



HAL
open science

Normalisation des technologies éducatives : à quoi bon ?

Erik Duval

► **To cite this version:**

Erik Duval. Normalisation des technologies éducatives : à quoi bon ?. Cinquième colloque Hypermédias et apprentissages, Apr 2001, Grenoble, France. pp.25-34. edutice-00000449

HAL Id: edutice-00000449

<https://edutice.hal.science/edutice-00000449>

Submitted on 8 Jun 2004

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

NORMALISATION DES TECHNOLOGIES ÉDUCATIVES : À QUOI BON ?

Erik DUVAL

Departement Computerwetenschappen, Katholieke Universiteit Leuven, Belgique

<http://www.cs.kuleuven.ac.be/~erikd>

***Résumé :** Depuis quelques années, des normes internationales sont en développement dans le domaine des technologies éducatives. Des organisations telles que le IEEE, l'ISSS, l'ISO sont impliquées dans ce travail dont les premiers résultats sont en train d'apparaître. Ces normes techniques sont basées sur le travail de recherche et de développement des consortia comme ARIADNE, ADL, AICC, IMS et autres. L'article présente l'ampleur de ce travail, les relations entre les groupes impliqués, les résultats qui vont apparaître et les opportunités qui sont créées par la normalisation.*

***Mots clés :** technologies éducatives, normalisation.*

***Abstract :** International norms in the field of educational technology are developed since several years now. Organizations like IEEE, l'ISSS, l'ISO are concerned with this project that is showing its first results. These technical norms are based on research and development from consortia like ARIADNE, ADL, AICC, IMS and others. The article presents the scope of the project, the relations between the groups involved, the emerging results and the opportunities created by the normalization.*

***Keywords :** educational technology, normalization.*

INTRODUCTION

Bien que les technologies modernes offrent des opportunités nouvelles pour l'éducation et l'apprentissage, elles ont aussi rendu la tâche des professeurs ou des entraîneurs plus complexe et difficile. Une des questions primordiales à laquelle ceux-ci doivent répondre est : « Où trouver et intégrer les documents, outils, composants qui sont nécessaires pour satisfaire les exigences des étudiants et des administrations ? ». La pression de la flexibilité et le manque de temps rendent la tâche encore plus difficile (Collis, 2001).

Le professeur ou l'entraîneur a beau savoir que, vraisemblablement, le contenu et les outils dont il a besoin ont déjà été développés par des collègues, il lui est souvent presque impossible de localiser ces composants et de les intégrer dans son propre contexte, pour ses étudiants.

Dans la section suivante, nous expliquerons comment la normalisation permet de réaliser l'interopérabilité qui est une condition sine qua non pour remédier à cette situation.

NORMALISATION

Le but général de la normalisation est de réaliser l'interopérabilité entre les composants d'une infrastructure (Paepcke *et al.*, 1998). Ceci rend possible l'application d'outils dans un contexte autre (ou plus général) que prévu pendant le développement originel. Un exemple de norme technique est le TCP/IP comme protocole de base pour le transfert des paquets de données sur l'Internet. Un autre exemple est l'ensemble des protocoles HTTP (HyperText Transfer Protocol), URL (Uniform Resource Locator) et HTML (HyperText Mark-up Language) qui définissent le World-Wide Web en normalisant le protocole pour la demande, l'identification et la structure des documents (Berners-Lee, 1999).

Un exemple bien illustratif est la normalisation de la taille de papier en A4 (une norme allemande DIN en l'occurrence). Cette norme permet aux utilisateurs de se procurer leur papier, classeurs, etc. de différents fournisseurs et d'utiliser ces produits en différentes circonstances sans problèmes. Pour la taille du papier, il y a aussi une norme Américaine (U.S.Letter). Cette situation est moins rare qu'on pourrait le souhaiter et illustre que l'interopérabilité n'est souvent pas absolue : parfois, il faut reformater un document conçu originalement pour un contexte pour qu'il puisse être rendu dans un autre contexte.

