

Recherche par Internet sur le thème : « Sécurité , environnement, laboratoire, enseignement, chimie »

Vincente Viossat* maître de conférences, Josseline Ben-Aim* maître de conférences

Summary : *Subject research on Internet : « Security, environnement, laboratory, education, chemistry »*

This work aims at analysing the documents obtained via Internet on the subject chosen for the XVth JIREC : « Security and environnement protection in chemical education ». It has been done with the help of 7 search engines (Altavista, Excite, Hotbot, Voila, Infoseek, Yahoo). Quantitative and qualitative analyses are realised on the answers obtained with different key-words. Engines giving the greatest number of pages are not the best for quality of information. So, we decide to rank them either on the basis of the relevance of the papers or on the basis of a weight attributed to each of them. It appears that the outstanding search engines are Voila and Lycos.

Mots clés : *Internet, moteurs de recherche, sécurité, laboratoire, chimie.*

Key-words : *Internet, search engines, security, laboratory, chemistry.*

Une recherche sur « la sécurité et la protection de l'environnement dans l'enseignement de la chimie » avec plusieurs moteurs de recherche a été entreprise en 1998 à l'occasion des journées des XV^e JIREC (Journées de l'Innovation et de la Recherche dans l'Éducation en Chimie) pour être complémentaire d'une recherche effectuée dans les bibliothèques.

Cette recherche comporte deux objectifs :

- analyser les documents relatifs à la « sécurité et la protection de l'environnement dans l'enseignement de la chimie », titre de l'annonce des XV^e JIREC.
- trouver les annonces des journées JIREC organisées chaque année par la SFC (Société Française de Chimie).

Elle a été réalisée avec des annuaires et des moteurs de recherche qui se différencient de la manière suivante :

- les annuaires (Yahoo, Magellan, Nomade, Voila...) sont les outils les moins automatisés où les pages sont consultées et répertoriées par le personnel des sociétés ;
- les moteurs de recherche (AltaVista, Excite, HotBot, Lycos, Infoseek, Webcrawler...) sont des robots qui enregistrent nuit et jour les adresses des sites ; une fois recensées, celles-ci viendront nourrir des bases de données qui serviront ensuite de sources d'information aux différents logiciels de tri.

Par la suite, le terme « moteur de recherche » inclura annuaires ou moteurs.

* Laboratoire des systèmes interactifs à l'échelle nanométrique, Université Pierre et Marie Curie, 4, place Jussieu, tour 55, boîte courrier 196, 75052 Paris Cedex 05. Tél. : 01.44.27.55.46. Fax : 01.44.27.50.96. E-mail : viv@ccr.jussieu.fr

Une recherche avec plusieurs moteurs a été indispensable car, dans le meilleur des cas, les moteurs n'indexent que 16 % du Web dont la taille était en 1999 de 800 millions de pages [1]. Parmi les quinze moteurs donnés par le site Wanadoo www.wanadoo.fr, nous avons sélectionné ceux qui ont été étudiés par S. Lawrence et C. Lee Giles [2] dont les estimations du pourcentage de pages indexées sont : AltaVista (15,5 %), HotBot (11,3 %), Infoseek (8,0 %), Yahoo (7,4 %), Excite (5,6 %) et Lycos (2,5 %). Nous y avons ajouté en 2000 l'annuaire Voila de FranceTélécom dont les réponses correspondent à celles de l'annuaire PagesWeb utilisé en 1998.

Pour chaque moteur, parmi l'ensemble des options proposées, nous avons choisi :

- La langue française, implicite pour un moteur francophone et à préciser dans les autres cas (Altavista...).
- Une méthode de recherche par mots clés avec possibilité d'utiliser une *recherche simple* et une *recherche avancée* (recherche avec options qui permet d'optimiser la recherche). Les mots clés sélectionnés sont liés au thème des XV^e JIREC et à ces journées organisées par la SFC.

Cinq mots clés ont été introduits : « sécurité, protection, environnement, enseignement, chimie », pour une première étude entreprise en 1998 et complétée en 2000 ; ensuite, successivement trois mots clés : « sécurité, laboratoire, chimie », deux mots clés « jirec, sfc » et un mot clé « jirec », pour d'autres études effectuées en 2000, ont été testés.

- Une présentation des résultats donnés par les moteurs, sous forme de titres ou de résumés.

Au cours de cet article, nous aborderons les 4 points suivants :

- le choix du type de recherche (simple ou avancée),
- les aspects quantitatif (nombre de pages indexées) et qualitatif (pertinence des résultats trouvés) avec 5, 3, 2 et 1 mots clés,
- le classement des moteurs de recherche,
- l'analyse des documents répertoriés.

Choix de la méthode de recherche

Pour tous les moteurs utilisés, nous avons testé les deux méthodes de recherche : la *recherche simple* et la *recherche avancée* avec les 5 mots clés « sécurité, protection, environnement, enseignement, chimie », mots clés de l'annonce des XV^e JIREC. Dans les deux cas, la saisie des mots a été faite sans accent et en minuscule, par souci d'homogénéisation de la saisie, et les réponses obtenues sont ordonnées essentiellement en fonction du nombre de mots clés et de la redondance de ces mots dans le texte.

