

Interopérabilité

Hazaël JONES

Master 1 - 2007/2008



- Me contacter : hazael.jones@univ-st-etienne.fr
- Bureau 63 au laboratoire Hubert Curien

Contenu du cours

- 29 heures de CM/TP
- Interopérabilité : une vue globale
- CORBA : une approche concrète de l'interopérabilité (CM + TP)

Evaluation

- Premier TP assez guidé pour cerner le fonctionnement de CORBA
- Evaluation sur un projet libre utilisant CORBA :
 - Tout seul ou en binôme
 - Faire un petit rapport (10 pages max)
 - Présentation sur ordinateur à la dernière séance.
 - Objectif : faire l'ensemble du projet en TP

Préambule

Introduction

Normes

Interopérabilité

Domaines concernés

Différents aspects

Réseaux et langues

Bureautique

Multimédia

Courriel

Web

Systèmes de fichiers

Cadres d'interopérabilité

Conclusion

Plan de l'exposé

1 Préambule

2 Introduction

3 Normes

4 Interopérabilité

5 Conclusion

Préambule

Introduction

Normes

Interopérabilité

Domaines concernés

Différents aspects

Réseaux et langues

Bureautique

Multimédia

Courriel

Web

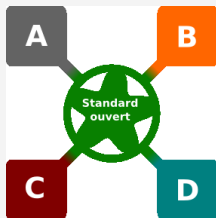
Systèmes de fichiers

Cadres d'interopérabilité

Conclusion

Interopérabilité

Capacité à rendre compatibles des systèmes quelconques. L'interopérabilité nécessite que les informations nécessaires à sa mise en œuvre soient disponibles sous la forme de standards ouverts.



Préambule

Introduction

Normes

Interopérabilité

Domaines concernés

Différents aspects

Réseaux et langues

Bureautique

Multimédia

Courriel

Web

Systèmes de fichiers

Cadres d'interopérabilité

Conclusion

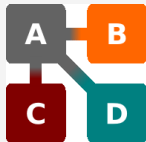
Compatibilité

Capacité de deux systèmes à communiquer sans ambiguïté



Standard de fait

Lorsqu'un acteur devient dominant dans un domaine, les autres acteurs font en sorte d'être compatibles avec lui.



Préambule

Introduction

Normes

Interopérabilité

Domaines concernés

Différents aspects

Réseaux et langues

Bureautique

Multimédia

Courriel

Web

Systèmes de fichiers

Cadres d'interopérabilité

Conclusion

Quelques définitions

- **Format de données** : manière utilisée en informatique pour représenter et stocker des données. C'est une convention utilisée pour représenter des données, soit des informations représentant un texte, une image, un son, un fichier exécutable, etc.
- **Format ouvert (ou spécification ouverte)** : format de données dont les spécifications techniques sont publiques et sans restriction d'accès ni de mise en œuvre, par opposition à un format fermé.

Type de format	Ouvert	Fermé
Image		
Son		
Vidéo		
Bureautique		
Compression et archi- vage		
Divers		

[Préambule](#)[Introduction](#)[Normes](#)[Interopérabilité](#)[Domaines concernés](#)[Différents aspects](#)[Réseaux et langues](#)[Bureautique](#)[Multimédia](#)[Courriel](#)[Web](#)[Systèmes de fichiers](#)[Cadres d'interopérabilité](#)[Conclusion](#)

Quelques définitions

- **Format de données** : manière utilisée en informatique pour représenter et stocker des données. C'est une convention utilisée pour représenter des données, soit des informations représentant un texte, une image, un son, un fichier exécutable, etc.
- **Format ouvert (ou spécification ouverte)** : format de données dont les spécifications techniques sont publiques et sans restriction d'accès ni de mise en œuvre, par opposition à un format fermé.

Préambule

Introduction

Normes

Interopérabilité

Domaines concernés

Différents aspects

Réseaux et langues

Bureautique

Multimédia

Courriel

Web

Systèmes de fichiers

Cadres d'interopérabilité

Conclusion

Type de format	Ouvert	Fermé
Image	.gif, .bmp, .png, .jpg	.dwg (dessin industriel), .wmf, .jp2
Son		
Vidéo		
Bureautique		
Compression et archi- vage		
Divers		

Quelques définitions

- **Format de données** : manière utilisée en informatique pour représenter et stocker des données. C'est une convention utilisée pour représenter des données, soit des informations représentant un texte, une image, un son, un fichier exécutable, etc.
- **Format ouvert (ou spécification ouverte)** : format de données dont les spécifications techniques sont publiques et sans restriction d'accès ni de mise en œuvre, par opposition à un format fermé.