Les normes pour la taille de papier sont illustratives aussi dans le sens que le DIN A4, ou le U.S.Letter, imposent peu de restrictions sur le contenu qui peut être imprimé sur ces feuilles. De la même façon, les normes des technologies éducatives ont pour but de faciliter l'interopérabilité entre les outils et documents de différents contextes, mais pas de limiter les options pédagogiques, socio-politiques, etc. Néanmoins, il est important de réaliser que, après tout, les normes comme le DIN A4 rendent également impossibles certains formats d'expression sur papier. Naturellement, dans les cas où ces limitations sont vraiment problématiques, il est tout à fait acceptable de ne pas suivre ces normes, bien que cela implique un certain coût - souvent dans le sens financier de ce mot - pour les producteurs ou les utilisateurs.

MÉTADONNÉES ET NORMALISATION

Par la suite notre discussion sera limitée aux technologies éducatives, et plus précisément encore, au sujet des métadonnées éducatives. D'abord, il faut préciser que les *métadonnées* sont des données qui traitent de données. En d'autres mots, les métadonnées sont des descriptions de documents. On peut donc comparer les

métadonnées avec les fiches bibliographiques traditionnelles, telles qu'on les trouve dans une bibliothèque. En effet, la fonction des métadonnées est identique à celle de ces fiches : rendre plus facile la découverte de documents, leur identification, leur utilisation, etc.

Dans ce contexte des métadonnées, il y a un mouvement de normalisation pour réaliser l'interopérabilité sur différentes dimensions :

- *Fonctions* : Le but est de pouvoir utiliser les mêmes métadonnées, ou des ensembles de métadonnées interopérables, pour la catégorisation, la découverte, la livraison (tout en respectant les droits de l'auteur, de l'éditeur, etc.), l'installation (dans un contexte de documents numériques), etc.
- *Niveaux* : Bien qu'une large majorité des recherches sur le Web se limitent pour le moment à l'utilisation de mots clefs (d'autant plus qu'actuellement les outils pour les recherches un peu plus avancées sont trop compliquées), il est souhaitable que les mêmes métadonnées puissent être exploitées pour des recherches qui sont plus spécifiques (du genre « tous les documents qui traitent de la normalisation en forme Boyce-Codd des bases de données relationnelles, en néerlandais ou en français, pour un niveau universitaire, qui prennent entre 20 et 35 minutes du temps de l'étudiant, ne coûtant rien et étant disponibles sur une plate-forme Linux »).
- *Technologies* : L'interopérabilité la plus évidente est celle des technologies. Dans le contexte des normes, on parle de « binding » d'une norme à une technologie. Pour les métadonnées, par exemple, on peut définir des représentations en RDF, XML (DTD ou Schéma), base de données (relationnelle, orientée objet ou autre), etc. Le but de la normalisation est de limiter le nombre de ces « bindings » à une seule, ou bien d'en définir un nombre réduit, chacun pour un contexte technique spécifique, et d'établir les relations entre ces différentes représentations, de sorte que l'on puisse transformer les métadonnées d'un contexte (par exemple RDF) à un autre (par exemple base de données) automatiquement.
- *Barrières sémantiques et linguistiques* : Sans doute l'interopérabilité la plus difficile à réaliser est l'interopérabilité sémantique, y compris (mais pas du tout limité à) l'interopérabilité linguistique. Il est bien évident que, même s'il y avait une interopérabilité parfaite sur le plan des fonctions, niveaux et technologies, le but de la compréhension mutuelle entre producteur de contenu, indexeur, chercheur et autres utilisateurs est complètement évasive si les mots et termes ne sont pas traduits, ou si les vocabulaires sont appliqués d'une manière inconsistante. Pour réaliser une telle interopérabilité, il faut donc que l'on traduise en plusieurs langues, que l'on rende explicite l'application et le sens des vocabulaires, que l'on essaie d'établir des liens entre des classifications et taxonomies relatives, etc.

À QUOI BON ?

Le but de l'interopérabilité paraît peut-être un peu abstrait et loin des besoins immédiats des utilisateurs finaux. En fait, il est bien facile de montrer comment ces utilisateurs peuvent profiter des effets de la normalisation.

Tout d'abord, l'interopérabilité permet aux utilisateurs de ne pas s'enfermer dans un système clos « propriétaire ». L'exemple du World-Wide Web montre qu'il est bien possible de créer une infrastructure viable basée sur des spécifications et des normes qui sont respectées par tous les producteurs d'outils : bien qu'un document HTML soit produit avec, par exemple, l'outil de Netscape, et distribué avec, par exemple, un outil « open source » comme Apache, on peut néanmoins le consulter avec, de nouveau par exemple, l'Internet Explorer de Microsoft. La situation du Web sert aussi d'avertissement : il faut toujours rester vigilant pour défendre l'intégrité et le respect des normes...