Pour la *recherche simple*, les mots clés ont été saisis l'un après l'autre, séparés par des espaces :

securite environnement chimie enseignement protection.
et les réponses obtenues peuvent contenir 5, 4, 3, 2 ou 1 mots clés.

Pour la *recherche avancée* ou *recherche avec options*, nous avons choisi l'option « doivent contenir tous les mots clés », ce qui équivaut à l'opérateur booléen « ET » qui peut être aussi représenté par le symbole « + ». Dans tous les cas, nous nous sommes reportées à l'aide fournie par les moteurs pour la syntaxe.

La plupart du temps, la chaîne de caractères a été saisie de la manière suivante :

+securite+environnement+chimie+enseignement+protection.

Nous avons regroupé dans le *tableau I* les résultats obtenus en *recherche simple* et en *recherche avancée*. Pour chaque requête, nous avons noté, dans la première colonne, le nombre total de pages indexées ou de réponses et dans la colonne suivante, le nombre de réponses annonçant les JIREC parmi les 30 premières réponses. En effet, quand le nombre de réponses est grand (supérieur à 30 et pouvant

Tableau I - Aspects quantitatif et qualitatif pour une recherche simple et avancée.

Moteur ou annuaire	recherche simple		recherche avancée	
	Nombre de pages	Annonces Jirec	Nombre de pages	Annonces Jirec
Infoseek	1 822 074	-	342	-
Yahoo	956 520	1	12	5
Excite	798 819	1	67	1
Alta Vista	793 410	-	577	-
Voila	192	6	1 184	6
HotBot	10 001	-	69	-
Lycos	1	-	0	-

atteindre le million), nous avons analysé uniquement les 30 premières qui sont les plus pertinentes.

Aspect quantitatif

Dans le *tableau I*, les résultats sont classés par ordre décroissant du nombre des documents par rapport à la recherche simple.

Pour la *recherche simple*, on constate que Infoseek est le plus puissant, suivi de Yahoo, Excite, AltaVista, avec un nombre de réponses très important à l'exception de Voila et Lycos. Dans certains cas, le nombre de pages pour certains moteurs augmentait en fonction du temps, parfois dans des proportions très importantes (AltaVista et Infoseek), ce qui peut s'expliquer par la mise à jour de la base de données.

Pour la *recherche avancée*, on constate que le nombre de réponses diminue lorsqu'on augmente la contrainte, ce qui est observé pour tous les moteurs à l'exception de Voila. Pour le moteur Voila, le nombre de réponses est le même, quel que soit le type de recherche car toutes les réponses sont affichées ; AltaVista et Infoseek sont les plus performants.

En conclusion, pour cette *recherche simple* ou *avancée*, Infoseek et AltaVista sont les plus performants du point de vue quantitatif. Ce classement est proche de celui donné par Andrieu [3] qui a effectué sa recherche sur un seul mot clé (soit un nom propre, soit un nom commun anglais, soit un nom commun français) avec 6 moteurs de recherche dont cinq sont inclus dans la liste des moteurs étudiés : les deux moteurs les plus puissants étaient AltaVista suivi de près par HotBot.

Aspect qualitatif

Pour étudier l'aspect qualitatif des documents, nous avons examiné les 30 premiers documents parmi l'ensemble des réponses. Dans tous les cas, les documents sont classés en fonction de la probabilité de trouver les informations demandées avec des critères tels que : nombre d'occurrences des mots dans le document, présence des mots dans le titre, présence des mots parmi les mots clés spécifiés dans le code HTML, taille de la page... Dans la colonne « Annonces JIREC », nous avons reporté le nombre total de documents annonçant ces journées.

En *recherche simple*, on constate que le moteur Voila est le plus performant puisque cette annonce a été repérée dans 6 sites différents, mais le nombre de redondance est important parmi les 30 premiers documents. Excite et Yahoo ont donné un site annonçant les JIREC.

En *recherche avancée*, on constate que les moteurs les plus performants sont Voila et Yahoo. Le nombre de pages est réduit par rapport à la recherche simple pour tous les moteurs excepté Voila. Le rapport du nombre d'annonces des JIREC par rapport au nombre de pages répertoriées étant de 40 % pour Yahoo et de 3 % pour Voila, Yahoo nous paraît dans ce cas plus performant.

En conclusion, les moteurs qui renvoient le plus grand nombre de pages, donc les meilleurs du point de vue quantitatif, ne sont pas toujours les plus performants sur la qualité de l'information ; cette remarque a déjà été observée pour d'autres recherches [4]. La recherche en mode avancé étant

plus rapide et plus efficace que la recherche simple, les recherches suivantes seront donc toujours effectuées en *recherche avancée*.

Résultats avec 5, 3, 2 et 1 mots clés

En 1998, la recherche entreprise sur le thème des XV^e JIREC a été effectuée sur 5 mots clés « *sécurité environnement chimie enseignement protection* » ; en 2000, cette étude a été reprise avec ces 5 mêmes mots clés, mais les annonces des journées ayant disparu, nous nous sommes orientées uniquement sur la recherche de documents relatifs au thème des XV^e JIREC.

