



E-Recherche : les bibliothèques numériques du futur, omniprésentes et sur une grille¹ en open access

Vivek Patkar

Faculty Member, ICFAI Business School, Mumbai, #71, Nirlon Complex, Goregaone (E), Mumbai – 400 063, India.

E-mail: vnpatkar2004@yahoo.co.in

Smita Chandra

Librarian, Indian Institute of Geomagnetism, Kalamboli Highway, New Panvel, Navi Mumbai – 410 218, India.

E-Mail : smitac_in@yahoo.com, smtcd@rediffmail.com

Date : 15/09/2006

Traduction : Aurélie BOSC

Médiathèque d'Orléans

31 juillet 2006

boscaurelie@wanadoo.fr

| | |
|---|--|
| Meeting: | 140 Sections Bibliothèques de science et de technologie et Technologie de l'information |
| Simultaneous Interpretation: | Yes |
| <p><i>WORLD LIBRARY AND INFORMATION CONGRESS: 72ND IFLA GENERAL CONFERENCE AND COUNCIL</i> 20-24 August 2006, Seoul, Korea http://www.ifla.org/IV/ifla72/index.htm</p> | |

Les bibliothèques fournissent traditionnellement tous les éléments de la recherche : production, conservation et organisation de nouveaux savoirs, et les rendent accessibles d'une génération à l'autre. Dans le monde contemporain, la bibliothèque doit sans cesse répondre aux défis de l'explosion de l'information. Il devient par conséquent très important d'assimiler les ressources et restructurer les pratiques, pour traiter le vaste volume de données imprimées ou numériques conservées dans le monde entier. Le recours des bibliothèques aux formes successives de ce qu'on peut appeler les « Technologies des bibliothèques numériques » est devenu impératif. L'Open Archives Initiative (OAI) est un développement récent qui devrait aider les bibliothèques à collaborer pour la mise en place d'un environnement virtuel d'apprentissage et de l'intégration de la recherche à une échelle quasi-universelle. L'extension future de ce concept devrait être celui du calcul sur grille informatique (*Grid computing*). Les technologies utilisées pour déployer cette 'grille' permettront un partage sécurisé des puissances informatiques, de bases de données et d'autres outils en ligne, au-delà des frontières institutionnelles et géographiques, sans sacrifier l'autonomie locale. Amener l'ère d'une bibliothèque omniprésente aidant l'e-recherche est alors possible. Notre intervention

¹ Il s'agit ici de grilles informatiques (*Grid*)

fait le bilan des changements technologiques émergents et dépeint le futur rôle des bibliothèques en se référant à l'Inde en particulier.

Introduction

Il ne serait pas exagéré de dire que la bibliothèque est une institution qui joue un rôle important dans le progrès de la civilisation. La collecte et la conservation d'informations variées, et leur organisation pour les retrouver facilement, sont considérées comme la marque de son existence durable. Le rôle joué par la bibliothèque pour transmettre la connaissance de génération en génération, sans discrimination ni altération, contribue sans aucun doute au progrès humain. Au fil des années, la bibliothèque a connu des transformations dans ses pratiques et ses pratiques documentaire en accord avec les changements techniques et sociaux. Le changement radical pour la bibliothèque traditionnelle peut être attribué à l'avènement des technologies de l'information en général et plus particulièrement des technologies informatiques. Selon une étude récente, l'humanité produit 250 mégaoctets de données par personnes et par an sur notre planète. Seul 0,003 % de ce résultat annuel est sous forme imprimée, le reste étant sous forme d'images, de sons et de données numériques, dont plus de 90% stockés numériquement (23). Il n'est pas étonnant que la bibliothèque doive sans cesse adopter des nouveaux moyens technologiques numériques pour traiter et diffuser l'information.

Le progrès des technologies de l'information est si pénétrant et omniprésent qu'il est aujourd'hui possible d'obtenir une information simple sur n'importe quel sujet en accédant à des bases de données du monde entier, à un coût et dans un temps raisonnables. Nos futures maisons, dans un lendemain qui n'est pas si loin, auront au minimum une centaine ordinateurs intégrés à toutes sortes d'appareils et d'équipements (14). Dans une société aussi équipée en ordinateurs, le travail quotidien des bibliothécaires sera assumé par des programmes informatiques. Ces programmes trouveront l'information où qu'elle se situe et la feront correspondre aux besoins de l'utilisateur, ils la corrèleront ensuite avec d'autres informations pour en faire une synthèse nouvelle et utile. La forme et la quantité d'information, qui peut être partagée où que ce soit sur le globe, soulève naturellement le problème de la survie du concept même de la bibliothèque, traditionnellement perçue comme une structure de briques et de mortier. Les bibliothèques ont sans nul doute fait usage des progrès des technologies de l'information, passant du système de l'ordinateur autonome aux réseaux informatiques puis au web et à l'Internet. Elles ont également modifié leurs services en conséquence. Il est évident que les bibliothèques devront continuer à répondre avec pertinence aux demandes de leurs usagers, dans l'ère de l'information totale qui arrive.

L'objectif de notre intervention est d'examiner les changements technologiques émergents et de mesurer leur impact sur les bibliothèques. Pour cela, nous présenterons tout d'abord une vue d'ensemble des progrès technologiques amenant au développement de ce qu'on appelle la « cyber-infrastructure ». Nous aborderons ensuite leurs implications pour la recherche et les services d'information et des bibliothèques, et notamment les avancées qui aboutissent au calcul sur grille informatique, qui peuvent conduire à l'apparition de la bibliothèque omniprésente. On tentera de dresser le tableau des nouveaux besoins des bibliothèques dans un nouvel environnement, en faisant référence à l'exemple indien.

Cyber-infrastructure

Avec l'avènement des technologies numériques, les bibliothèques doivent équilibrer leurs acquisitions entre les supports imprimés, non-imprimés, et électroniques, et revoir leurs services en conséquence. Le changement fondamental amené par ces nouvelles technologies est la réduction du support physique du support de l'information, au bénéfice du contenu. La question est la suivante : où la spirale du développement technologique mènera-t-elle ? A cet égard, il faut noter que chaque développement technologique successif a permis de consolider le précédent, et il continuera à en être ainsi (9). Le rôle évolutif joué par les technologies dans les bibliothèques en général est montré par la figure 1.

