactement sur un terme normalisé du MeSH (ou l'un des *synonymes* qui sont explicitement inclus dans le thesaurus). Ainsi, nous avons pu vérifier que parmi les requêtes envoyées à Doc'CISMeF, moins de 3 % étaient exactement des termes MeSH !

Les techniques de projection d'expressions sur des termes normalisés se rapprochent des travaux sur la variation terminologique, et font appel à plusieurs types de traitements : modification de caractères [3] (fautes de frappe, majuscules et minuscules, caractères accentués ou pas) et variantes morphologiques [4,5], syntaxiques [5] ou sémantiques [6]. À notre connaissance, aucune étude n'a encore été faite sur l'apport spécifique de la prise en compte de variantes morphologiques dans notre contexte : c'est le sujet de ce travail. Nous examinons dans quelle mesure cette prise en compte contribue à l'amélioration de la projection de requêtes libres en français sur les termes du thesaurus MeSH dans le cadre de l'accès au catalogue CISMeF [7] à travers son outil de recherche Doc'CISMeF [2].

2 Matériel : ressources morphologiques et requêtes

2.1 Préparation des ressources morphologiques

Dans [8] et d'autres travaux connexes, nous avons extrait automatiquement de deux terminologies médicales (répertoire d'anatomopathologie de la nomenclature SNOMED Internationale [9] et Classification internationale des maladies [10]) des couples de mots en

¹La réponse est *rein kystique*.

²Il s'agit de CISMeF (<http://www.chu-rouen.fr/cismef/>), CliniWeb (<http://www.ohsu.edu/clinweb/>), DDRT (<http://www.mic.ki.se/Diseases/>), HON (<http://www.hon.ch/>), MedWebPlus (<http://www.medwebplus.com/>) et OMNI (<http://omni.ac.uk/>).

relation morphologique : flexion (*{abdominal, abdominale}*), dérivation (*{abdomen, abdominal}*), composition (*{adénome, adénofibrome}*), et des combinaisons de ces relations (*{membranes, membranaire}* combine la flexion *{membrane, membranes}* et la dérivation *{membrane, membranaire}*).

Le principe de cette extraction automatique repose sur la disponibilité d'une terminologie possédant des relations sémantiques entre termes (synonymie, hiérarchie, etc.). Lorsque deux termes sémantiquement reliés possèdent deux mots dont la forme est proche, il y a de grandes chances que ces mots soient en relation morphologique. Par exemple, la nomenclature SNOMED indique que *sinusite*, *SAI*³ est une sorte de *maladie du sinus paranasal*, *SAI*. On fait alors l'hypothèse que les mots *{sinus, sinusite}* sont en relation morphologique. On en induit aussi qu'une règle de substitution de suffixes *ε/ite*⁴ est à l'œuvre et peut s'appliquer sur d'autres couples de mots attestés du domaine. Appliquée à ces terminologies, cette méthode génère très peu de bruit (3 à 5 %) : la quasi-totalité des couples ainsi obtenus concerne des mots effectivement en relation morphologique.

Nous avons également obtenu le même type de données sous forme lemmatisée (par FLEMM [11]: les formes fléchies sont réduites à leur forme canonique) et étiquetée (avec l'aide de l'étiqueteur de Brill : les mots sont étiquetés par la catégorie syntaxique qu'ils possèdent dans le contexte de l'expression courante ; par exemple, *{phlegmon/N, phlegmoneux/A}*).

2.2 Requêtes à Doc'CISMeF

Doc'CISMeF (<http://doccismef.chu-rouen.fr/>) a démarré en juin 2000 ; en janvier 2001, il a reçu en moyenne plus de 1200 requêtes par jour de 400 usagers distincts. Nous avons extrait du journal (« log ») des requêtes toutes celles qui correspondaient à une recherche de termes (en supprimant celles de l'équipe CISMeF et du CHU de Rouen). L'expérimentation présentée ici concerne les 6469 requêtes différentes recueillies pour septembre 2000. La moitié (50 %) de ces requêtes comporte un seul mot, 29 % 2 mots, 14 % 3 mots, 5 % 4 mots et 2 % (143) comptent plus de 4 mots.

Les termes cible sont ceux du MeSH français (19 971 termes, leurs synonymes et 83 qualificatifs) augmentés de 38 « métatermes » et 101 « types de ressources », soit 28 922 termes en tout (32 % comptent 1 mot, 40 % 2 mots, 18 % 3 mots, 6 % 4 mots et 3 % > 4 mots). Il faut noter que pour des raisons historiques, le MeSH français est en majuscules non accentuées.