Compte tenu de cette évolution, il nous a aussi paru opportun de réduire le nombre de mots clés ; pour cela, nous avons relevé le nombre de réponses de chacun des 5 mots donné par le moteur Voila et analysé les documents les plus pertinents avec ces cinq mots clés. En tenant compte du nombre de réponses obtenues (sécurité : 389 693, protection : 275 804, environnement : 736 624, enseignement : 557 418, chimie : 90 228) et du contenu des documents, il nous a paru opportun de garder comme mots clés : « chimie et sécurité » auquel nous avons adjoint le mot « laboratoire ».

Pour diminuer encore le nombre de mots clés, il n'était pas possible de prendre l'un ou l'autre de ces mots clés étant donné le grand nombre de réponses de chacun des mots clés. La recherche sur les 5 mots clés en 1998 nous ayant conduit à l'annonce des JIREC et à des documents relatifs au thème de ces journées, le mot « jirec » et les deux mots « jirec, sfc » ont été choisis.

Pour l'ensemble des mots clés, les deux aspects quantitatif et qualitatif ont été étudiés pour chaque moteur.

Aspect quantitatif avec un ou plusieurs mots clés

Ces deux aspects ont été étudiés, l'un en fonction du temps (1998-2000) et l'autre en fonction du nombre de mots clés.

Aspect quantitatif avec la saisie de 5 mots clés en fonction du temps

L'étude de l'évolution du nombre de pages en fonction du temps montre que le nombre de pages a augmenté pour la majorité des moteurs (*figure 1*), mais a diminué pour les autres. Dans le premier cas, l'augmentation peut s'expliquer par la croissance du Web indexable [1] et, dans le deuxième cas, un meilleur fonctionnement de la contrainte « ET » peut entraîner une diminution du nombre de pages répertoriées.

Aspect quantitatif en fonction du nombre de mots clés

La *figure 2* montre l'influence du nombre de mots clés sur le nombre de pages pour les différents moteurs. Le nombre de pages pouvant être très élevé dans certains cas (800 000 pages), nous avons porté en ordonnée le logarithme du nombre de pages répertoriées pour les différents moteurs.

L'augmentation du nombre de mots devrait entraîner une diminution du nombre de pages ; cette remarque est valable

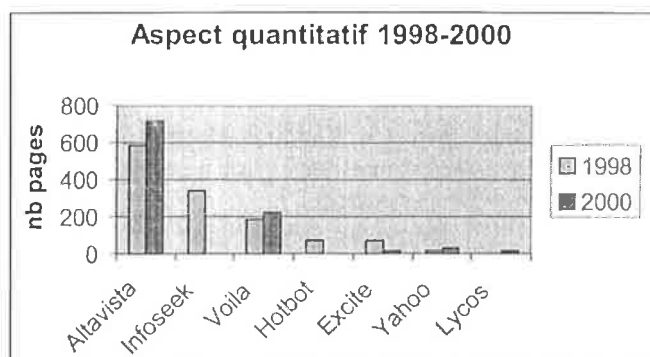


Figure 1 - Nombre de pages en fonction du temps avec 5 mots clés.

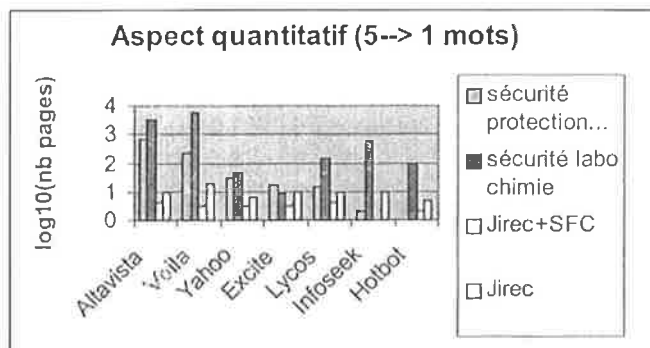


Figure 2 - Nombre de pages en fonction du nombre de mots clés.

lors de la comparaison des réponses obtenues avec le mot « jirec » et les mots « +jirec+sfc ». Par contre, la comparaison quantitative avec la saisie de 5 mots clés, puis de 3 mots clés est plus délicate, car les 3 mots clés ne sont pas tous inclus dans les 5 mots clés, mais la remarque précédente est presque toujours valable dans ce cas.

Pour l'aspect quantitatif, on constate que les deux moteurs les plus performants sont AltaVista et Voila, étant donné l'importance du nombre de pages trouvées avec 3 et 5 mots clés. Ce résultat est en accord avec celui donné par le site Abondance.com [5] qui teste les 9 moteurs de recherche francophones (AltaVista, Voila, HotBot, Northern Light, Ecila, Lycos France, Excite France, Infoseek France, Lokace).

Aspect qualitatif

Comme pour l'aspect quantitatif, l'aspect qualitatif a été étudié en fonction du temps et en fonction du nombre de mots clés.

Aspect qualitatif avec la saisie des 5 mots clés en fonction du temps

Le nombre de documents pertinents a diminué entre 1998 et 2000 (*figure 3*), ce qui semble en contradiction avec l'évolution du nombre de pages en fonction du temps. En 1998, beaucoup de sites annonçaient les XV^e JIREC, un seul indiquait des informations sur le thème des JIREC (<http://www.ac.grenoble.fr/phychim/propos/securit/securpc.htm>) ; en 2000 ces annonces ont disparu, mais le nombre de documents reste faible.