Préambule

Introduction

Normes

Interopérabilité

Domaines concernés

Différents aspects

Réseaux et langues

Bureautique

Multimédia

Courriel

Web

Systèmes de fichiers

Cadres d'interopérabilité

Conclusion

Type de format	Ouvert	Fermé
Image	.gif, .bmp, .png, .jpg	.dwg (dessin industriel), .wmf, .jp2
Son	.ogg, .mpc	.wma, .ape, .mp3, .wav
Vidéo		
Bureautique		
Compression et archi- vage		
Divers		

Quelques définitions

- **Format de données** : manière utilisée en informatique pour représenter et stocker des données. C'est une convention utilisée pour représenter des données, soit des informations représentant un texte, une image, un son, un fichier exécutable, etc.
- **Format ouvert (ou spécification ouverte)** : format de données dont les spécifications techniques sont publiques et sans restriction d'accès ni de mise en œuvre, par opposition à un format fermé.

Type de format	Ouvert	Fermé
Image	.gif, .bmp, .png, .jpg	.dwg (dessin industriel), .wmf, .jp2
Son	.ogg, .mpc	.wma, .ape, .mp3, .wav
Vidéo	.mkv, .ogg, .avi	.swf (flash), .wmv, .avi
Bureautique		
Compression et archi- vage		
Divers		

Préambule

Introduction

Normes

Interopérabilité

Domaines concernés

Différents aspects

Réseaux et langues

Bureautique

Multimédia

Courriel

Web

Systèmes de fichiers

Cadres d'interopérabilité

Conclusion

Quelques définitions

- **Format de données** : manière utilisée en informatique pour représenter et stocker des données. C'est une convention utilisée pour représenter des données, soit des informations représentant un texte, une image, un son, un fichier exécutable, etc.
- **Format ouvert (ou spécification ouverte)** : format de données dont les spécifications techniques sont publiques et sans restriction d'accès ni de mise en œuvre, par opposition à un format fermé.

Préambule

Introduction

Normes

Interopérabilité

Domaines concernés

Différents aspects

Réseaux et langues

Bureautique

Multimédia

Courriel

Web

Systèmes de fichiers

Cadres d'interopérabilité

Conclusion

Type de format	Ouvert	Fermé
Image	.gif, .bmp, .png, .jpg	.dwg (dessin industriel), .wmf, .jp2
Son	.ogg, .mpc	.wma, .ape, .mp3, .wav
Vidéo	.mkv, .ogg, .avi	.swf (flash), .wmv, .avi
Bureautique	.odb, .sxc, .ods, .odp, .txt	.doc, .xls, .ppt
Compression et archi- vage		
Divers		

Quelques définitions

- **Format de données** : manière utilisée en informatique pour représenter et stocker des données. C'est une convention utilisée pour représenter des données, soit des informations représentant un texte, une image, un son, un fichier exécutable, etc.
- **Format ouvert (ou spécification ouverte)** : format de données dont les spécifications techniques sont publiques et sans restriction d'accès ni de mise en œuvre, par opposition à un format fermé.

Préambule

Introduction

Normes

Interopérabilité

Domaines concernés

Différents aspects

Réseaux et langues

Bureautique

Multimédia

Courriel

Web

Systèmes de fichiers

Cadres d'interopérabilité

Conclusion

Type de format	Ouvert	Fermé
Image	.gif, .bmp, .png, .jpg	.dwg (dessin industriel), .wmf, .jp2
Son	.ogg, .mpc	.wma, .ape, .mp3, .wav
Vidéo	.mkv, .ogg, .avi	.swf (flash), .wmv, .avi
Bureautique	.odb, .sxc, .ods, .odp, .txt	.doc, .xls, .ppt
Compression et archi- vage	.tar, .gzip, .7z	.rar, .zip, .ace
Divers		

Quelques définitions

- **Format de données** : manière utilisée en informatique pour représenter et stocker des données. C'est une convention utilisée pour représenter des données, soit des informations représentant un texte, une image, un son, un fichier exécutable, etc.
- **Format ouvert (ou spécification ouverte)** : format de données dont les spécifications techniques sont publiques et sans restriction d'accès ni de mise en œuvre, par opposition à un format fermé.