Ce libre choix entre différentes options pour les outils et la possibilité de les utiliser en différentes circonstances pour réaliser une infrastructure technique ouverte est d'autant plus important pour les universités et autres institutions académiques, que l'éducation est une des activités principales de nos organisations (avec la recherche et le service à la société). Enfermer nos contenus numériques dans des bases de documents closes nous rendrait très dépendants des fournisseurs de ces bases.

Une autre raison pour laquelle il nous faut un environnement dans lequel nous pouvons insérer des *composants* est que, dans le domaine du support technologique pour l'apprentissage, il n'y a pas de solution universelle. Bien qu'il y ait maintenant une histoire de la recherche de plusieurs décennies, on s'est surtout rendu compte que l'on comprenait très mal ce qui se passait quand quelqu'un apprenait et comment faciliter cet apprentissage avec des moyens techniques. La seule façon raisonnable et pragmatique de déployer ces technologies pour le moment est donc de permettre aux utilisateurs de composer leur propre environnement, en s'appuyant sur une collection d'outils divers et interopérables.

La normalisation est aussi indispensable pour créer une infrastructure technologique de base pérenne. Dans le domaine des technologies éducatives, les résultats des projets de recherche et de développement sont perdus terriblement vite ; de la même façon, les évolutions techniques et scientifiques vont tellement vite que les outils ne marchent plus quand arrive une nouvelle génération de systèmes d'exploitation, de protocoles de réseaux, etc. Cette situation rend presque impossible tout impact réel sur la pratique de l'éducation et de l'apprentissage. Les normes peuvent créer une certaine stabilité qui permettrait de commencer un développement incrémental plutôt que de devoir re-développer systématiquement les mêmes fonctionnalités.

Pour illustrer le fait que ce besoin est également présent dans le monde de la formation industrielle, il faut réaliser qu'un avion a une durée de « vie active » d'environ 30 ans. On peut imaginer qu'il n'est pas évident d'utiliser les matériaux d'entraînement pour les techniciens de maintenance, 20 ans après que ce matériel ait été livré avec l'avion – essayez simplement de vous imaginer le contexte

technologique des années 80... Apparemment, ce n'est pas un hasard si la normalisation dans ce domaine a vraiment commencé avec les initiatives de l'AICC (« Aviation Industry CBT Committee »). Enfin, il faut aussi remarquer qu'une norme n'impose pas une implémentation. Du point de vue des organisations commerciales, elle crée plutôt une opportunité de compétition. Du point de vue des organisations orientées vers l'« open source », la normalisation rend possible la collaboration à grande échelle. En fait, une norme crée un contexte où l'on se met d'accord sur certains principes, pour pouvoir collaborer (ou faire concurrence) sans que cela mène au chaos complet où règne le droit du plus fort...

NORMALISATION DES MÉTADONNÉES PÉDAGOGIQUES

Dans le domaine des technologies éducatives, les travaux de normalisation les plus avancés concernent les métadonnées pédagogiques. Le but principal de cette normalisation est de faciliter la réutilisation, la production des documents pédagogiques numériques étant difficile et laborieuse (Duval *et al.*, 2001).

Ces travaux de normalisation concernent plus précisément le schéma, c'est à dire la structure des champs décrivant un document pédagogique, ainsi que leurs définitions et leurs domaines (les valeurs possibles en termes de vocabulaires, taxonomies, classifications et ontologies).

Ce schéma est défini dans la norme « Learning Object Metadata » ou LOM. Elle est basée sur le travail initial du projet ARIADNE (devenu depuis Fondation ARIADNE), qui avait proposé dès 1995 une recommandation pour des métadonnées pédagogiques. L'année suivante, des outils d'indexation et de stockage (le Knowledge Pool ou « vivier de connaissances ») avaient été développés, puis les premières expérimentations avaient été menées afin de tester le partage et la réutilisation des documents pédagogiques (Duval *et al.*, 2001).

En 1997, le consortium américain « Instructional Management Systems » (IMS) et ARIADNE ont conclu un « Memorandum of Understanding » afin de collaborer, entre autres, au développement des métadonnées. Un premier résultat a consisté en 1998 en une proposition commune soumise à l'IEEE « Learning Technologies Standardization Committee », la plus ancienne organisation de normalisation dans le domaine des technologies éducatives.