Les moteurs Voila et Yahoo sont restés compétitifs entre 1998 et 2000. En l'an 2000 s'est adjoint le moteur Lycos.

Aspect qualitatif en fonction du nombre de mots clés

L'étude de la *figure 4* nous permet de faire quelques remarques :

- les moteurs Infoseek, Excite et HotBot ne donnent aucune réponse avec 5 mots clés ; la contrainte avec cinq mots clés ne semble pas efficace ;

- le sigle JIREC semble être unique et peut être un bon mot clé pour un test de qualité ; dans ce cas, le moteur le plus performant est Lycos suivi de Excite, Voila, Yahoo et HotBot ;

- seuls les moteurs Voila, Lycos donnent des documents pertinents avec 5, 3, 2 et 1 mots clés ; donc dans ce cas, Voila et Lycos sont les moteurs les plus performants.

En conclusion, le seul moteur performant en quantité et qualité est le moteur Voila, ce qui montre une évolution des moteurs entre 1998 et 2000.

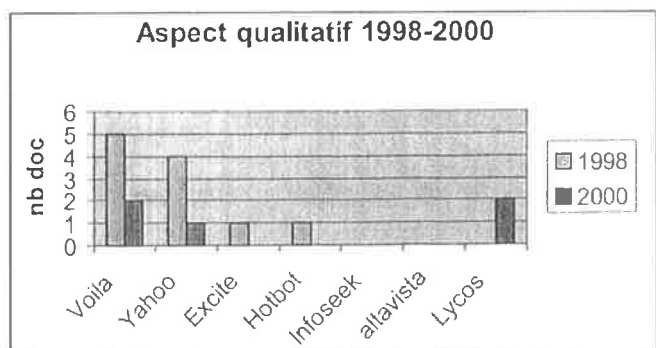


Figure 3 - Évolution du nombre de documents pertinents avec le temps avec 5 mots clés.

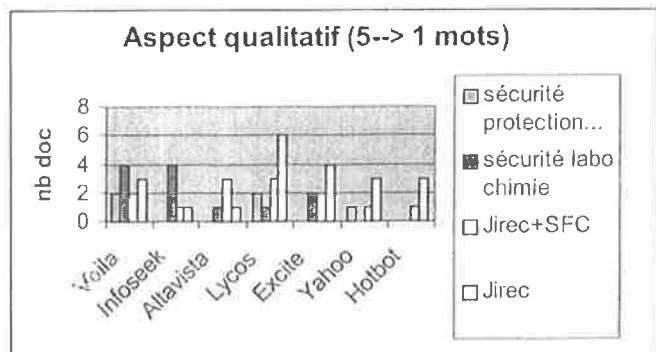


Figure 4 - Nombre de documents pertinents avec différents mots clés.

Classement des moteurs

Les études précédentes nous ont permis d'indiquer le ou les moteurs les plus performants en quantité et en qualité, mais il n'a pas été envisagé de classement. Le point essentiel de ces recherches est l'aspect qualitatif, puisque l'objectif d'une recherche est de trouver un résultat approprié ; de plus le lien entre quantité et qualité n'est pas toujours respecté.

Deux méthodes de calcul ont été mises au point avec des requêtes effectuées en *recherche avancée* :

- par sommation du nombre total de documents pertinents obtenus parmi les 30 premiers, avec la saisie des différents mots clés pour chaque moteur ;
- par sommation de la note attribuée à chaque document sur le thème « sécurité, environnement, laboratoire enseignement, chimie » et la recherche d'annonces des JIREC.

Une étude approfondie des documents a permis de les grouper en trois catégories et de donner une note :

- Groupe A : documents nous donnant de nombreux liens vers des pages pertinentes avec le sujet cherché ou le contenu de nombreux articles sur le sujet cherché, la note attribuée est 3.

- Groupe B : documents pertinents, la note attribuée est 2.

- Groupe C : documents brefs, la note attribuée est 1.

Le *tableau II* rassemble les adresses des documents, les titres des sites, les mots clés introduits pour les obtenir, les moteurs qui nous les ont fournis, le rang (position du document dans la liste) et le groupe. On remarque que l'utilisation des mots clés « +jirec+sfc » conduit à des documents sur le thème étudié, puisqu'il existe un lien entre le thème et les JIREC. Les moteurs Voila et Infoseek donnent 3 sites du groupe A et 1 site du groupe B. Le nombre de sites obtenus par 3 mots clés est de 8, tandis que le nombre de sites obtenus par 5 mots clés est de 3. La saisie de ces trois mots clés est plus efficace.

Le *tableau III* récapitule pour chaque moteur et chaque choix de mots clés le nombre de réponses pertinentes suivies des groupes auxquels ces documents appartiennent, ainsi que le total des points avec les deux modes de calcul. La *figure 5* présente ces résultats ; la sélection des moteurs avec l'un ou l'autre mode donne des résultats sensiblement identiques. L'introduction des notations obtenues par une étude approfondie des documents conduit à multiplier par 2 le calcul obtenu avec le nombre total de documents. Les deux moteurs les plus performants sont Voila et Lycos.