3 Méthodes

3.1 Préparation des ressources morphologiques

Comme ressources flexionnelles pour le présent travail, nous avons collecté les couples *{forme, lemme}* produits par FLEMM pour les formes fléchies des deux terminologies ci-dessus : 2906 couples correspondant à 1224 lemmes différents, soit 4125 formes en tout. Nous avons aussi utilisé les trois règles les plus fréquentes de lemmatisation : réduction d'un *-s*, *-e* ou *-es*.

Pour les ressources dérivationnelles, nous avons trié et filtré 1910 couples lemmatisés et étiquetés minimaux obtenus dans [12] et contenant 2988 lemmes différents. Le filtrage concernait d'une part les quelques pourcents d'erreurs, d'autre part les combinaisons de

³*SAI* signifie *sans autre indication*.

⁴ ϵ désigne la chaîne vide.

relations morphologiques, mais aussi des couples de mots qui, bien que liés dérivationnellement, ne doivent pas être considérés comme équivalents en extension de requête dans le domaine (par exemple, {*affection/N, affectif/A*}). Pour séparer dérivation et composition, nous avons commencé par diviser ces couples en deux ensembles selon les deux catégories syntaxiques en présence : catégories différentes (plutôt dérivation) vs catégories identiques (plutôt composition savante). Nous avons ensuite ajusté manuellement cette division, et collecté 1024 couples dérivationnels (794 familles différentes, par exemple *aorte, aortique, aorto*) concernant 1759 lemmes.

L'union des couples flexionnels et dérivationnels constitue 1600 familles et 5462 formes. Nous supposons que deux formes d'un de ces couples sont substituables en recherche d'information. Notons que ces bases de connaissances lexicales n'ont pas été ajustées particulièrement au MeSH ; ce sera fait dans une expérience ultérieure.

En recherche d'information, il est courant de considérer que certains mots sont porteurs de sens (noms, adjectifs, etc.) alors que les autres, dits *mots vides*, ne sont pas pertinents. Nous avons utilisé les mêmes ressources pour déclarer les mots vides de l'appariement : il s'agit des déterminants, prépositions, adverbes, verbes, pronoms et conjonctions (au total, 190 mots).

3.2 Appariement de termes

Le processus d'appariement entre requête et termes cible que nous allons tester est le suivant. Chaque requête est mise en minuscules, segmentée en mots et considérée comme un ensemble de mots (l'ordre n'y est plus pertinent) ; les mots vides sont également supprimés (nous appelons cette étape [*ordre*]). Les étapes suivantes pratiquent une *expansion de requête* : elles ajoutent à la requête courante, lorsque c'est pertinent, des mots supplémentaires considérés comme sémantiquement équivalents à des mots présents dans la requête. Ces mots peuvent être des formes réaccentuées ou désaccentuées si le vocabulaire cible est désaccentué (c'est le cas du MeSH français : [*accent*]). Il peut aussi s'agir d'autres formes fléchies [*flex*] ou de mots dérivés [*deriv*] selon les connaissances morphologiques fournies au programme. Dans la requête résultante, chaque mot est étendu en une disjonction de mots « équivalents » (par exemple, *muscle* donne *muscle/musculaire/musculaires*), et la requête totale est une conjonction de ces disjonctions (par exemple, *personnes âgées* donne (*personnes/personne*) *ET* (*agees/age/agee*)).

Les termes cible (les mots-clés du MeSH) sont mis en minuscules et segmentés, puis traités eux aussi comme des ensembles de mots. Le principe général de l'appariement consiste à renvoyer les termes cible qui contiennent le maximum de mots de la requête, sans tenir compte de leur position. Plus précisément, les termes cible sont classés devant si (dans l'ordre indiqué) : (i) ils satisfont le maximum de disjonctions (ils contiennent le maximum de mots de la requête) ; (ii) ils possèdent le minimum de mots supplémentaires [*extra*] ; (iii) ils contiennent le maximum de mots exacts de la requête d'origine (ils ont moins recours à des « équivalents ») ; (iv) ils contiennent des mots plus proches du début de la requête ; les ex-aequo sont départagés par l'ordre alphabétique. Un algorithme « glouton » sélectionne successivement les termes cible qui « couvrent » le mieux les mots restants de la requête. Nous avons étudié la variation des performances de l'appariement selon l'étape du traitement de la requête à laquelle on s'arrête ([*ordre*], [*accent*], [*flex*], [*deriv*]). Nous avons aussi testé une variante plus stricte du critère (ii) dans laquelle les termes sélectionnés ne peuvent contenir que des mots de la requête expansée, plus éventuellement des mots vides [*noextra*].