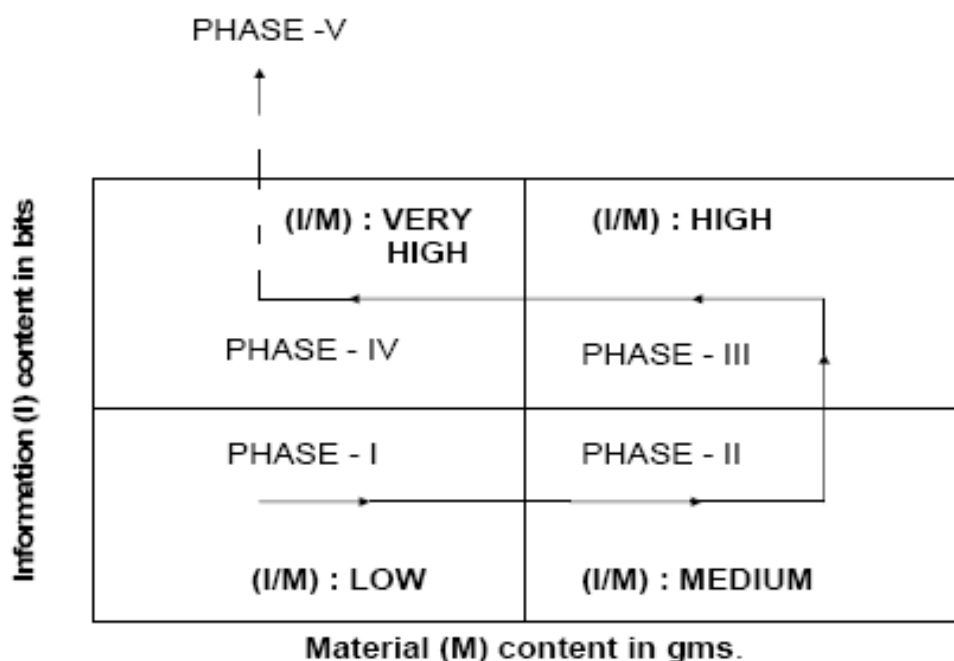


Figure 1 : L'information et les changements de supports dans la bibliothèque

Phase I : Manuscrits

Phase II : Livres et journaux papier

Phase III: Supports non-imprimés (microfilms et films audio-visuels)

Phase IV : CD/DVD numériques et pages web

Phase V : Open Archives Initiative et calcul sur grille

Il ressort de la figure 1 que nous sommes actuellement dans la phase IV – où le web est plus qu'un outil technique, dont on attend qu'il recueille le sens des données et qu'il fasse une analyse intelligente de la sémantique (35). Il n'est pas étonnant que de plus en plus de gens vivent aujourd'hui sur Internet.

C'est ce qui a établi le besoin d'étendre l'infrastructure basée sur l'informatique et les technologies de l'information et de la communication. Une telle infrastructure cultiverait la richesse de l'expérience humaine, la diversité des langues et des cultures, et la vaste étendue de la créativité humaine. Nommée « cyber-infrastructure » dans l'étude d'Atkins, elle ouvre la voie à des méthodes de recherche radicalement nouvelles, grâce aux applications des technologies de l'information, principalement en sciences et en ingénierie, mais aussi dans les

arts, les lettres et les sciences sociales (18). On entr'aperçoit ici la phase V décrite dans la figure 1 qui serait caractérisée par l'Open Archives Initiative (OAI) et le calcul sur grille.

L'infrastructure physique, enchevêtrée de manière invisible à notre usage des réseaux à haut débit et de l'informatique de pointe forme une couche. Les éléments immatériels comme les logiciels, la conception, les données, l'information, et les connaissances, constituent une autre couche. La cyber-infrastructure au sens large constitue la couche intermédiaire d'activation des disques durs, algorithmes, logiciels, communication, institutions et personnel. En intégrant ces deux couches, la couche cyber-infrastructure développe et déploie des applications qui contribuent à l'amélioration de la qualité globale du traitement de l'information.

Impact de la cyber-infrastructure sur le savoir

La cyber-infrastructure favorise l'existence de communautés de recherche multidisciplinaires et les réunit pour travailler avec des spécialistes et ingénieurs en informatique et en information. Elle promeut la collaboration, ou en d'autres termes la communauté de *grid computing*, la communauté de réseau ou les communautés en e-science ou e-recherche (26). Ces communautés de collaboration ou de *grid computing* sont composées d'équipes de recherche, de bibliothèques de banques de données numériques et d'information, d'outils de calcul de haut niveau, et d'une série de capteurs liés entre eux pour former des organisations virtuelles dépassant les frontières institutionnelles, dans le but de travailler ensemble à la résolution d'un problème. L'Observatoire virtuel national des Etats-Unis (*National Virtual Observatory*, NVO, <http://www.us-vo.org>) est l'un des meilleurs exemples de l'importance croissante de la science numérique. Sans construire de nouveau télescope, mais simplement en créant un grand réservoir de données d'observation et un ensemble d'outils pour les manipuler, les astronomes ont créé ce qu'ils appellent « le meilleur télescope du monde ». Ce non-télescope devrait permettre de nouvelles découvertes majeures en traitant les données collectées pour chaque petit morceau de ciel à différents moments, par différents télescopes, à des longueurs d'onde différentes. Le NVO offre également aux scientifiques et aux amateurs des quatre coins du monde la possibilité de faire des découvertes majeures.

Dans cet environnement de travail dominé par la technologie, les équipes ou les individus pourront dépasser les frontières traditionnelles des disciplines, pour collecter et se servir d'informations éparpillées, ce qui changera qualitativement les méthodes de recherche et le type de connaissances qui en résulte. Il sera possible d'accéder à la liste de toutes les publications en ligne, de combiner les données brutes avec de nouveaux modèles venant de nombreuses sources, et d'utiliser les outils les plus récents pour analyser, visualiser, et simuler des inter-relations complexes. Cet espace de travail collaboratif ou en grille, basé sur la cyber-infrastructure, surmontera les différences d'âge, d'expérience, de race, ou les limites physiques qui sont aujourd'hui des barrières dans bien des cas. La cyber-infrastructure rend par conséquent possible un environnement de connaissances plus omniprésent, plus vaste, qui permette aux individus d'avoir accès à une information et à des moyens de découverte et d'apprentissage de qualité. Ils contribueront aussi à l'éducation universelle en fournissant de riches ressources de supports, en partageant les expériences et l'accompagnement pour les étudiants, les universitaires, les travailleurs en formation permanente quel que soit l'endroit où ils se trouvent, sous condition de la demande l'accès.

Les ressources, les outils et les réseaux numériques ont non seulement influencé le sens donné par les chercheurs aux cultures et aux sociétés, mais aussi le mode de transmission de ces

connaissances aux étudiants et au grand public, avec des outils puissants. La décade à venir connaîtra d'autres transformations à l'heure où les populations adopteront massivement l'héritage culturel numérique par des approches nouvelles et perfectionnées (12). Les arts, les lettres et les sciences sociales doivent apporter une contribution vitale à la conception, la construction, et la mise en œuvre de ces sphères numériques de la connaissance.

L'importance de ces disciplines est réelle parce qu'elles représentent l'infrastructure humaine nécessaire pour faire avancer les applications basées sur la technologie. Une tâche importante incombe donc aux sociologues : comprendre la manière dont les êtres humains se comportent, élaborent et mettent en pratique les règles, les outils et les moyens essentiels à la réalisation d'une infrastructure quelle qu'elle soit (cyber ou non) (13,18). Le débat sur la cyber-infrastructure n'est complet que si l'on pense aux structures de la connaissance, du monde universitaire, et de la société au sens large. Dans ce contexte, il est important que nos institutions de transmission de la mémoire culturelle comme les bibliothèques, les archives et les musées fassent le meilleur usage des progrès technologiques.