Comparons nos résultats avec ceux du site Abondance.com [5] qui a classé 9 moteurs de recherche francophones à l'aide de trois facteurs : aspect quantitatif (coefficient 1), aspect qualitatif (coefficient 2) et fonctionnalités du moteur (coefficient 1) pour des requêtes dans des domaines très différents du nôtre et non scientifiques (4 requêtes sur les loisirs, 4 requêtes sur l'entreprise et 2 requêtes sur une rubrique « divers »). Pour l'aspect qualitatif, les réponses analysées portent sur les dix premières, puisque l'internaute va rarement au-delà (30 au maximum). Nos résultats (*tableau II*) confirment qu'effectivement, la très grande majorité des documents (soit 46/52, ~ 90 %) se trouve dans les dix premiers résultats de chaque requête pour chaque moteur. Leurs classements général, qualitatif et des fonctionnalités des moteurs sont sensiblement les mêmes (*figure 6*) ; les trois premières places sont attribuées à AltaVista, Voila et HotBot par ordre décroissant, seul le moteur Northern Light

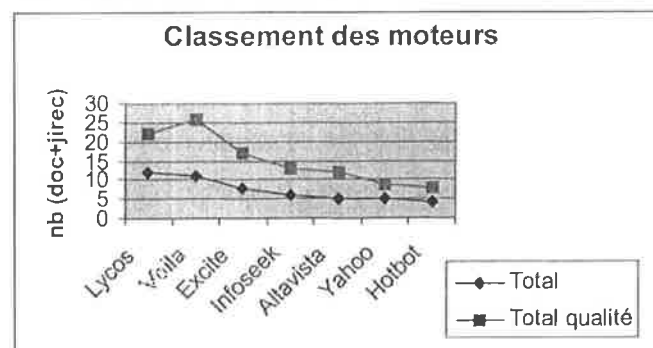


Figure 5 - Classement qualitatif des moteurs avec deux méthodes de calcul.

Tableau II - Informations sur les sites retenus.

URL	Titre	Mots clés	Moteurs	Rang	Groupe
w3ledss.grenet.fr/bibmol/ressources/w_franco_2.htm	Liste de sites	Securite, Laboratoire, Chimie	Infoseek	8	A
Resul.ulb.ac.be/sciences/cudec/w_franco2.htm	wfranco2.htm	Securite, protection, environnement, enseignement, chimie	Voila	22	A
hs.iuta.u-bordeaux.fr/lcoo/sources-info/secu-g.htm	La sécurité générale au laboratoire de chimie	Securite, Laboratoire, Chimie	Altavista Voilà Infoseek	14 17 18	A
ac.grenoble.fr/phychim/propos/securit/securpc.htm	Securite au labo de chimie	Securite, Laboratoire, Chimie Securite, protection, environnement, enseignement, chimie Jirec, SFC Jirec	Voilà Infoseek Lycos Excite Voilà Lycos Yahoo Lycos Voilà Yahoo Altavista Lycos Voilà Yahoo Excite Hotbot	2 1 1 1 4 8 1 3 2 1 1 8 8 3 2 3	A
http://www.ping.be/~ping6998/secu.htm	Consignes élémentaires de sécurité au laboratoire	Securite, Laboratoire, Chimie	Voila	9	A
http://www.sfc.fr/Publications/fascicules/fasc2_pres.htm	Standard.htm	Jirec, SFC Jirec	Excite Altavista Lycos Excite Hotbot Altavista	1 2 1 5 4 6	A
http://www.hc.-sg.gc.ca/ehp/dhm/bsp/laboratoire.htm	Programme de la sécurité des produits	Securite, Laboratoire, Chimie	Infoseek	5	B
http://rectorat.ac-toulouse.fr/svt/secacc.htm	Securite en 7 points	Securite, Laboratoire, Chimie	Voila	12	B
http://www.multimania.com/xjarnot/Decouvrir/Regles_securite.html	Règles de sécurité au laboratoire	Securite, Laboratoire, Chimie			B
http://www.inrs.fr/produits/publications/ND2092.html	Manipulations dans les laboratoires de chimie:risques et préventions	Securite, Laboratoire, Chimie	Excite	6	B
http://www.ac-aix-marseille.fr/bleue/scphys/Scien..	Elimination des déchets toxiques et polluants produits par...	Securite, protection, environnement, enseignement, chimie	Lycos	15	B
http://www.unice.fr/html/jirec16.html	JIREC1999	Jirec	Lycos Voila	5 3	C
http://www.unice.fr/cdiac/jirec.htm	jirec.htm	Jirec	Lycos Excite Yahoo Hotbot	4 1 2 2	C
www.sfc.fr/Activités_divisions/Enseignement/com2_commiss..	SFC:Commission Interdivisions d'Enseignement	Jirec et SFC Jirec	Lycos Voila Excite Yahoo Infoseek Hotbot Altavista Lycos Voilà Excite Yahoo Infoseek	1 1 2 2 1 1 4 7 5 7 4 2	C
http://www.sfc.fr/Manifestations/ens.htm	enseignement.htm	Jirec, SFC Jirec	Lycos Lycos	2 6	C

Tableau III - Classement des moteurs.