Type de format	Ouvert	Fermé
Image	.gif, .bmp, .png, .jpg	.dwg (dessin industriel), .wmf, .jp2
Son	.ogg, .mpc	.wma, .ape, .mp3, .wav
Vidéo	.mkv, .ogg, .avi	.swf (flash), .wmv, .avi
Bureautique	.odb, .sxc, .ods, .odp, .txt	.doc, .xls, .ppt
Compression et archivage	.tar, .gzip, .7z	.rar, .zip, .ace
Divers	.elf, .html, .css	.exe, NTFS (format des partitions windows)

Préambule

Introduction

Normes

Interopérabilité

Domaines concernés

Différents aspects

Réseaux et langues

Bureautique

Multimédia

Courriel

Web

Systèmes de fichiers

Cadres d'interopérabilité

Conclusion

Plan de l'exposé

1 Préambule

2 Introduction

3 Normes

4 Interopérabilité

5 Conclusion

Préambule

Introduction

Normes

Interopérabilité

Domaines concernés

Différents aspects

Réseaux et langues

Bureautique

Multimédia

Courriel

Web

Systèmes de fichiers

Cadres d'interopérabilité

Conclusion

Enjeux

- **Internet et télécommunications** : matériels divers et variés, réseaux hétérogènes, panoplie très vaste de matériels informatiques et de logiciels.
- **Enjeu économique** : communications informatiques dans tous les domaines d'activités
- **Exemples** :
 - Commerce électronique (interopérabilité nécessaire entre le demandeur de services et le fournisseur de services)
 - échanges d'information entre entreprises
 - Bug de l'an 2000 : 300 à 600 milliards pour traiter le problème dans les grands secteurs de services essentiels (eau, électricité, transports aériens, services financiers, fonctions de gouvernement . . .)

⇒ Actuellement, les systèmes informatiques mondiaux sont interdépendants : nécessité d'interopérabilité

[Préambule](#)[Introduction](#)[Normes](#)[Interopérabilité](#)[Domaines concernés](#)[Différents aspects](#)[Réseaux et langues](#)[Bureautique](#)[Multimédia](#)[Courriel](#)[Web](#)[Systèmes de fichiers](#)[Cadres d'interopérabilité](#)[Conclusion](#)

Plan de l'exposé

1 Préambule

2 Introduction

3 Normes

4 Interopérabilité

5 Conclusion

Préambule

Introduction

Normes

Interopérabilité

Domaines concernés

Différents aspects

Réseaux et langues

Bureautique

Multimédia

Courriel

Web

Systèmes de fichiers

Cadres d'interopérabilité

Conclusion

Définition

Norme : Ensemble détaillé de prescriptions techniques destinées à établir une certaine uniformité dans un domaine de développement de matériel ou de logiciel.

Informatique et Normes

- Monde informatique : plus grand créateur de norme malgré sa courte histoire
- Beaucoup d'organismes de normalisation : AFNOR, ANSI, ISO, W3C, ECMA, ISOC, CCITT ...
- Si une norme est bien écrite, deux systèmes satisfaisant les exigences de la norme doivent pouvoir communiquer ensemble
- Norme $\neq$ standard : un standard peut être défini par une entreprise privée.
- Si le standard a du succès, il peut devenir une norme (postscript)

[Préambule](#)[Introduction](#)[Normes](#)[Interopérabilité](#)[Domaines concernés](#)[Différents aspects](#)[Réseaux et langues](#)[Bureautique](#)[Multimédia](#)[Courriel](#)[Web](#)[Systèmes de fichiers](#)[Cadres d'interopérabilité](#)[Conclusion](#)

Les normes ouvertes et standards communautaires

- Processus de rédaction des normes collaboratif (par la communauté concernée en général)
- Publication ouverte $\Rightarrow$ possibilité d'étudier ces documents et de tenter de développer un système conforme à ces standards
- Organismes : IETF, W3C, ISOC, OASIS, Unicode
- Réunion de consortium privé à but non lucratif
- Exemples de standards ouverts : XML, XHTML, PNG, Ogg Vorbis