En 1999, une organisation Européenne, le « Learning Technologies Workshop » a été créée au sein du Centre Européen de Normalisation (CEN). Entre-temps, l'organisation « Advanced Distributed Learning » (ADL), issue de l'armée américaine, avait adopté LOM comme spécification de référence pour les métadonnées éducatives, ce qui a fini, en 2000, par rendre LOM plus ou moins incontournable pour les compagnies commerciales, telles que SUN, Microsoft, mais aussi Netg, KnowledgePlanet, etc.

Finalement, en avril 2001, c'est à dire 6 ans après le travail initial d'ARIADNE, l'adoption de LOM est effective : une trentaine d'experts votent sur l'acceptation finale de cette spécification en tant que norme internationale. Cette période peut paraître assez longue... et elle a certainement parfois paru très longue à ceux qui s'en sont occupés. Toutefois il faut beaucoup de temps pour arriver à un

consensus dans un processus ouvert où tout un chacun peut participer, contribuer et critiquer... Il faut donc que la spécification atteigne une certaine maturité, étant entendu que la norme devrait devenir un des fondements de l'infrastructure mondiale pour les 5 à 15 ans qui viennent – bien que l'on discute déjà d'une 'version 2' plus sophistiquée gardant la compatibilité avec le LOM v1.0.

Le schéma LOM

Si l'on examine un peu plus en détail le schéma LOM, les différents éléments sont regroupés en neuf catégories :

- La catégorie *Général* : dans cette catégorie, on trouve des éléments relatifs à la description du document pédagogique proprement dit, tels que le titre, la langue du document, une description et des mots clefs, le niveau de granularité (média, leçon, cours, curriculum) ;
- La catégorie *Cycle de vie* : contient des informations sur l'historique, l'état actuel du document et les différentes contributions effectuées ;
- La catégorie *Méta-métadonnées* : on retrouve dans cette catégorie des éléments portant sur les caractéristiques de la description et non sur celles du document lui-même. Font partie de cette catégorie :
 - une entrée unique correspondant au système d'identification (comme ARIADNE, URL, etc.),
 - la langue de la description,
 - les contributions, y compris les entités (personnes, organisations) ayant contribué et la date de leur contribution (un type spécifique de contribution étant la validation) ;
- La catégorie *Technique* : Afin de faciliter l'utilisation d'un document dans un contexte pédagogique, un certain nombre d'éléments permet d'en décrire les caractéristiques techniques :
 - le format : type MIME,
 - la taille du fichier,
 - l'emplacement du document en vue de son téléchargement,
 - les contraintes techniques d'utilisation telles que la version du navigateur ou du système d'exploitation,
 - des informations complémentaires sur l'installation ;
- La catégorie *Pédagogique* : Le schéma « Learning Objects Metadata » contient bien évidemment un nombre important d'informations de nature pédagogique telles que :
 - le type d'interactivité : on fait la distinction entre documents expositifs (où l'apprenant lit, écoute ou regarde, d'une façon plutôt passive) et actifs (où l'apprenant s'engage activement comme avec une simulation),
 - le type de document (exercice, simulation, questionnaire à choix multiples, etc.),

- le niveau d’interactivité,
- la densité sémantique,
- le rôle de l'utilisateur de la ressource (professeur, auteur, apprenant ou administrateur),
- le contexte pédagogique (depuis l'éducation primaire jusqu'au niveau postgrade),
- le niveau de difficulté,
- la durée pédagogique (le temps dont a besoin un apprenant typique),
- les droits d'utilisation décrivent les conditions sous lesquelles l'usage du document est autorisé. Il faut noter que cette catégorie est assez minimaliste, le LOM n'ayant pas vraiment pour but de faciliter le « e-commerce ». L'idée est plutôt ici de s'appuyer sur des normes complémentaires dans ce domaine, comme celles en cours de développement dans des organisations comme INDECS et autres. Pour le moment, cette catégorie indique si le document est disponible de façon libre et s'il existe des restrictions liées au copyright ;
- La catégorie *Relations* : il est parfois bien utile de décrire les relations existant entre le document courant et d'autres documents liés. Cette catégorie contient un ensemble d'informations permettant d'identifier les documents liés et la nature de ces relations ;
- La catégorie *Annotations* : cette catégorie peut être utilisée pour ajouter des commentaires sur l'utilisation pédagogique du document, en précisant l'origine et la date de ces commentaires ;
- La catégorie *Classifications* : cette dernière catégorie, essentielle pour proposer un schéma ouvert, permet d'indiquer où se place le document dans une classification donnée. Dans l'exemple d'ARIADNE, on utilise cette catégorie pour placer le document dans une classification sémantique dynamique, en indiquant la discipline et les concepts présentés dans le document. Grâce à ces classifications, on peut réaliser l'interopérabilité sémantique (Forte *et al.*, 1999).