	+sécurité +environnement +chimie +enseignement +protection	+sécurité +laboratoire +chimie	+jirec+sfcc	jirec	Total documents	Total qualité
Lycos	2 AB	1 A	3 ACC	6 AACCCC	12	22
Voila	2 AA	4 AAAB	2 AC	3 ACC	11	26
Excite	0	2 AB	2 AC	4 AACC	8	17
Infoseek	0	4 AAAB	1 C	1 C	6	13
Altavista	0	1 A	3 AAC	1 A	5	13
Yahoo	1 A	0	1 C	3 ACC	5	9
Hotbot	0	0	1 C	3 AAC	4	8

ayant la 4^e position au classement général, se retrouve en dernière position pour le classement qualitatif. Leur méthode de notation ne ressemble pas tout à fait à la nôtre ; nous avons privilégié les sites qui nous donnaient beaucoup de liens vers les pages pertinentes. Le site Abondance.com introduit d'autres paramètres (l'erreur 404 qui correspond à un document inexistant), les pages redondantes, les pages hors sujet, les pages banales non suffisamment précises, les pages dans une autre langue, ce que nous n'avons jamais rencontré. C'est cependant bien l'aspect qualitatif qui impose le classement, l'aspect quantitatif n'étant pas lié le plus souvent à l'aspect qualitatif.

Il nous a semblé intéressant de tracer sur un même graphe nos résultats et ceux obtenus par le site Abondance.com (figure 7) qui ne fait pas l'étude du moteur Yahoo. On peut considérer que pour quatre des moteurs, le classement est identique, à savoir Lycos, Voila, Excite et Infoseek.

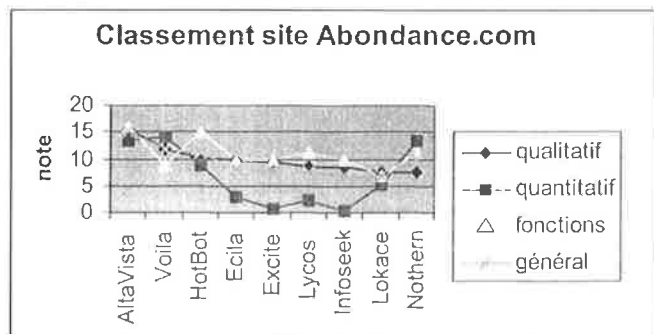


Figure 6 - Classement de 9 moteurs (site Abondance.com).

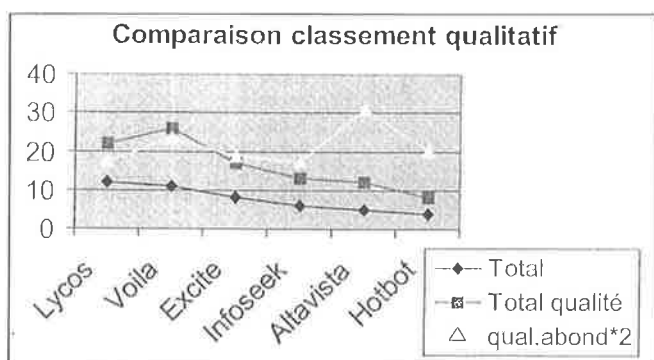


Figure 7 - Comparaison du classement qualitatif (notre travail et site Abondance.com).

Documents sur « Sécurité, environnement, laboratoire, enseignement, chimie »

L'objectif de cette analyse est de donner l'information obtenue avec une recherche sur le thème « sécurité, environnement, laboratoire, enseignement, chimie » avec 7 moteurs de recherche étudiés. Nous avons répertorié douze livres directement ou indirectement soit à partir des pages, soit à partir d'articles et des articles.

Les quatre sites du groupe A sélectionnés pour la recherche effectuée avec les 3 et 5 mots clés sont :

- w_franco_2 (http://w3ledss.grenet.fr/bibmol/resources/w_franco_2.htm) donnant 6 liens de sites (6 URL) dont le suivant, avec une bonne présentation des sites proposés ;

- ping.be (<http://www.ping.be/~ping6998/secu.htm>) (9 URL) avec une bonne présentation des sites avec de nouveaux liens ; ce dernier est très exploitable et est recommandé par le site de l'académie de Grenoble (<http://www.ac.grenoble.fr/phychim/propos/securit/securpc.htm>) ;

- l'université de Bordeaux (<http://hs-serveur.iuta.u-bordeaux.fr/lcoo/sources-info/secu-g.htm>) avec des liens vers d'autres sites (19 URL) dont la moitié appartiennent à l'étranger : États-Unis, Canada, Finlande, Allemagne ;

- l'académie de Grenoble avec 10 URL, site existant lors de notre recherche en 1998 et mis à jour en 2000.

Tous ces sites proposent de nombreux liens très intéressants et l'ensemble des documents pertinents que nous avons sélectionnés peuvent être regroupés dans trois rubriques différentes :

- bibliographie (livres et articles),
- informations sur les produits chimiques (fiches de sécurité ou encore fiches signalétiques, étiquetage, produits incompatibles, déchets),
- outils pour l'enseignement.