Alors que l'adoption précoce des moyens de calcul est venue des sciences et de l'ingénierie, le terme « e-science » était synonyme des changements liés aux technologies de l'information dans les disciplines scientifiques. Depuis peu, les termes « e-recherche » et « e-savoir » sont progressivement utilisés pour désigner les changements technologiques similaires dans le milieu des lettres, des sciences sociales et des arts.

La cyber-infrastructure à l'échelle mondiale

L'e-recherche ne peut pas atteindre son plein potentiel sans cyber-infrastructure. Faire de la science ou de la recherche est une entreprise globale, qui transcende les frontières géographiques, les disciplines et les niveaux d'éducation. La possibilité de travailler quotidiennement avec des experts du monde entier, d'utiliser des ressources dispatchées au-delà des frontières internationales, de partager et d'intégrer différents types de données, de connaissances et de technologies créées en temps réel dans le monde entier, devient de plus en plus une réalité. C'est le développement et le déploiement d'une cyber-infrastructure compatible (d'une grille) liant entre eux des ordinateurs, des banques de données, et des équipements d'observation via les réseaux et le middleware, qui forment le pivot des équipes de recherche internationales, basé sur des technologies de l'information opérationnelles.

Voici les trois éléments, liés entre eux, qui forment une cyber-infrastructure mondiale (16) :

- i. Cyber-environnements : ils fournissent aux chercheurs la possibilité d'avoir accès, d'intégrer, d'automatiser, et de gérer des projets collaboratifs complexes par delà les disciplines et les frontières géographiques.
- ii. Cyber-ressources : elles permettent que les problèmes scientifiques ou d'ingénierie les plus difficiles soient résolus et que les solutions soient obtenues en temps voulu.
- iii. Cyber-formation : elle assure que les bénéfices de la cyber-infrastructure nationale soient accessibles aux enseignants et aux étudiants du monde entier.

Des collaborations internationales se mettent en place, comme le montre le banc d'essai PRAGMA. Pacific Rim Application and Grid Middleware Assembly (PRAGMA) est une équipe multidisciplinaire de chercheurs des universités de Zurich, San Diego (Californie), Monash (Australie). Ces institutions se sont associées pour se concentrer sur les manières

pratiques de créer, soutenir et maintenir des collaborations internationales en science et en technologie.

Si nous savons tous que les efforts pionniers dans ce domaine ont commencé aux Etats-Unis, comme le montre l'étude de Atkins (6), la collaboration internationale pour la recherche dans différents domaines a préparé le terrain pour des initiatives de grilles dans beaucoup d'autres pays, comme le Brésil (32). En Europe, « l'infrastructure de la recherche » fournit une infrastructure de communication et d'informatique de très haute qualité. Il en a résulté la mise en place d'un réseau à haute capacité et à haut débit pour tous les chercheurs européens grâce à GEANT (17, 19), et de spécifiques bancs d'essai de pointe répartis sur des architectures de grilles.

L'Afrique du Sud, grâce à sa stratégie nationale de TIC, a répondu au besoin d'une vaste entreprise nationale pour maximiser le potentiel de ses contributions économiques grâce à la cyber-infrastructure (1). Les exemples-clés du besoin d'initiatives informatiques de haut niveau dans le pays se trouvent dans le domaine de la biotechnologie, pour simuler la structure et les processus des maladies infectieuses majeures que sont le SIDA et la tuberculose ; les technologies pour protéger les ressources naturelles et assurer la sécurité alimentaire ; et les moyens pour réduire la pauvreté.

Par le biais de la Cyber Science Infrastructure (CSI), le Japon cherche à concevoir et déployer les réseaux à haut débit de la prochaine génération pour des projets collaboratifs de recherche de différentes universités (33). Avec des bases de données scientifiques et des bibliothèques numériques, un plan et des financements propres, son objectif est de développer l'infrastructure de l'information scientifique de la nation.

L'initiative de grille nationale en Inde s'appelle GARUDA (27). Il s'agit d'une collaboration entre chercheurs et expérimentateurs en sciences naturelles et en sciences physiques sur une grille de nœuds nationale, avec un système de stockage de masse et des instruments scientifiques nationaux. Dans sa phase de « Preuve du concept », GARUDA (aigle, et dans la mythologie hindoue la montagne de Vishnu, le garant de l'univers), connectera 17 villes à travers le pays pour apporter le « quadrillage informatique » en réseau aux industries et labos de recherche.

Cyber-infrastructure et bibliothèques

La cyber-infrastructure offre l'opportunité exaltante de ré-élaborer un certain nombre de processus d'information à la fois au niveau individuel et au niveau institutionnel. La possibilité d'une bibliothèque « universelle et omniprésente » permettant l'accès et la compréhension de l'expérience et de la culture humaine dans toute leur ampleur et leur profondeur, est par conséquent envisageable. On présente ci-dessous un aperçu de la réaction des bibliothèques qui ont engagé une modification progressive de leurs services, et du rôle qu'elles pourraient jouer à l'avenir.

Les bibliothèques hier et aujourd'hui

Les bibliothèques et les services d'information ont toujours été considérés comme une partie d'un ensemble plus large de supports de recherche et d'apprentissage. Ces dix dernières années environ, le développement de l'infrastructure pour créer un système totalement efficace, a inclus la création de systèmes rassemblant les services et les données de différentes

bibliothèques. Les systèmes intégrés de bibliothèques, l'extension de l'accessibilité des services d'indexation et de résumé, et les journaux électroniques, étaient au centre du débat. Dans l'environnement web, le schéma traditionnel de fourniture d'information s'est transformé en une multiplicité de sites Internet ayant chacun une interface autonome, et de bases de données cachées derrière ces interfaces.

Ces efforts ont toujours été faits dans le but d'augmenter l'efficacité des technologies dans les bibliothèques, cependant, la question sur le long terme est de savoir comment la technologie influencera le comportement et les attentes des usagers (37). Cela découle du fait que de plus en plus d'applications sont maintenant basées sur le web, permettant un flux libre d'échange de données depuis les usagers, par les usagers, vers les usagers. Les institutions utilisent une application centrale basée sur le web pour créer des flux qui pivotent autour du web. Les gens et les institutions partagent des éléments, des problèmes et du travail. Le travail en réseau social à travers les blogs, les wikis et la messagerie instantanée, se développe.

