

RÉPUBLIQUE DU CAMEROUN

REPUBLIC OF CAMEROON

Peace – Work - Fatherland

UNIVERSITÉ DE DSCHANG
UNIVERSITY OF DSCHANG

BP 96, Dschang (Cameroun) –

Tél. /Fax (237) 233 45 13 81

Website: <http://www.univ-dschang.org>.

E-mail: udsrectorat@univ-dschang.org



FACULTE DES SCIENCES

FACULTY OF SCIENCES

Département de Mathématique
/Informatique

Département of Mathematics / Computer
Sciences

BP 67, Dschang – Tél: (237) 633451735

Thème d'exposé de Réseaux : **Architecture P2P (*Peer-ro-peer*)**

Rédigé et présenté par :

AYAGNIGNI MFOCHIVE Abdel Aziz

MELACHIO KOUGANG Calixte Cliver

NOUMBISSI MALANOU Patrick Florian

YOMEN NGONTHE Vaillant

YOUBI OUAMBO Michel Aimé

Sous la supervision de : **Dr. FUTE**

Année Académique : 2018-2019



TABLEAU RECAPITULATIF DE TRAVAIL



Jours / Noms	AYAGNIGNI MFOCHIVE Abdel Aziz	MELACHIO KOUANG Calixte Cliver	NOUMBISSI MALANOU Patrick Florian	YOMEN NGONTHE Vaillant	YOUBI OUAMBO Michel Aimé
Samedi 27/10/2018 Thème : C'est quoi le Peer to Peer Durée : 17h-18h	P	P	P	P	P
Mercredi 31/10/2018 Thème : Généralités sur Peer to Peer Durée : 8h-12h	P	P	P	P	P
Dimanche 04/11/2018 Thème : Caractéristiques et architecture du Peer to Peer Durée : 13h30-16h30	P	P	P	P	P
Mardi 06/10/2018 Thème : Bilan, Conclusion et implémentation Durée : 17h-18h	P	P	P	P	P
Jeudi 08/11/2018 Thème : Mise au point et impression Durée : 17h-18h	P	P	P	P	P

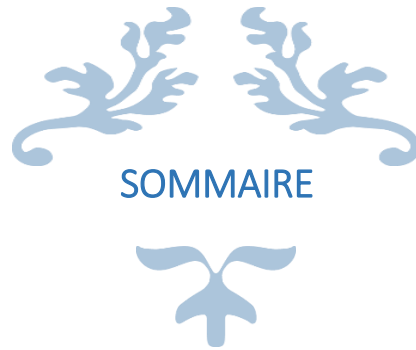


TABLEAU RECAPITULATIF DE TRAVAIL	1
SOMMAIRE	2
LISTE DES FIGURES.....	3
INTRODUCTION.....	4
PEER-TO-PEER	5
I- Définition	5
II- Evolution	5
III- Caractéristiques et Principe de fonctionnement	6
III.1- Caractéristiques.....	6
III.2- Principe de fonctionnement	6
IV- Avantages et Inconvénients	10
IV.1- Avantages	10
IV.2- Inconvénients	11
V- Applications.....	12
VI- Logiciels Peer-to-Peer	12
VI.1- Quelques réseaux P2P et leurs clients	12
VI.2- Mise en pratique des notions acquises.....	14
CONCLUSION.....	15
BIBLIOGRAPHIE	16



<i>Figure 1 : P2P centralisé.....</i>	<i>7</i>
<i>Figure 2 : P2P décentralisé.....</i>	<i>8</i>
<i>Figure 3 : Création de l'annuaire.....</i>	<i>9</i>



Dans les années 1960, les premiers réseaux informatiques furent mis sur pied avec une portée limitée à quelques dizaines de mètres et servaient à la communication entre les ordinateurs et les périphériques. Un réseau informatique est donc un ensemble d'équipements reliés entre eux pour échanger des informations ; selon les spécifications de tout un chacun, il en existe un nombre assez considérable de types de réseaux informatiques et peuvent être catégorisé : en termes d'étendue (PAN, CAN, LAN, MAN...), par topologie de réseau (Réseau en étoile, en anneau, en bus...) et par relation fonctionnelle entre les composants (Client-serveur, Architecture multi-tiers, Peer-to-Peer...). Celui qui nous concerne dans le cadre de notre exposé est le modèle Peer-to-Peer. Qu'est-ce que le Peer-to-Peer ? Comment fonctionne-t-il ? Quelles sont ses principes ? Quels en sont les intérêts ? Quels en sont les inconvénients ? Quelles en sont les applications ? Les architectures ? Qu'en est-il du point sécuritaire ? de son évolution depuis sa création ? Quelles sont les logiciels destinés au partage de fichiers pair-à-pair ? Les réponses à ces questions constitueront notre devoir.