Bibliographie

Les informations concernant livres et articles sont regroupées dans le *tableau IV*. Nous avons pu répertorier 12 livres, directement ou indirectement, soit à partir de pages, soit à partir d'articles, ainsi qu'une quarantaine d'articles dont la très grande majorité a été fournie par un seul site.

Tableau IV - Livres et articles.

Livres	Auteurs	Editeur	Origine des sites
Chimie expérimentale	J. Steyeart	C.R.D.P. Grenoble	Académie de Grenoble
La sécurité en laboratoire de chimie et de biochimie	A. Picot, P. Grenouillet	Lavoisier Paris 1989 Techniques et Documentation, Paris 1992	Université de Bordeaux Académie de Grenoble Article INRS
Sécurité et gestion des déchets de laboratoire		Documents distribués lors d'un stage MAFPEN	Académie de Grenoble
Guide « Hygiène et sécurité, Conseils pour les nouveaux entrants »	C. Teissier	CNRS Strasbourg 1997	Université de Bordeaux
La sécurité dans les laboratoires	J. Guibert	CNPP-AFNOR Paris 1993	Université de Bordeaux Rectorat - Académie de Toulouse
Hygiène, sécurité, médecine de prévention au CNRS		Bulletin officiel du CNRS, n° spécial septembre 1996	Université de Bordeaux
Hygiène et sécurité		Pluyette - Lavoisier	Université de Bordeaux
Dictionnaire permanent de la sécurité		Editions législatives, Montrouge	Université de Bordeaux
Guide de l'analyse du risque chimique	Martel	Dunod Paris 1997	D'après article INRS (www.inrs.fr/produits/publications/ND2092.html)
Improving safety in the chemical laboratory. A pratic guide	Young	John Wiley, New York, 1987	D'après article INRS (www.inrs.fr/produits/publications/ND2092.html)
Safe laboratories. Principles and practicies for design and remodeling	Ashbrook, Renfrew	Lewis, Chelsea, Etats-Unis	D'après article INRS (www.inrs.fr/produits/publications/ND2092.html)
Articles			
Manipulations dans les laboratoires de chimie	J. Triolet, M. Mairesse	Cahiers de notes documentaires. Hygiène et sécurité du travail, n° 173, 4 ^e trimestre 1998	D'après article INRS (www.inrs.fr/produits/publications/ND2092.html)
Règles de sécurité au laboratoire			www.multimania.com/xjarnot...
Risques chimiques et sécurité au laboratoire		Les cahiers techniques, deg. n° 2, ED. Sigma-Aldrich	Université de Bordeaux
Sécurité dans les laboratoires, produits chimiques et danger et chimie et environnement	Standard.htm		Site SFC http://www.sfc.fr.Publications/fascicules/fasc2_pres.htm

Douze livres ont ainsi été répertoriés soit directement dans les pages, soit à partir d'articles, ce qui est le cas pour les trois derniers livres.

Pour les articles, les deux premiers sites donnent leur contenu, le troisième indique une référence. Quant au dernier, il donne le contenu d'un numéro spécial de *L'Actualité Chimique* présentant un ensemble d'articles sur la sécurité.

La publication de l'INRS intitulée « *Manipulations dans les laboratoires de Chimie* » est très complète ; elle indique les risques se produisant le plus souvent et les mesures de prévention. L'article intitulé « Règles de sécurité au laboratoire » présente les principales règles de sécurité, les risques inhérents aux produits chimiques et les risques associés aux manipulations. Le numéro spécial de *L'Actualité Chimique* comprend 35 articles sélectionnés et regroupés à l'occasion des XV^e JIREC entre 1980 et 1998. Ils ont été classés dans trois

rubriques : sécurité dans les laboratoires, produits chimiques et danger, et chimie et environnement. Parmi ces articles, trois d'entre eux sont répertoriés par le site de Bordeaux.

Informations sur les produits chimiques (fiches signalétiques ; étiquetage ; compatibilité de produits ; déchets)

Les fiches signalétiques donnent en particulier les caractéristiques physiques et chimiques, la toxicité et les mesures à prendre en cas d'urgence. On les trouve sous différents sigles : FS, FTSS, MSDS, SDS, FDS, ICSC, FSPC correspondant à :

- FS : Fiches signalétiques (Canada, France) ;
- FTSS : Fiches techniques sur la sécurité des substances (Canada) ;
- MSDS : Materials safety data sheets (international) ;

- SDS : Safety data (CEU) ;
- FDS : Fiche de donnée de sécurité (France) ;
- ICSC : International chemical safety cards (international) ;
- FSPC : Fiche de sécurité des produits chimiques (France).

Parmi les sites qui donnent ces différentes fiches, nous avons noté :

- des sites canadiens obtenus à partir de ping.be/~ping6998/secu.htm parmi lesquels le site de l'université du Québec à Trois-Rivières (http://www.uqtr.uqbec.ca/sppu/msds_f.htm), qui s'adapte très bien aux questions que se pose un non-initié. D'autre part, il contient une liste de liens comme celui de l'université de Laval (6 liens) (<http://chm.ulaval.ca/mat/cgpc/fiches.html>) qui analyse différents sites ;

- des sites français, comme celui de l'INRS fourni par l'académie de Grenoble et par l'Université libre de Bruxelles (http://resul.ulb.ac.be/sciences/cudec/w_franco2.htm), et le site de Rhône Poulenc (<http://rhone-poulenc.esi.be/norp.htm>) donné par l'université de Bordeaux et l'académie de Grenoble. Une centaine de fiches Prolabo sur les produits chimiques utilisés au cours des travaux pratiques dans les lycées fournies par l'académie de Nancy-Metz (http://www.ac-nancy-metz.fr/enseign/physique/chim/sc_fds.htm) sont présentées par le site de cette académie qui propose aussi un complément d'informations sur des données industrielles, économiques, géographiques sur les produits.