Préambule

Introduction

Normes

Interopérabilité

Domaines concernés

Différents aspects

Réseaux et langues

Bureautique

Multimédia

Courriel

Web

Systèmes de fichiers

Cadres d'interopérabilité

Conclusion

Les formats fermés et propriétaires

- Fermeture volontaire obligeant l'utilisateur à utiliser un logiciel précis pour lire ses données
⇒ Frein majeur à l'interopérabilité !
 - Comment être interopérable malgré tout ?
 - obtenir les spécifications du format auprès du concepteur
 - faire de la rétro-ingénierie afin de reconstituer les spécifications (exemple : lecture des .doc par openoffice)
 - Lois à l'étude pour encadrer ce genre de pratique nuisant à la concurrence
 - D'autres exemples :
 - ICQ,
 - Yahoo! Messenger,
 - MSN Messenger
- ⇒ non compatibles et maintenus non-interopérables

[Préambule](#)[Introduction](#)[Normes](#)[Interopérabilité](#)[Domaines concernés](#)[Différents aspects](#)[Réseaux et langues](#)[Bureautique](#)[Multimédia](#)[Courriel](#)[Web](#)[Systèmes de fichiers](#)[Cadres d'interopérabilité](#)[Conclusion](#)

Les normes à distribution restreinte

- spécifications payantes
- accessibles souvent via un unique paiement permettant d'en obtenir une copie (non librement échangeable)
- des standards peuvent devenir des normes de par leur utilisation (rar, pdf, java, flash, etc)
- dans certains pays (états-unis et japon), utilisation de normes avec redevance (MP3, MPEG4 : décodage utilisation libre, mais production soumis à licence)
- Limitation des droits nécessaire pour que le standard devienne une norme

Préambule

Introduction

Normes

Interopérabilité

Domaines concernés

Différents aspects

Réseaux et langues

Bureautique

Multimédia

Courriel

Web

Systèmes de fichiers

Cadres d'interopérabilité

Conclusion

Plan de l'exposé

1 Préambule

2 Introduction

3 Normes

4 Interopérabilité

5 Conclusion

Préambule

Introduction

Normes

Interopérabilité

Domaines concernés

Différents aspects

Réseaux et langues

Bureautique

Multimédia

Courriel

Web

Systèmes de fichiers

Cadres d'interopérabilité

Conclusion

Complexité de l'interopérabilité en informatique

- Contradictions :
 - intérêts commerciaux d'entreprises fournissant produits et services
 - exigences nouvelles des consommateurs de ces produits et services
 - Enjeux économiques très importants :
 - Exemple Suite microsoft office :
 - Produits compatibles entre eux (une interopérabilité serait possible)
 - Mais pas d'interopérabilité pour nuire à la concurrence (OpenOffice), pour protéger leur format
 - En contradiction avec le besoin du public d'avoir plus d'interopérabilité
- ⇒ Interopérabilité : rôle majeur dans l'évolution de l'informatique ces prochaines années

[Préambule](#)[Introduction](#)[Normes](#)[Interopérabilité](#)[Domaines concernés](#)[Différents aspects](#)[Réseaux et langues](#)[Bureautique](#)[Multimédia](#)[Courriel](#)[Web](#)[Systèmes de fichiers](#)[Cadres d'interopérabilité](#)[Conclusion](#)

Domaines concernés

Tous les domaines sont concernés

- Cohérence des données nécessaire $\Rightarrow$ les données de référence (utilisées par plusieurs applications) pilotent l'interopérabilité
- Différents types de données :
 - Données structurées (Base de données)
 - Données non structurées (fichier texte, images, ...)
- XML : utilisation de métadonnées permettant d'accéder à l'ensemble des ressources du Web (W3C en 1999)

Métadonnée

- Définition : donnée servant à définir ou décrire une autre donnée quel que soit son support
- Le balisage facilite les recherches d'information
- Enregistrement dans un registre de données
 $\Rightarrow$ Communication possible entre données classiques et base de données

[Préambule](#)[Introduction](#)[Normes](#)[Interopérabilité](#)[Domaines concernés](#)[Différents aspects](#)[Réseaux et langues](#)[Bureautique](#)[Multimédia](#)[Courriel](#)[Web](#)[Systèmes de fichiers](#)[Cadres d'interopérabilité](#)[Conclusion](#)

Interopérabilité entre réseaux et bases de données

- Critères temporels
- Norme X733 : normalisation du point de vue des télécoms
- Compatibilité de la sémantique des données