Dans ce milieu, où les médias analogiques sont remplacés ou dépassés par les médias numériques, un nombre croissant d'usagers utilise le web plus que comme une simple forme d'expression créative. L'attente est de plus en plus grande de la part des usagers du web et des générations plus jeunes en particulier, de trouver des ressources intéressantes « sur le web », où « sur le web » signifie dans l'un des principaux moteurs de recherche. Tout cela conduit à une renaissance de la créativité où les relations entre les êtres humains et leur parcours sur le web sont enrichis et étendus par la co-création et la demande de fournitures et de services en ligne (24). Les fournisseurs de services comme eBay ou Amazon utilisent des technologies web pour intégrer les demandes, commandes, suivis, et localisations des usagers afin de leur donner la meilleure réponse à leurs demandes. Ils amènent les usagers à croire qu'ils ont exploré tout le web et par conséquent toutes les ressources disponibles pour leurs besoins. Ces fournisseurs de services utilisent l'omniprésence du web en intégrant par exemple des fils RSS à l'environnement de l'utilisateur, lui rappelant son parcours sur le web par leurs offres du moment, afin de les utiliser pour améliorer leur visibilité sur le web.

Les bibliothèques sont traditionnellement fières d'établir des relations entre l'observation des habitudes de prêt des usagers d'une part, et les services de diffusion sélective de d'information et d'alerte, d'autre part. Dans cette mesure, les bibliothèques ont réussi à établir une relation symbiotique. En contraste avec un environnement dominant et continu de l'information, les ressources des bibliothèques restent aujourd'hui encore fragmentées dans les bibliothèques elles-mêmes et entre les bibliothèques. Par exemple, contrairement au parcours sur le web de l'utilisateur cité plus haut, les liens entre la découverte, la localisation, la demande et la fourniture d'une ressource de la bibliothèque ne sont pas encore bien clairs, rendant impossible le suivi facile du statut d'un document. Les ressources et les services des bibliothèques n'ont pas réussi à intégrer les contenus de la bibliothèque aux flux de travail et sur le web (fils RSS par exemple), les rendant par conséquent inaccessibles ou introuvables. L'écosystème de partage des ressources entre bibliothèques qui existe dans les plate-formes de catalogage partagé, les systèmes de fourniture de documents et de messagerie, n'est pas flexible, même si les services virtuels de référence et les expériences récentes avec le modèle FRBR sont une exception (34). Ils ne permettent pas d'extraire les données de la bibliothèque hors du système de la bibliothèque, ni de les placer dans les systèmes de l'utilisateur. Cela est dû également aux sévères contrôles de droits d'auteur faits par les propriétaires des contenus, pour la première fois depuis la montée en puissance des médias numériques (15, 37).

Ces tendances technologiques ne sont cependant pas affaiblissantes, puisqu'elles procurent aux bibliothèques l'occasion de dépasser les environnements rigoureux de services et de logiciels, en utilisant plus efficacement le protocole de moisson des métadonnées d'archives ouvertes et ainsi de permettre aux métadonnées et aux pointeurs de données de migrer d'un système à l'autre. L'Open Archives Initiative (OAI) trouve ses origines dans l'effort fait pour améliorer l'accès aux archives numériques comme moyen d'augmenter la disponibilité des communications scientifiques. Les normes et le cadre technologiques fondamentaux qui soutiennent cela sont à la fois indépendants du type de contenu et des mécanismes économiques qui l'environnent. Ils promettent d'être très largement pertinents pour ouvrir l'accès à un grand nombre de supports numériques. Les moissonneurs OAI-PMH peuvent accumuler de manière incrémentielle les enregistrements contenus dans les réservoirs conformes à l'OAI, et les utiliser pour créer des services couvrant le contenu de plusieurs réservoirs.

Les bibliothèques, par conséquent, ont besoin de construire des services qui économisent du temps, et qui sont construits autour du flux de travail de l'utilisateur. La bibliothèque doit jouer un rôle plus actif dans l'environnement de l'utilisateur, par exemple pour servir ses objectifs de recherche et/ ou d'apprentissage. Un grand nombre de services d'information sont regroupés, re-mélangés et mis sur les réseaux. Les bibliothèques ont besoin de trouver et de développer des technologies nouvelles pour améliorer la présence du système de la bibliothèque dans le monde du web. L'évolution des pratiques de e-learning est une chose que les bibliothèques doivent comprendre et développer en pratique. Autrefois synchrone avec l'apprentissage à distance, le e-learning inclut non seulement les cours en ligne et à distance, mais aussi les activités traditionnelles d'une salle de classe avec des outils électroniques. Le e-learning change la manière dont les universitaires et les étudiants ont accès, créent et utilisent l'information (28). Ceci offre à la communauté des bibliothèques des possibilités de collaboration pour mettre sur le web personnel d'un étudiant des ressources d'apprentissage via des podcasts ou des webcasts multimédia. Les bibliothèques avec des réservoirs institutionnels fonctionnels ou des services conformes à l'OAI peuvent améliorer leurs services et leur utilité dans les programmes de e-learning. La cyber-infrastructure peut également jouer un rôle important en procurant l'infrastructure nécessaire pour organiser, intégrer et diffuser les supports de cours sur les réseaux. Elle est également suffisamment intelligente pour les intégrer à un espace d'information personnel, comme l'agenda électronique d'un individu.

Une autre manière d'intégrer les services de la bibliothèque dans le monde du web est de rassembler des ressources (contenus et services), et de les configurer, modeler et intégrer aux sites sociaux sur les réseaux, agrégateurs de fils RSS, signets, barres d'outils, plugs-in, ou dans les identités électroniques personnelles des utilisateurs. C'est maintenant au tour des bibliothèques d'adapter leurs services aux flux du réseau. Tout cela est nécessaire pour que les bibliothèques soient gagnantes, mais aussi pour attirer l'attention jamais autant cruciale, et de plus en plus rare, de l'utilisateur.

Rôle des bibliothèques à l'avenir

Le scénario du futur réseau ultra puissant ouvre la voie aux bibliothèques pour qu'elles améliorent leurs compétences et fournissent de meilleurs services pour agir comme bibliothèques omniprésentes, surtout dans l'environnement de la cyber-infrastructure.

Un réservoir dans l'environnement de la cyber-infrastructure ne contiendra pas seulement de l'information passive (par exemple des documents et des données), mais aussi des objets comportementaux comme des logiciels (appelés objets à cause de leur double rôle, comme objets d'information lisible par une machine et par un être humain, et comme objets comportementaux résultants de leur exécution) (26). Il est important de noter que la limite entre les objets passifs et les objets comportementaux s'estompe avec les logiciels aujourd'hui capables de traduire du son ou de la vidéo en n'importe quel standard de représentation pour la diffusion immédiate ou différée. Il y a un fort besoin de conservation à long terme des données, de l'information (représentée par des données et des métadonnées de description et de structure), des procédés logiques et des algorithmes engendrés par les travaux universitaires. La bibliothèque pourrait apporter une importante contribution à la création de contenu pour faciliter la recherche de l'utilisateur par le regroupement de métadonnées dans différentes disciplines grâce à une analyse comparative de collections. Exposer ces données aux moteurs de recherche et aux autres services, et proposer des « alertes », est une autre fonction de la bibliothèque. Les bibliothèques peuvent aussi fournir des services d'accès dans l'environnement de e-recherche permis par la cyber-infrastructure. Elles pourraient aider les utilisateurs d'objets numériques à trouver les ressources pertinentes (leurs propres instruments et machines), à les lier aux machines des bibliothèques, et à configurer, faire fonctionner et utiliser tout logiciel associé. Les institutions modernes pourraient aussi étendre leurs fonctions à la gestion de données, incluant la fourniture d'équipements, l'acquisition, l'installation, la mise en marche et la maintenance de l'infrastructure de stockage physique et de travail en réseau. Cela inclurait aussi la sauvegarde, la duplication, et la copie miroir des données pour assurer leur intégrité et leur conservation à long terme. Les bibliothèques pourraient aussi être associées aux questions de politique publique et institutionnelle, comme les responsabilités des chercheurs dans l'obtention de fonds publics pour verser leurs données dans les réservoirs. Les bibliothèques pourraient être impliquées dans la recherche sur différentes questions comme la responsabilité civile et pénale, la vie privée, la libre expression, la sécurité.