En effet, pour la manipulation d'un produit, il faut :

- savoir lire une étiquette et connaître la signification des pictogrammes, ce qui est présenté par de très nombreux sites ;

- connaître les conditions de manipulation (hotte, utilisation d'une propipette) et prise en compte d'autres éléments de sécurité tels que le chauffage, le transvasement de volumes (<http://www.ulb.ac.be/project/semper/Belgique/securite.htm>) ;

- connaître les conditions de stockage des produits qui dépend de la compatibilité des produits (multimania.com/xjarnot, <http://uky.edu/Agriculture/animalSciences/Safety/incompchem.html> : Collège d'agriculture de l'Université de Kentucky, et <http://rectorat.ac-toulouse.fr/svt/secacc.htm> : rectorat de Toulouse).

Pour les problèmes dus aux déchets chimiques, deux aspects sont présentés :

- le classement des déchets réalisé par l'académie de Nancy-Metz dans le cadre de l'opération « Bidon futé », travail effectué conjointement par la région Lorraine et le rectorat ;

- l'élimination des déchets par l'académie de Marseille (http://ac-aix-marseille.fr/bleue/sciphys/Sciences_Physiques/Menu/Laboratoire/Page_securite_laboratoire) avec le titre suivant : « Élimination des déchets toxiques et polluants produits par les laboratoires des établissements scolaires ». Ce travail est le résultat d'une enquête réalisée en 1997 auprès des établissements d'enseignement de cette académie. Le questionnaire portait sur : « Stockage des produits chimiques, déstockage des produits et élimination régulière des déchets produits par les laboratoires ». Ce thème a été aussi un peu abordé par le rectorat de Toulouse.

Outils pour l'enseignement

Des outils pédagogiques sont proposés pour illustrer les différents points abordés ci-dessus. Ainsi :

- pour attirer l'attention sur l'étiquetage des produits chimiques, l'Université libre de Bruxelles propose de créer des étiquettes ;

- pour la manipulation de produits chimiques, des films et cassettes sont produits par l'INRS. Le site de l'académie de Toulouse propose un jeu téléchargeable sur la compatibilité des produits, le risque chimique diffusé par Génésie proposé par l'académie de Grenoble ;

- pour sensibiliser les lycéens aux déchets produits au sein même de leur lieu de travail, l'académie de Nancy-Metz a mis en place une règle de collecte et de tri sélectif, un traitement partiel des déchets et des travaux pratiques. Pour le tri des déchets, un logiciel d'aide est utilisé ; il est téléchargeable à partir du site.

Des cours de formation sur la sécurité et matières dangereuses sont proposés par l'université de Laval.

Conclusion

Le principal objectif a consisté à rechercher, sur Internet, des informations sur la sécurité et la protection de l'environnement dans l'enseignement de la chimie. Il a fallu faire des choix pour cette recherche : choix de la méthode de recherche et choix des mots clés. Sur ce thème, nous avons successivement saisi 5 et 3 mots clés et remarqué que l'augmentation du nombre de mots n'est pas toujours bénéfique. En effet, les 3 mots clés nous ont donné pour la majorité des moteurs de meilleurs résultats. Il était important d'étudier en parallèle les aspects quantitatifs et qualitatifs à l'aide des différents moteurs de recherche, car un trop grand nombre de réponses n'est pas toujours lié à la qualité des documents. Enfin, parmi les moteurs de recherche étudiés, certains sont plus performants que d'autres, pour les thèmes que nous avions choisis, ce qui nous a poussés à les classer en utilisant deux méthodes légèrement différentes : la première méthode utilise la sommation des documents pertinents et la deuxième introduit une pondération de la valeur des documents. En tenant compte de la pondération, notre classement donne Voila et Lycos comme moteurs les plus performants : classement proche de celui du site Abondance qui, sur des thèmes très différents, donne Altavista, Voila et Lycos.

Cette recherche sur ce thème montre que les informations obtenues sont très variées : livres et articles qui correspondent à une bibliographie classique, bases de données accessibles par Internet et utiles aussi bien aux industriels qu'aux enseignants et propositions d'activités pédagogiques sur ce thème (cassettes, logiciels, jeux, travaux pratiques...).

Références

- [1] Foenix-Riou B., *Netsources*, 1999, 21, p. 1-4.
- [2] Lawrence S., Lee Giles C., *Nature*, 1999, 400, p. 107-109.
- [3] Andrieu O., *Trouver l'info sur Internet*, Eyrolles, Paris, 1998, p. 176.
- [4] Ben-Aim J., Viosat V., *Pour la Science*, 1999, 262, p. 54.
- [5] <http://www.Abondance.com/outils/nothernlight.html>.