3.3 Réalisation

L'algorithme a été implémenté à l'intérieur d'un programme existant d'appariement de termes [13] écrit en Perl5. Sa vitesse d'appariement, de l'ordre de 600 requêtes par minute sur une machine HP-UX, est raisonnable pour les besoins des tests. Appelé sous forme de « CGI » à travers Internet, il renvoie une page HTML qui présente à l'utilisateur les termes MeSH trouvés (<http://www.biomath.jussieu.fr/cismef/>). Un simple clic exécute alors la recherche correspondante sur Doc'CISMeF.

3.4 Évaluation

Notre tâche d'appariement à des termes MeSH peut être caractérisée comme la recherche de la conjonction de termes MeSH qui, pris ensemble, caractérisent le mieux le besoin informationnel de l'utilisateur. Comme le résultat d'une requête est une conjonction de termes plutôt qu'une liste ordonnée de documents, les mesures traditionnelles employées en recherche d'information, à savoir rappel et précision, sont mal adaptées. À la place, nous avons mesuré d'une part l'impact global des paramètres d'appariement : le nombre de requêtes pour lesquelles une modification du processus de traitement (*[ordre]*, *[accent]*, *[flex]*, *[deriv]*) produit une modification du résultat. D'autre part, nous avons évalué la qualité de ces modifications : le fait que les réponses modifiées soient meilleures ou moins bonnes que les réponses initiales. La qualité des réponses a été jugée par l'équipe CISMeF (un informaticien médical et deux bibliothécaires médicaux). Chaque résultat a été noté de 0 (très mauvais) à 3 (très bon) en fonction de sa pertinence pour l'accès au contenu de CISMeF. Pour avoir une idée de la qualité générale de l'appariement et de la difficulté de la tâche, les résultats de 58 requêtes contenant au moins 2 mots, qui n'étaient pas exactement des termes cible et ne comportaient pas de faute d'orthographe, ont été examinés (*[accent, extra]*).

Dans une expérience complémentaire *[noextra]*, nous avons vérifié si, d'un point de vue linguistique, les réponses modifiées ajoutaient ou raffinaient les termes MeSH des réponses initiales, ou au contraire ajoutaient des termes non pertinents.

L'algorithme d'appariement a été lancé sur l'ensemble des requêtes de chaque mois de notre corpus constitué à partir du journal des requêtes de Doc'CISMeF. Le schéma général observé dans les résultats était comparable d'un mois à l'autre ; pour un examen plus détaillé, nous avons alors pris comme échantillon le mois de septembre 2000 (6469 requêtes).

4 Résultats

Le tableau 1 montre l'impact global des paramètres d'appariement sur les réponses aux requêtes de septembre 2000. Les trois premières colonnes (« terme MeSH exact ») indiquent le nombre de requêtes qui correspondaient directement à un terme MeSH exact (2,8 %), modulo les majuscules, l'ordre des mots et les mots vides (21,1 %) et les accents (26,0 %). Les deux colonnes suivantes indiquent le nombre de requêtes dont les réponses ont changé lorsque l'on a ajouté des connaissances flexionnelles par rapport à l'étape *[accent]* (*[flex]* : 6,6 %), puis dérivationnelles (*[deriv]* : 2,0 %). La rangée supplémentaire concerne la variante *[noextra]* (4,0 % et 1,6 %).

L'évaluation qualitative de la qualité de l'appariement sans connaissances morphologiques *[accent, extra]* a obtenu une note moyenne de 1,72 ($\sigma=1.18$, $\max=3$). Pour la variante *[extra]*, un échantillon de 20 réponses parmi les 429 modifiées par la flexion ont été examinées : leur note moyenne a augmenté de 0,53 à 1,07. Pour la dérivation, l'évaluation

a porté sur 64 des 128 requêtes concernées. La note moyenne obtenue a augmenté de 1,14 à 1,91 sur 3.