Les technologies de grilles de calcul ouvrent la voie à de nouvelles bibliothèques numériques. Non seulement ces technologies fournissent des solutions plus générales et plus sécurisées pour la mise en place de l'infrastructure des bibliothèques numériques, mais elles offrent aussi un nouvel environnement pour que les bibliothèques numériques proposent des services plus efficaces. On peut appeler cela la phase 2 de la mise en place des bibliothèques numériques. Certaines possibilités comme la bibliothèque numérique virtuelle peuvent aussi être développées plus efficacement sur une architecture en grille (10, 22). Les bibliothèques numériques dans de tels environnements seront des systèmes monolithiques servant des communautés réparties et capables d'appliquer des transformations complexes sur des objets numériques, comme des services de traduction, des enregistrements d'autorisation, des générateurs de transcription, etc., et des services qui aident l'activité de l'utilisateur, comme les conseils en ligne et les outils de travail collaboratif.

L'avenir de l'information en ligne sera dominé par les petites collections maintenues et indexées par de petits groupes. Les bibliothèques numériques stockeront la connaissance de la communauté, et la grande masse d'objets présents sur le net sera stockée dans ces réservoirs. De nouvelles techniques d'indexation et la fédération des collections, accompagnées d'une interopérabilité sémantique, seront indispensables (24). De plus, alors que la quantité d'information dans le cyber-espace augmente, des outils pour assurer l'étanchéité des frontières entre information publique et privée seront sans doute nécessaires. Les technologies des bibliothèques numériques centrées sur les systèmes d'authentification qui non seulement

mesurent la qualité de l'information, mais aussi la profondeur de sa perméabilité entre le domaine public et le privé et vice-versa, sont par conséquent nécessaires (8). Hormis la qualité, les deux questions critiques principales sur l'intégrité de l'information basée sur le web sont : *la provenance* - d'où vient l'objet et comment il a évolué (ou a été altéré) avec le temps -, et *la persistance*, - combien de temps un objet va durer et comment faire en sorte qu'il dure plus longtemps.

Par la suite, gérer, utiliser et interpréter le volumineux contenu en ligne exigera une autre génération de technologies de bibliothèques numériques (17). L'environnement de la cyber-infrastructure est à cet égard bien adapté à la phase 2 des bibliothèques numériques. La compréhension formelle et la modélisation du schéma de liens entre les multiples communautés représentées sur le web nous donnera ensuite une ligne zéro de l'information pour une compréhension plus efficace de la structure du web (8). De même, les techniques pour comprendre comment exploiter efficacement le comportement de l'utilisateur en sont encore à leurs premiers pas et ont besoin d'être généralisées au niveau de la recherche scientifique dans l'environnement de la cyber-infrastructure. La vraie promesse des bibliothèques numériques dans l'environnement de la cyber-infrastructure est que ces technologies aient le potentiel de transformer la recherche inter-disciplinaire et de favoriser de nouveaux domaines d'investigation aux frontières des disciplines existantes. Promouvoir une telle innovation exige que les gens disposent d'un ensemble d'outils flexibles et de services pour rassembler l'information depuis de multiples sources, et pour la manipuler eux-mêmes (24).

Il s'agit là de quelques questions pour la recherche future sur les bibliothèques numériques et leur application telle qu'on envisage grâce aux technologies des grilles de calcul dans les environnements de cyber-infrastructure. L'objectif est de réaliser de manière effective une bibliothèque omniprésente, en version entièrement numérique.

Le scénario de la bibliothèque numérique indienne

Le paysage des bibliothèques en Inde se compose de plus de 260 bibliothèques universitaires, 8000 bibliothèques d'établissements d'enseignement supérieur, 54000 bibliothèques publiques et 9000 bibliothèques institutionnelles réparties sur un vaste territoire. Il existe également plusieurs bibliothèques privées avec des collections de livres rares. Elles en sont naturellement à différents niveaux de développement numérique. Une des plus notables présences institutionnelles oeuvrant à la transformation des bibliothèques universitaires en Inde et à leur implication dans la recherche et développement du pays, est celle de l'Information and Library Network Center (INFLINET), un centre autonome de recherche interuniversitaire, mis en place par l' University Grants Commission (UGC), le plus haut corps universitaire en Inde. Ses programmes variés comme les consortia de mise en place de journaux en ligne, la rétroconversion, l'hébergement de sites web, et la création de centres de ressources en réseau dans différentes universités et institutions de recherche en Inde donnent à ces institutions l'opportunité de s'associer pour consolider leurs ressources, coopérer et collaborer pour différents systèmes et différents services. De même, INDEST, Indian National Digital Library in Engineering Sciences, instauré par le Ministry of Human Resource Development, a obtenu des prix nationaux pour un certain nombre de ressources électroniques des bibliothèques membres de ce réseau dédié à aider les chercheurs.

Le travail en réseau des bibliothèques de recherche avec des objectifs finaux similaires et des collections associées, est une méthode courante, également fortement encouragée par l'UNESCO. En Inde il existe déjà quelques réseaux régionaux de bibliothèques, comme :

Developing Library Network (DELNET) <http://delnet.nic.in/>
Ahmedabad Library Network (ADINET) <http://www.alibnet.org/>
Madras Library Network (MALIBNET) <http://www.angelfire.com/in/malibnet/>

Developing Library Network (DELNET) (21) est une tentative majeure à l'échelle nationale, qui compte plus de 950 bibliothèques membres - à la fois des membres institutionnels et des membres associés à des institutions. DELNET a été mis en place avec comme objectif de premier ordre la promotion du partage des ressources entre les bibliothèques par le développement d'un réseau de bibliothèques. Son but est de collecter, stocker, diffuser l'information, offrir des services informatiques aux usagers, coordonner les efforts pour une politique documentaire appropriée et limiter dans la mesure du possible les doublons superflus.