Il est important de noter que de nombreux éléments peuvent recevoir plusieurs valeurs (tout comme certaines catégories). Par exemple, en utilisant plusieurs classifications, on pourra préciser où se place le document dans différentes taxonomies sémantiques, telles que *Universal Decimal Classification*, *Dewey Decimal Classification*, etc.

Par ailleurs, un des buts explicites du LOM est de faciliter le multilinguisme, aussi bien au sein des documents que dans leur description. A chaque fois que l'on doit saisir des textes libres (plutôt que de sélectionner des valeurs d'un vocabulaire prédéfini), la notion de « *LangString* » proposée par le schéma permet de définir un texte en différentes langues. Une indication précise la langue utilisée ainsi que son éventuelle variante géographique, comme par exemple *fr-fr* et *fr-ca* pour « français pratiqué en France » et « français pratiqué au Canada ».

NORMALISATION DES TECHNOLOGIES ÉDUCATIVES

Organisations accréditées

Dans le domaine des technologies éducatives, seules trois organisations sont accréditées pour le développement des normes.

1. *IEEE Learning Technologies Standardization Committee (LTSC)* : cette organisation, qui a été la première à se consacrer au domaine dès 1996, propose quatre réunions ouvertes par an. Dominée à l'origine par les États-Unis, elle se réunit régulièrement en Europe depuis 1998. Ce comité regroupe une quinzaine de groupes de travail, dont celui du LOM qui est le plus avancé à l'heure actuelle.
2. *CEN/CENELEC Learning Technologies Workshop (LTWS)* : le but de ce comité créé en 1999 est de favoriser une organisation cohérente au niveau européen, afin de pouvoir collaborer à égalité avec les autres parties du monde, et de défendre la richesse culturelle de l'Europe, y compris sa diversité linguistique. En ce qui concerne le LOM, les travaux se concentrent sur l'interopérabilité sémantique (vocabulaires, taxonomies, classifications et ontologies), la disponibilité de versions dans une autre langue, l'internationalisation et la localisation (traduction). D'autres groupes d'experts travaillent sur des sujets tels que la description des **capabilités** linguistiques ou la modélisation pédagogique (Educational Markup Language)
3. *ISO/IEC JTC1 SC36* : dépendant de l'ISO et donc d'envergure mondiale, ce comité créé en 1999 est organisé de façon plus stricte que le LTSC ou le LTWS. Ses participants représentent des pays ou des organisations accréditées telles que la LTSC ou la LTWS. Les travaux de ce comité sont actuellement moins avancés que ceux des deux autres, l'idée étant plutôt de faire progresser les normes établies par la LTSC ou LTWS au niveau global.

Consortia

Dans le travail de normalisation, les consortia occupent un rôle extrêmement important. Tout d'abord dans la phase préparatoire où ces organisations réalisent le développement initial d'une spécification. Elles peuvent ensuite développer des outils permettant d'expérimenter de façon pratique ces spécifications. Quand la spécification a fait preuve d'une maturité et d'une viabilité suffisantes, elle peut être proposée au sein d'une organisation accréditée telle que la LTSC ou LTWS.

Une fois la spécification devenue norme (ce qui implique presque toujours qu'elle soit modifiée et élargie), il est courant que les consortia définissent des « profils d'application ». Ces profils leur permettent d'adapter la norme aux besoins de leur communauté, tout en respectant les contraintes définies dans la norme afin de conserver l'interopérabilité avec les autres communautés.

Dans le cas de LOM, basé sur une spécification commune d'ARIADNE et IMS, on constate aujourd'hui que ces deux organisations, mais aussi d'autres comme ADL ont défini leurs propres profils d'application. Ceci a typiquement pour conséquence de rendre certains éléments obligatoires, de restreindre les vocabulaires, ou

encore d'imposer des vocabulaires pour des éléments pour lesquels il était impossible d'établir un consensus global au sein du LTSC (Duval, 2001).