Interopérabilité multilingue

- Différentes langues $\Rightarrow$ différents encodages (accents, cédille, tilde, ...)
- Unicode : accepté par la plupart des navigateurs depuis 1998
 - à chaque caractère, un code unique et internationale
 - Format de codage des métadonnées : UTF-8

Préambule

Introduction

Normes

Interopérabilité

Domaines concernés

Différents aspects

Réseaux et langues

Bureautique

Multimédia

Courriel

Web

Systèmes de fichiers

Cadres d'interopérabilité

Conclusion

Interopérabilité en bureautique

- Historique : échange de document non garanti (un logiciel pour un format)
- Récemment, deux systèmes d'échange de fichier bureautique ont été créés :
 - OpenDocument (norme)
 - OpenXML (standard) : pour le moment, statut de norme refusé (erreurs techniques) mais processus en cours
- Cependant, beaucoup de documents circulent au format Word dans le secteur privé (et encore un peu dans le public) ⇒ problèmes :
 - Achat contraint de la bonne version de Word et de Windows
 - Piratage
 - En utilisant OpenOffice (compatibilité approximative)

[Préambule](#)[Introduction](#)[Normes](#)[Interopérabilité](#)[Domaines concernés](#)[Différents aspects](#)[Réseaux et langues](#)[Bureautique](#)[Multimédia](#)[Courriel](#)[Web](#)[Systèmes de fichiers](#)[Cadres d'interopérabilité](#)[Conclusion](#)

Interopérabilité en multimédia

- La plupart des formats sont bien connus et utilisés par des logiciels libres
- Cependant, formats empêchant l'interopérabilité :
 - wmv de Microsoft $\Rightarrow$ difficultés sous Linux
 - DRM (Digital Right Management) $\Rightarrow$ restrictions sur :
 - Zones DVD
 - Matériel concurrent impossible (Itunes)
 - Désactivation de l'avance rapide sur les passages publicitaires d'un DVD
 - Passage d'un appareil à l'autre (copie) $\Rightarrow$ Constat : peu efficace (piratable facilement) et très contraignant pour l'utilisateur
- Recommandation W3C : SMIL 2.0

[Préambule](#)[Introduction](#)[Normes](#)[Interopérabilité](#)[Domaines concernés](#)[Différents aspects](#)[Réseaux et langues](#)[Bureautique](#)[Multimédia](#)[Courriel](#)[Web](#)[Systèmes de fichiers](#)[Cadres d'interopérabilité](#)[Conclusion](#)

Interopérabilité du courriel

- Différents clients de messagerie utilisable (Thunderbird, Outlook, KMail, messageries en ligne)
- Deux types d'interopérabilité nécessaire :
 - Sur les protocoles (Pop, IMAP)
 - Sur les données (texte simple, html, images, ...)
- RFC (Request For Comment) :
 - Série de documents et normes concernant l'Internet, commencées en 1969 (50 - 200 pages assez techniques)
 - disponibles en ligne
 - Exemples de RFC (pop : RFC 1939, imap : RFC 3501, ...)

[Préambule](#)[Introduction](#)[Normes](#)[Interopérabilité](#)[Domaines concernés](#)[Différents aspects](#)[Réseaux et langues](#)[Bureautique](#)[Multimédia](#)[Courriel](#)[Web](#)[Systèmes de fichiers](#)[Cadres d'interopérabilité](#)[Conclusion](#)

Interopérabilité du web

- Particularité du web : emploi de langages de balisage (HTML, XHTML et XML) et de métadonnées
- RDF :
 - Ressource Description Framework (en 1999 par le W3C)
 - Cadre de description des ressources à la base de l'interopérabilité
- Différents navigateurs et différentes versions (Firefox, Microsoft Internet Explorer, Opera, ...)
- Norme html et standards (http, svg, jpeg, ...)
- RFC (Request For Comment) :
 - Exemples : (http : RFC 1945 et 2616, ftp : RFC 4217, ipv6 : RFC 2460, ...)