DELNET a été activement impliqué dans la compilation de différents catalogues collectifs des ressources disponibles chez les bibliothèques membres. Il a réellement créé le catalogue collectif des monographies, la liste des périodiques vivants, le catalogue collectif des périodiques, la base de données des CD-ROM, la base de données pour les spécialistes de l'Inde, celle des articles de périodiques, la liste collective des enregistrements vidéo, la base des manuscrits Urdu, la base des thèses et des mémoires, la base DEVINSA, des bases échantillons de publications linguistiques utilisant la technologie GIST, et d'autres bases de données.

Nouveaux venus dans l'arène de l'échange global d'information, la visibilité de l'Inde sur le web, le courrier électronique et la messagerie, et autres moyens d'« échange d'information/de données » sont relativement récents. L'augmentation de l'intérêt pour le travail en réseau en Inde est donc spectaculaire. Par exemple, le nombre d'opérateurs en Inde offrant une quelconque forme de connexion a au moins doublé ces deux dernières années. La liste des plus importants services web actuellement actifs est dressée ci-dessous :

- 1) ERNET (Educational and Research Network)
- 2) GPSS-GEMS (Gateway Packet Switching System)
- 3) UUNET (UUNET Technologies India Pvt. Ltd.)
- 4) BI Infotech (Business India)
- 5) ICNET
- 6) I-Net

ERNET est un réseau gouvernemental. C'est un effort commun du National Center for Software Technology, Mumbai, Department of Electronics, et des institutions d'enseignement (quelques uns des Indian Institute of Technologies or the IITs). Le GPSS-GEMS fonctionne avec VSNL (Videsh Sanchar Nigam Limited), une organisation gouvernementale différente d'ERNET. I-NET fonctionne avec MTNL (Mahanagar Telephone Nigam Limited), qui loue des lignes à travers l'Inde entière.

Un certain nombre de bibliothèques en Inde ont participé activement à la création de contenu numérique à un moment donné. Avec les Etats-Unis et la Chine, l'Inde participe au projet « un million de livres ». Le portail indien, connu sous le nom de « Bibliothèque numérique de l'Inde » (<http://dli.ernet.in> et <http://dli/iit.ac.in>) numérisera et rendra accessibles à la connaissance humaine des livres libres d'accès principalement en langues indiennes (7). Avec la Carnegie Mellon University, l'Indian Institute of Science de Bangalore et 21 institutions

partenaires ont mis en place les technologies et les procédures pour la sélection des ouvrages, leur numérisation, leur recadrage, leur OCRisation et leur stockage. En plus de servir de stockage de réservoir, la « Bibliothèque numérique de l'Inde » est devenue l'un des meilleurs bancs d'essai pour le traitement de la langue indienne, avec des recherches dans le domaine de la traduction automatique, la reconnaissance optique des caractères, le résumé, la reconnaissance de l'écriture manuscrite et parlée, l'indexation intelligente et la recherche d'information en langues indiennes. Les outils de translittération de la langue Om ont exploité la nature phonétique des langues indiennes. Le « lecteur universel de langue indienne » permet à l'utilisateur de lire des documents dans d'autres langues, en utilisant les similarités entre les différentes langues indiennes (7). Il existe aussi une initiative du gouvernement indien de fournir un cadre commun pour que toutes les bibliothèques numériques indiennes puissent coexister. Une proposition de numériser de la musique, de la vidéo, du sport, des divertissements et des discours religieux est à l'ouvrage.

On peut voir les efforts de création de bases de contenus et de connaissances en Inde dans les initiatives du Council of Scientific and Industrial Research, avec la mise en place de la « bibliothèque numérique des savoirs traditionnels », une base de connaissances indigènes des savoirs traditionnels du domaine public lié au système de médecine Ayurveda, Unani and Siddha de la littérature ancienne.

La protection et la conservation des savoirs traditionnels est une préoccupation des pays en voie de développement en général et de l'Inde en particulier (20). La « bibliothèque numérique des savoirs traditionnels » a pour but la sauvegarde de la souveraineté de ces savoirs traditionnels et de leur protection contre une mauvaise utilisation.

Le travail réalisé par la M.S. Swaminathan Research Foundation de Pondicherry [11] a le même objectif de création de contenu. Cette fondation apporte un espoir pour l'augmentation des personnes ayant accès aux TIC et des bénéfices tirés des TIC en dehors des centres urbains. Le projet pilote relie six villages pour la collecte, la maintenance, la mise à jour d'informations sur l'agriculture, la santé, le droit, afin d'améliorer la productivité des fermiers locaux, de former des jeunes et des femmes instruits dans les zones rurales pour qu'ils fassent fonctionner des boutiques d'information, et pour former la jeunesse rurale à extraire d'informations générales, des informations localement pertinentes. Les données de base collectées à ces sources sont utilisées à leur tour par différents scientifiques et technologues en sciences sociales pour la recherche, et une formation et un développement supplémentaires.

En ce qui concerne la promotion de la recherche et du savoir utilisant les technologies numériques, des efforts sont tentés par les bibliothèques universitaires et les bibliothèques de recherche pour créer des réservoirs institutionnels qui ouvrent les portes de la connaissance aux universitaires, chercheurs et étudiants. Les défenseurs et les enthousiastes de cette initiative ont mis l'accent sur le besoin de mandater des initiatives d'Archives ouvertes (« Open Archives », OA) et de Réservoirs institutionnels (« Institutional repository, IR) dans les universités et les institutions nationales de recherche. Eprints@iisc, les archives électroniques de l'Indian Institute of Science de Bangalore est probablement le premier OA-IR en Inde. Avec le nombre croissant d'IR dans le pays, le besoin de créer un consortium d'institutions scientifiques et de recherche pour le partage de l'information en mettant en place de manière institutionnelle des archives en Open Access a été souligné encore et encore (3). Il existe un important potentiel de publication en Open Access en Inde, étant donné le grand nombre d'universités, d'institutions d'enseignement supérieur et de laboratoires de

recherche publics. Il est notable qu'OpenMED, des archives en ligne pour les sciences médicales et associées, mis en place par le National Informatics Center, a récemment été nommé pour le Stockholm Challenge Award 2006. L'Open Access ne va pas seulement augmenter la visibilité des chercheurs du Sud, il va aussi leur permettre d'accéder à l'information pertinente à un coût raisonnable.

FORSA (Forum for Resource Sharing in Astronomy and Astrophysics), un groupe informel de bibliothèques d'astronomie en Inde, a un rôle majeur à jouer dans les efforts de l'Inde pour créer son propre Observatoire virtuel, en lien avec l'Observatoire national virtuel américain (NVO) (2). Grâce à des financements du gouvernement, des programmes spécifiques ont été mis en place avec des sites miroirs pour le « Support d'information virtuelle », un outil qui doit répondre aux besoins d'information de la communauté astronomique du pays, où et quand que ce soit. Les bibliothèques de géologie, géophysique et sciences de la terre pourraient prendre cela comme exemple pour créer des observatoires similaires pour des études sur un tremblement de terre à grande échelle, ou sur l'accumulation, l'assimilation et la corrélation de données sur l'interaction terre-soleil.