CONCLUSION

Il paraît aujourd'hui assez certain que la normalisation des technologies éducatives progresse – même si cela ne se passe pas toujours à la vitesse que l'on pourrait souhaiter. Comme nous l'avons vu dans cet article, la normalisation des métadonnées éducatives est déjà en route, ainsi que sa mise en œuvre pratique au sein d'outils et de produits. Cette évolution devrait déboucher sur une interopérabilité approfondie aussi bien sur le plan technique qu'à un certain niveau sur le plan sémantique.

Néanmoins, il reste beaucoup à faire et de nombreuses questions importantes restent ouvertes. Tout d'abord, il existe un besoin énorme d'informer la communauté concernée : les développeurs d'outils, les décideurs, les auteurs de contenu, les chercheurs, les enseignants, les apprenants, etc. Dans ce contexte, il est très important de bien gérer les attentes : il faut éviter de créer des attentes que l'on ne pourra jamais satisfaire – souvenez-vous des promesses qui avaient été faites lors du développement dans les années 80 des systèmes tutoriels intelligents...

Sur un plan plus général, il faut se demander ce qu'il faut normaliser exactement, et dans quel ordre. Évidemment, ceci soulève des questions qui ne sont pas uniquement techniques, mais qui comportent également des aspects politiques, légaux, pédagogiques, etc.

En ce qui concerne le partage et la réutilisation des documents éducatifs numériques, il paraît clair que les métadonnées faciliteront l'identification et le téléchargement de documents pertinents. Mais d'autres problèmes resteront à régler. Par exemple, il nous faut plus de recherche sur le thème de la conception pour la réutilisation et l'interopérabilité (« design for reuse »), l'idée principale étant peut-être de faciliter la réutilisation en suggérant certaines prescriptions (du genre « couvrez un sujet bien spécifique pour chaque document », « évitez de référer directement à autres documents », etc.). Un autre problème en lien avec le précédent concerne l'interface utilisateur, qui risque de devenir trop hétérogène à force de mélanger des documents de sources différentes. Une approche possible consiste à séparer plus strictement le contenu et la présentation, ce qui permet d'adapter la présentation au contexte. Certaines nouvelles technologies (XML, XSL-T, CSS, etc.) pourraient faciliter cette approche.

Pour terminer, il faudrait se poser la question du but de la normalisation. Est-ce pour augmenter la flexibilité des outils et des produits, ou pour faciliter la collaboration entre les partenaires, y compris entre l'industrie et le monde académique, ou pour commercialiser ou industrialiser l'éducation ? Voilà des questions assez importantes. Je vous invite à y réfléchir et à participer à la discussion !

RÉFÉRENCES

ADL : <http://www.adlnet.org/>

ARIADNE : <http://www.ariadne-eu.org/>

CEN/CENELEC LTWS : <http://www.cenorm.be/iss/Workshop/LT/Default.htm>

IEEE LTSC : <http://ltsc.ieee.org/>

IMS : <http://www.imsproject.org/>

BIBLIOGRAPHIE

Berners-Lee T. (1999). *Weaving the Web The Original Design and Ultimate Destiny of the World Wide Web by its Inventor*.

Collis B. (2001). *Linking Organizational Knowledge and Learning*, Proceedings of ED-Media 2001: World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications, June 25-30, 2001, Tampere, Finland, p. 311-316.

Duval E. *et al.* (2001). *The ARIADNE Knowledge Pool System*, Communications of the ACM, May 2001, vol. 44, n° 5, p. 73-78.
<http://www.acm.org/pubs/citations/journals/cacm/2001-44-5/p72-duval/>

Duval E. (2001). *Standardized Metadata for Education: a Status Report*, Proceedings of ED-Media 2001: World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications, June 25-30, 2001, Tampere, Finland, p. 458-463.

Forte E. *et al.*, (1999). *Semantic and Pedagogic Interoperability Mechanisms in the Ariadne Educational Repository*, ACM SIGMOD Record, vol. 28, n° 1, p. 20-25.

Paepcke A. *et al.* (1998). *Interoperability for Digital Libraries Worldwide*. Communications of the ACM, April 1998, vol. 41, n° 4, p. 33-42.