Tableau 1 : Impact global de la morphologie

variante	terme MeSH exact			modifié	
	exact	ordre	accent	flex	deriv
extra	182 (2,8 %)	1364 (21,1 %)	1679 (26,0 %)	429(6,6 %)	128 (2,0 %)
noextra				256 (4,0 %)	106 (1,6 %)

Lorsque le critère [noextra] est activé, la flexion n'influe plus que sur 256 requêtes sur 6469 (4,0 %) ; nous en avons examiné la moitié (voir la figure 1) : dans 85 % des cas, la flexion améliore les résultats, en détectant un terme supplémentaire (74 %) ou en remplaçant un terme par un autre plus précis (11 %). Les autres cas (15 %) correspondent à l'ajout d'un terme erroné. La dérivation influe pour 106 requêtes (1,6 %), que nous avons toutes examinées ; 83 % ont de meilleurs résultats, dont 8 % par précision d'un terme. Au total donc, 5,6 % des requêtes sont concernées par flexion ou dérivation.

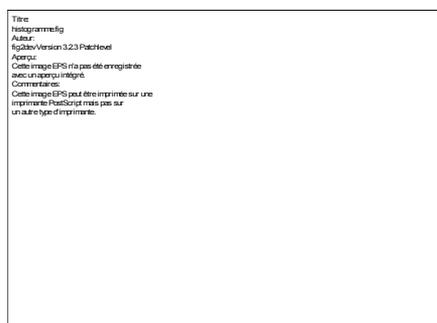


Figure 1 : Impact qualitatif [noextra]

Le tableau 2 donne quelques exemples d'apport de connaissances flexionnelles ou dérivationnelles. Sa première colonne indique la requête, la deuxième colonne la réponse obtenue sans connaissances morphologiques [accent, extra], et la troisième la réponse obtenue avec flexion ou dérivation et avec un filtrage plus strict [noextra], [infl] ou [deriv].

Tableau 2 : Exemples de contribution des connaissances morphologiques (la barre oblique '/' sépare les termes réponse).

requête	réponses [accent]; [extra]	réponses [flex] ou [deriv]; [noextra]
aberrations <u>u</u> chromosomiques/anomalies	aberrations chromosomiques	aberration chromosomique, anomalies
hematome pelv <u>ie</u> n	hematome / membre pelvien	hematome / pelvis
tumeur du glom <u>u</u> s	glomus carotidien, tumeur	glomiqu <u>e</u> , tumeur
kyste du rein	rein / kyste arachnoïde	rein kystiqu <u>e</u>
stenose valv <u>e</u> aort <u>e</u>	stenose isthmique aorte congenitale / prolapsus valve aortique	stenose aortiqu <u>e</u> valvulair <u>e</u>
tumeur bronchiqu <u>e</u>	face, tumeur / fistule bronchique	tumeur bronche

5 Discussion

En résumé, ces premières évaluations montrent un apport modéré mais réel de la flexion et de la dérivation dans une tâche d'appariement de requêtes à des termes normalisés. L'une comme l'autre, lorsqu'elle agit, améliore en moyenne les réponses aux requêtes.

Ces expériences utilisent principalement une technique : l'expansion de requête à l'aide de connaissances morphologiques. Elles ont été conçues comme un test méthodologique de cette technique prise individuellement. Cette technique constitue l'une des briques d'une panoplie de techniques complémentaires, actuellement en travaux, qui doivent être appliquées en cascade pour apparier des requêtes à des termes cible. Sa mise en œuvre peut de plus être améliorée de plusieurs façons, en particulier en étendant et en adaptant au MeSH les connaissances morphologiques employées et en entraînant l'algorithme d'appariement sur le journal des requêtes de Doc'CISMeF.

L'examen détaillé des situations d'erreur de la variante [*extra*], avec l'expansion de requête [*flex*] ou [*deriv*], montre qu'une partie importante du bruit est causé par des termes complexes dont un seul mot était présent dans la requête : *tumeur bronchique* → *face*, *tumeur*, ou encore *grands brûlés* → *grands singes*, *maladies* (ou, avec flexion, *grands brûlés* → *grande bretagne* !). La variante [*noextra*] est destinée à filtrer ce bruit. Elle rend la contribution des connaissances morphologiques plus claires dans ce contexte : en rapportant les chiffres de la figure 1 au total, flexion + dérivation permettent de mieux projeter 4,7 % des requêtes sur le MeSH, en n'ajoutant qu'une faible quantité de bruit (0,9 %).