Une attention particulière devra être portée à la numérisation de la base de données cartographique et à son accessibilité pour l'échange entre usagers. Le programme d'une Infrastructure nationale de données spatiales (National Spatial Data Infrastructure, NSDI) lancé dans le pays par le Department of Space, est un grand pas dans cette direction. Il amènera de nombreuses applications utilisant au mieux les technologies de géo-référencement comme la télédétection et le Système d'information géographique (SIG). Intégrer cette base de données à d'autres bases sera un avantage fabuleux pour la recherche, le développement, et la prise de décision (30).

Ces développements actuels doivent être associés en vue d'une plate-forme commune pour une « bibliothèque numérique omniprésente » de l'Inde (Ubiquitous Digital Library of India, UDLI). On suggère les actions suivantes en ce sens :

- i. former un consortium de réservoirs institutionnels dans le pays,
- ii. les bibliothèques et les différents réseaux de bibliothèques doivent être intégrés et mis ensemble avec les meilleures options de bande passante aujourd'hui disponibles,
- iii. les réseaux de bibliothèques comme DELNET, ADINET, etc, doivent toucher le grand public en utilisant le meilleur des technologies,
- iv. les institutions doivent exploiter les contenus locaux pour la population rurale pauvre. Ensuite leur mise en ligne avec des outils comme la traduction d'une langue locale dans la langue nationale favorisera une diffusion plus large,
- v. des projets comme l'Observatoire virtuel doivent être menés par les bibliothèques spécialisées/de recherche dans un domaine spécifique ou par celles associées à l'enseignement supérieur,
- vi. tous les efforts décrits ci-dessus, de (i) à (iv), doivent être intégrés aux efforts de l'Inde pour créer la grille informatique de la cyber-infrastructure, GARUDA,
- vii. les essais actuels de bibliothèques numériques en Inde doivent se centrer et aller vers la phase 2 des bibliothèques numériques, comme développé dans les lignes directrices données ci-dessus pour les bibliothèques numériques,
- viii. les questions relatives au coût des ressources, au processus de publication scientifique, aux droits d'auteur et à la création de ressources numériques doivent être traitées pour préparer des directives pour la mise en pratique,

- ix. des études pour évaluer les besoins de changement des bibliothèques de recherche dus au développement de la e-science et de la e-recherche doivent être entreprises,
- x. la recherche de rôles plus imaginatifs pour les bibliothécaires et les gestionnaires d'information dans la bibliothèque numérique du futur pour formuler des méthodes communes de mise en place de procédures et des mises en œuvre appropriées, doit évoluer,
- xi. les techniques pour donner les compétences en recherche d'information aux étudiants par le e-learning quand cela est approprié, doivent être identifiées et transmises,
- xii. de nouveaux outils pour visualiser l'information dans les nouveaux environnements sont également nécessaires, et
- xiii. des programmes de formation et des groupes de travail pour stimuler l'utilisation des nouvelles initiatives de e-science doivent être organisés.

L'Inde peut tirer bénéfice de la bibliothèque numérique omniprésente sur une architecture en grille en open-access de deux manières principales. D'une part, cette technologie peut aider l'intégration en amont des bibliothèques pour desservir les usagers situés dans des régions reculées du pays, en partageant les ressources des bibliothèques, restées jusque là inaccessibles. D'autre part, les équipements pour l'e-recherche, qui seront disponibles pour les chercheurs locaux, pourront les aider à être présents sur la scène internationale, y compris dans des domaines de recherche de pointe. Ceci fera aussi une grande différence pour les chercheurs dans de petites villes dont la base de connaissances et d'informations était jusque là limitée.

Une approche globale pour le développement d'une infrastructure et la définition de programmes et de stratégies pour la gestion de l'information dans les différentes disciplines et les lier à une bibliothèque numérique avec de l'e-science, de l'e-recherche et du e-learning, est souhaitable pour maximiser les bénéfices. Un pays comme l'Inde devrait s'assurer qu'il ne manque pas cette phase de la révolution de l'information.

Remarques en conclusion

A la fin de l'éventail des données-information-connaissances-savoir commence le jugement humain critique et qualitatif, où l'apprentissage est plus directement concerné, et où les questions de sens et de permanence sont pertinentes. C'est le cadre de mise à profit des connaissances de l'initiative de cyber-infrastructure. La science de la gestion de l'information, qui évolue, se trouve au centre de tout cela. Cet environnement omniprésent a le potentiel de bénéficier plus qu'aux seules nations industrialisées. Comme le notait Wiseman, l'accès aux ressources, la participation à l'e-science et au e-learning et la capacité de tirer bénéfice de la recherche et de l'expérience des pionniers, sera un levier de poids pour que les pays en voie de développement entrent dans l'âge du numérique (35, 38).

Il ne faut pas perdre de vue le fait que les technologies numériques de pointe sont coûteuses et que dans un monde préoccupé par les questions de coût, l'accent sera mis sur la conception d'ensemble de services qui seraient indépendants. Ensuite, il apparaît qu'il existe une relation directe entre la nouveauté d'une technologie et sa fragilité. Plusieurs questions sont donc liées à l'adoption des technologies de l'information par les bibliothèques (29, 31). Par exemple, les questions de l'exploitation d'un plein potentiel, de la réduction des effets secondaires déshumanisants et de l'orientation des usagers, doivent être examinées.

Dans ce contexte, permettre aux régions du monde qui le peuvent le moins d'assurer leurs propres programmes de développement, doit être un objectif majeur à long terme de toute initiative mondiale. De fait, sauter l'obstacle pour surmonter la fracture numérique dans les applications de recherche et développement doit être la toute première priorité des pays émergents. Nous pensons que le réel potentiel d'une bibliothèque omniprésente et de e-recherche ne sera réalisé que quand cela sera effectif.

Bibliographie :