[Préambule](#)[Introduction](#)[Normes](#)[Interopérabilité](#)[Domaines concernés](#)[Différents aspects](#)[Réseaux et langues](#)[Bureautique](#)[Multimédia](#)[Courriel](#)[Web](#)[Systèmes de fichiers](#)[Cadres d'interopérabilité](#)[Conclusion](#)

Interopérabilité du web

- Référentiel de métadonnées Dublin Core (Ohio) :
 - Standard d'interopérabilité des ressources informatiques (norme internationale)
 - Adoptés par certains pays pour la tenue de registres de métadonnées (États-Unis, Royaume-Uni, Australie, Canada, Danemark, Finlande, Irlande, Islande, Nouvelle-Zélande)
 - En France : essentiellement pour les bibliothèques
- Fonctions d'interopérabilité de Java :
 - Standard JMI (Java Metadata Interface),
 - Interfaces OLAP,
 - Services Web

[Préambule](#)[Introduction](#)[Normes](#)[Interopérabilité](#)[Domaines concernés](#)[Différents aspects](#)[Réseaux et langues](#)[Bureautique](#)[Multimédia](#)[Courriel](#)[Web](#)[Systèmes de fichiers](#)[Cadres d'interopérabilité](#)[Conclusion](#)

Interopérabilité des systèmes de fichiers

- FAT : développé initialement par IBM : utilisé par les disquettes, assez interopérable
- FAT32 : extension de FAT développé par Microsoft et soumis à des brevets, mais documentée et librement accessible.
- NTFS : développé par Microsoft et mal connue : difficulté d'interopérabilité
- Ext2, Ext3 : Unix, Linux, non utilisé par Windows
- ReiserFS : peu utilisé, mais assez efficace
- HFSX - HFS+ : Mac : interopérabilité avec Linux pour HFSX

Préambule

Introduction

Normes

Interopérabilité

Domaines concernés

Différents aspects

Réseaux et langues

Bureautique

Multimédia

Courriel

Web

Systèmes de fichiers

Cadres d'interopérabilité

Conclusion

Interopérabilité des systèmes de fichiers

- FAT : développé initialement par IBM : utilisé par les disquettes, assez interopérable
- **FAT32** : extension de FAT développé par Microsoft et soumis à des brevets, mais documentée et librement accessible.
- NTFS : développé par Microsoft et mal connue : difficulté d'interopérabilité
- Ext2, Ext3 : Unix, Linux, non utilisé par Windows
- ReiserFS : peu utilisé, mais assez efficace
- HFSX - HFS+ : Mac : interopérabilité avec Linux pour HFSX

Préambule

Introduction

Normes

Interopérabilité

Domaines concernés

Différents aspects

Réseaux et langues

Bureautique

Multimédia

Courriel

Web

Systèmes de fichiers

Cadres d'interopérabilité

Conclusion

Cadres d'interopérabilité

Définition

Ensemble de politiques, de standards, de règles et de recommandations pris par un réseau d'acteurs en vue d'atteindre le plus haut niveau d'interopérabilité possible.

Différents cadres

- Cadre mondial : Sommet mondial sur la Société de l'Information (WSIS) : utilisation de normes ouvertes recommandées
- Cadre européen : Utilisation de standards et normes ouvertes recommandées depuis 2006
- Cadres nationaux :
 - en France : RGI (référentiel général d'interopérabilité)
 - Organismes similaires dans d'autres pays

[Préambule](#)[Introduction](#)[Normes](#)[Interopérabilité](#)[Domaines concernés](#)[Différents aspects](#)[Réseaux et langues](#)[Bureautique](#)[Multimédia](#)[Courriel](#)[Web](#)[Systèmes de fichiers](#)[Cadres d'interopérabilité](#)[Conclusion](#)

Plan de l'exposé

1 Préambule

2 Introduction

3 Normes

4 Interopérabilité

5 Conclusion

Préambule

Introduction

Normes

Interopérabilité

Domaines concernés

Différents aspects

Réseaux et langues

Bureautique

Multimédia

Courriel

Web

Systèmes de fichiers

Cadres d'interopérabilité

Conclusion

Interopérabilité : un domaine très vaste

- Web,
- Programmation,
- Bureautique,
- Fichiers,
- Normes,
- Multimédia,
- Courriel
- Réseau $\Rightarrow$ Application répartie (CORBA)

Enjeux complexes

Enjeux économiques en contradiction avec l'interopérabilité
MAIS

Ce domaine risque d'évoluer rapidement... (pression forte des utilisateurs)

Préambule

Introduction

Normes

Interopérabilité

Domaines concernés

Différents aspects

Réseaux et langues

Bureautique

Multimédia

Courriel

Web

Systèmes de fichiers

Cadres d'interopérabilité

Conclusion