L'étude la plus proche de celle effectuée ici est un travail de l'équipe de Xerox [14] qui examine entre autres l'apport de la flexion et de la dérivation en recherche d'information sur le français. Les résultats présentés ici n'y sont cependant pas directement comparables, car les tâches abordées sont différentes : une tâche d'appariement de termes de notre côté, et une tâche classique de recherche d'information du leur. Une évaluation globale de l'accès aux documents de CISMeF à travers notre méthode d'appariement de termes serait plus directement comparable.

6 Conclusion

Les expériences effectuées confirment les observations faites par l'équipe de Xerox dans le contexte de la recherche d'information [14], à savoir un apport modéré mais positif des connaissances flexionnelles et dérivationnelles sur le résultat des requêtes. Cela constitue un encouragement à compléter ces connaissances morphologiques pour la langue médicale. Ces expériences illustrent aussi le fait que la spécification de la tâche et les critères précis de sélection des réponses peuvent modifier l'appréciation de la contribution différentielle des connaissances morphologiques en recherche d'information. Une évaluation globale, portant sur les résultats en recherche d'information (documents trouvés) plutôt que simplement en appariement de termes (termes d'indexation trouvés), est donc nécessaire. Elle permettra d'étudier l'impact de ces facteurs sur les documents effectivement obtenus. Ce travail est actuellement en cours.

Références

- [1] Medical Subject Headings. page WWW
<http://www.nlm.nih.gov/mesh/meshhome.html>, National Library of Medicine, Bethesda, Maryland, 2001.

- [2] Darmoni S, Thirion B, Leroy J, et al. A search tool based on 'encapsulated' MeSH thesaurus to retrieve quality health resources on the Internet. *Med Inform Internet Med* 2001;26. À paraître.
- [3] Lovis C et Baud R. Fast exact string pattern-matching algorithms adapted to the characteristics of the medical language. *J Am Med Inform Assoc* 2000;7(4):378–91.
- [4] McCray AT, Srinivasan S, et Browne AC. Lexical methods for managing variation in biomedical terminologies. In: Proc Eighteenth Annu Symp Comput Appl Med Care, Washington. Mc Graw Hill, 1994; pp. 235–9.
- [5] Jacquemin C et Tzoukermann E. NLP for term variant extraction: A synergy of morphology, lexicon, and syntax. In: Strzalkowski T, ed, *Natural Language Processing and Information Retrieval*. Kluwer, Boston, Mass, 1999; pp. 25–74.
- [6] Hamon T, Nazarenko A, et Gros C. A step towards the detection of semantic variants of terms in technical documents. In: Boitet C, ed, Proceedings of the 17th COLING, Montréal, Canada. 10–14 August 1998; pp. 498–504.
- [7] Darmoni SJ, Leroy JP, Thirion B, et al. CISMeF: a structured health resource guide. *Methods Inf Med* 2000;39(1):30–5.
- [8] Grabar N et Zweigenbaum P. A general method for sifting linguistic knowledge from structured terminologies. *J Am Med Inform Assoc* 2000;7(suppl):310–4.
- [9] Côté RA. Répertoire d'anatomopathologie de la SNOMED internationale, v3.4. Université de Sherbrooke, Sherbrooke, Québec, 1996.
- [10] Organisation mondiale de la Santé, Genève. Classification statistique internationale des maladies et des problèmes de santé connexes — Dixième révision, 1993.
- [11] Namer F. FLEMM : un analyseur flexionnel du français à base de règles. *Traitement Automatique des Langues* 2000;41(2):523–47.
- [12] Zweigenbaum P et Grabar N. Liens morphologiques et structuration de terminologie. In: IC 2000 : Ingénierie des connaissances, 2000; pp. 325–34.
- [13] Blanquet A et Zweigenbaum P. A lexical method for assisted extraction and coding of ICD-10 diagnoses from free text patient discharge summaries. *J Am Med Inform Assoc* 1999;6(suppl).
- [14] Gaussier E, Grefenstette G, Hull D, et Roux C. Recherche d'information en français et traitement automatique des langues. *Traitement automatique des langues* 2000;41(2): 473–93.

Adresse de correspondance

Pierre Zweigenbaum, DIAM — SIM/DSI/AP-HP
91, boulevard de l'Hôpital, 75634 Paris Cedex 13, France
Courriel : pz@biomath.jussieu.fr
Url: <http://www.biomath.jussieu.fr/pz/>