1. Adam, R. et al., "High performance computing in South Africa: computing in support of African development", *CTWatch Quarterly*, February, 2006, available online at <<http://www.ctwatch.org/quarterly/articles/2006/02/high-performance-computing-in-south-africa-computing-in-support-of-african-development/>>
2. Alladi, V. et al., "Virtual Observatory- India: information support for remote users", in, *Library and Information Services in Astronomy IV, July 2-5, 2002, Prague, Czech Republic*, B. Corbin, E. Bryson, and M. Wolf (eds), available online at <<http://www.eso.org/gen-fac/libraries/lisa4/Alladi.pdf>>
3. Arunachalam, S. "Open Access could close North-South technology gap", available online at <<http://www.scidev.net/EditorLetters/index.cfm?fuseaction=readeditorletter&itemid=62&language=1>>
4. Arzberger, P. et al., "PRAGMA: example of grass-roots grid promoting collaborative e-science teams", *CTWatch Quarterly*, February, 2006, available online at <<http://www.ctwatch.org/quarterly/articles/2006/02/pragma-example-of-grass-roots-grid-promoting-collaborative-e-science-teams/>>
5. Aswal, R.S. (ed.), "*Information Networks in India*". New Delhi, Ess Pub., 2003.
6. Atkins, D.E. et al., "Revolutionizing Science and Engineering through Cyberinfrastructure", Report of the *National Science Foundation Blue Ribbon Advisory Panel on Cyberinfrastructure*, January 2003, available online at <http://www.communitytechnology.org/nsf_ci_report>
7. Balakrishnan, N., "Universal digital library-future directions", *Journal of Zhejiang University*, 2005, Vol.6. No.11, pp.1204-1205, available online at <<http://www.zju.edu.cn/jzus>>
8. Borgman, C. L., "Personal digital libraries: creating individual spaces for innovation", *NSF Post Digital Library Futures workshop, June 15-17, 2003, Massachusetts, USA*, available online at <http://www.sis.pitt.edu/~dlwshop/paper_borgman.html>
9. Cambel, A.B. and Fritsch, B., "A synergetic approach to evaluate technological change" in *Alternative Energy Sources VII*, T.N, Veziroglu (Ed.), Washington: Hemisphere Publishing Company, 1997, pp.17-37.
10. Castelli, D., "Digital libraries"., *IST Web: research infrastructure*, available online at <<ftp://ftp.cordis.lu/pub/ist/docs/rn/castelli.pdf>>
11. Chandra, S., "Information in a networked world: the Indian perspective". *International Information & Library Review*, 2002, 34, pp.235-246.
12. Crane, G., "Culture and cyberinfrastructure: the need for a cultural informatics". *NSF Post Digital Library Futures workshop, June 15-17, 2003, Massachusetts, USA*, available online at <http://www.sis.pitt.edu/~dlwshop/paper_crane.html>
13. Courant, P. et al., "The draft report of the *American Council of Learned Societies' Commission on Cyberinfrastructure for humanities and social sciences*", December, 2005, available online at <<http://www.acls.org/cyberinfrastructure/acls-ci-public.pdf>>
14. See the DaVinci Institute <<http://www.davinciinstitute.com>>
15. Dempsey, L., "The (Digital) library environment: ten years after", *Aridane*, Feb 2006, 46, available online at <<http://www.aridane.ac.uk/issue46/dempsey/>>

16. Dunning, T. et al., "International cyberinfrastructure: activities around the globe", *CTWatch Quarterly*, February, 2006, available online at <http://www.ctwatch.org/quarterly/articles/2006/02/international-cyberinfrastructure-activities-around-the-globe/>>
17. Essential information society technologies and infrastructure, available at, <http://www.cordis.lu/ist/ka4/home.html>
18. Goldenberg-Hart, D., "Libraries and changing research practices: a report of the ARL/CNI forum on e-research and cyberinfrastructure", *ARL Bimonthly Report*, December 2004, 237 available online at <http://www.arl.org/newsltr/237/cyberinfra.html>>
19. Information society technologies, IST Web: Research infrastructure, available at, <http://www.cordis.lu/ist/rn/home.html>>
20. Information Today & Tomorrow, September 2001, Vol. 20, No. 3, pp.16-p.17, available online at <http://itt.nissat.tripod.com/itt0103/tkdl.htm>>
21. Kaul, H.K., "Developing libraries as knowledge centres: the strategies for knowledge management" in Kaul, H.K and Sen, G. (Eds.), *Library and Information Networking – NACLIN 2005*, New Delhi: DELNET – Developing Library Network, 2005.
22. Lagoze, C., "NSF DL position paper", *NSF Post Digital Library Futures workshop, June 15-17, 2003*, Massachusetts , USA, available online at http://www.sis.pitt.edu/~dlwshop/paper_lagoze.html >
23. Lyman, P. et al., "How much information, 2003?" available online at <http://www.sims.berkeley.edu:8000/research/projects/how-much-info-2003/>>
24. Lynch, C., "Digital collections, digital libraries and the digitization of cultural heritage information", *First Monday*, 2002, issue 7, available online at http://www.firstmonday.org/issues/issue7_5/lynch/>
25. Marchionini, G., "Managing transition in information spaces: roles for cyberinfrastructure", *NSF Post Digital Library Futures workshop, June 15-17, 2003*, Massachusetts , USA, available online at http://www.sis.pitt.edu/~dlwshop/paper_marchionini.html>
26. Messerschmitte, D. G., "Opportunities for research libraries in the NSF cyberinfrastructure program", *ARL Bimonthly Report, August 2003*, 229, available online at, <http://www.arl.org/newltr/229/cyber.html> >
27. Mohan R.N. and Ramkrishnan, S., "GARUDA: India's national grid computing initiative". *CTWatch Quarterly*, February, 2006, available online at < <http://www.ctwatch.org/quarterly/articles/2006/02/garuda-indias-national-grid-computing-initiative/>>
28. OCLC's e-Learning taskforce, "Libraries and the enhancement of e-Learning", available online at < <http://www5.oclc.org/downloads/community/elearning.pdf>>
29. Patkar, V.N., "Adaptation to information technology developments by libraries", *Information Studies*, 2004, Vol.10, No.4, pp.637-648.
30. Patkar, V., "Hauling by GIS engine to good governance: No longer a dream", *Geospatial Today*, 2003, Vol.1, No.6, pp. 14-18.
31. Patkar, V.N., "Information technology adoption by libraries: Opportunities and Barriers", *Information Studies*, 2000, Vol.6, No.2, pp.125-140.
32. Raupp, M. A. et al., "Cyberinfrastructure for multidisciplinary science in Brazil". *CTWatch Quarterly*, February, 2006, available online at < <http://www.ctwatch.org/quarterly/articles/2006/02/cyberinfrastructure-for-multidisciplinary-science-in-brazil/>>
33. Sakauchi, M. et al., "Cyber science infrastructure initiative for boosting Japan's scientific research", *CTWatch Quarterly*, February, 2006, available online at < <http://www.ctwatch.org/quarterly/articles/2006/02/cyber-science-infrastructure-initiative-for-boosting-japans-scientific-research/>>

34. Saur, K.G., IFLA Study Group on the Functional Requirements of Bibliographic Records. 1998. "Functional Requirements of Bibliographic Records: final report." München., available online at <http://www.ifla.org/VII/s13/frbr/frbr.pdf>.
35. Schatz, B. R., "Navigating the distributed world of community knowledge". *NSF Post Digital Library Futures workshop, June 15-17, 2003*, Massachusetts, USA, available online at <http://www.sis.pitt.edu/~dlwshop/paper_schatz.html>
36. Subba Rao, S., 'Networking scenario in India', *New Library World*, Jul 1999, Vol.100, No.4, pp.160-168
37. Vaidhyanathan, S., "Siva in chronicle of higher ed: a risky gamble for google", available online at <<http://www.nyu.edu/classes/siva/archives/002445.html>>
38. Wiseman, N., "The science of information management in a converging information environment", *NSF Post Digital Library Futures workshop, June 15-17, 2003*, Massachusetts, USA, available online at <http://www.sis.pitt.edu/~dlwshop/paper_wiseman.html>