I- Définition

Peer-to-Peer signifie littéralement pair à pair ; ce concept introduit ainsi une relation d'égal à égal entre deux ordinateurs. L'informatique pair-à-pair se définit comme le partage des ressources et des services par échange direct entre systèmes. Ces échanges peuvent porter sur les informations, les cycles de traitement, la mémoire cache ou encore le stockage sur disque des fichiers. Contrairement au modèle client-serveur, chaque système est une entité réseau complète qui remplit à la fois le rôle de serveur et celui de client. Avec le Peer-to-Peer, les ordinateurs personnels ont le droit de faire partie du réseau.

Le Peer-to-Peer désigne donc une classe d'applications qui tirent parti des ressources matérielles ou humaines qui sont disponibles sur le réseau Internet.

II- Evolution

D'un point de vue chronologique, le Peer-to-Peer connaît une évolution très intéressante qui vise toujours à plus de décentralisation :

- En **1999**, on a à faire aux **réseaux à serveurs** : le plus ancien est **Napster** qui avait un serveur pour tout le réseau, on peut citer également **eDonkey/eMule** qui étaient un réseau de serveurs, **FastTrack/KaZAa/Skype** qui sont des superpeers ou serveurs auto-proclamés ;
- En **2000**, on fait face à des réseaux dit « **à inondations** » qui fonctionnait de façon à ce que chaque pair se connecte au hasard à un petit nombre d'autres paires comme c'était le cas dans les premières versions de **Gnutella** ; versions dans lesquelles les recherches se font par inondation et les résultats reviennent le long du chemin ;
- En **2001**, le premier résultat académique sur le P2P porte sur les tables de hachage distribuées (**DHT**) qui placent les pairs dans une organisation logique et le routage effectuer dans ces types de réseaux garantit une complexité limitée des recherches : souvent $\log(N)$ pairs contactés par recherche. Cette technique est implémentée dans les réseaux **Overnet**, **Kad (eMule)**, **Azureus DHT**...

- En **2005**, des réseaux dits « **épidémiques** » émergent fonctionnant selon le principe que chaque pair choisit ses voisins parmi ses connaissances en tentant d'optimiser un critère local, les pairs s'échangent leurs voisins (épidémies), le système converge rapidement vers un état stable où chaque pair est dans un optimal local du critère et donc, les recherches conformes au critère trouvent facilement des ressources localement ;
- En **2006**, inspirés par les réseaux sociaux sur le web (**Facebook, Orkut**, etc...), chaque pair choisit comme voisins des pairs qu'il connaît favorisant ainsi l'anonymat, la sécurité et la confidentialité ; il reste toujours un sujet de recherche pour trouver des protocoles efficaces.

III- Caractéristiques et Principe de fonctionnement

III.1- Caractéristiques

Comme les ressources ont une connectivité instable ou des adresses IP variables, elles fonctionnent de manière autonome, indépendamment de systèmes centraux comme les DNS.

Un vrai système Peer-to-Peer se reconnaît donc par les 2 principales caractéristiques suivantes :

- ✓ Est-ce que le système permet à chaque pair de se connecter de manière intermittente avec des adresses IP variables ?
- ✓ Est-ce que le système donne à chaque pair une autonomie significative ?

Dans une architecture peer to peer,

- Chaque client est à la fois serveur et routeurs: chaque nœud contribue en contenu, stockage, en mémoire et en CPU
- Les nœuds sont autonomes
- Le réseau est dynamique: les nœuds peuvent entrer et sortir du réseau de manière fréquente
- Les nœuds communiquent directement: sans l'intervention d'un serveur

III.2- Principe de fonctionnement

Les serveurs P2P fonctionnent dans la quasi-totalité des cas en **mode synchrone** : le transfert d'informations est limité aux éléments connectés en même temps au réseau.

Comme protocole, le **TCP** peut être utilisé comme couche de transport de données ; étant donné que ce protocole fonctionne en duplex, la réception des données est donc confirmée et leur intégrité est assurée. Mais certaines utilisations comme le streaming nécessitent l'emploi d'un protocole plus léger et plus rapide comme UDP.

Le fonctionnement d'un réseau P2P dépend de l'organisation structurelle qui a été adoptée. On distingue : les architectures centralisées et celles décentralisées.

III.2.1- Architecture centralisée

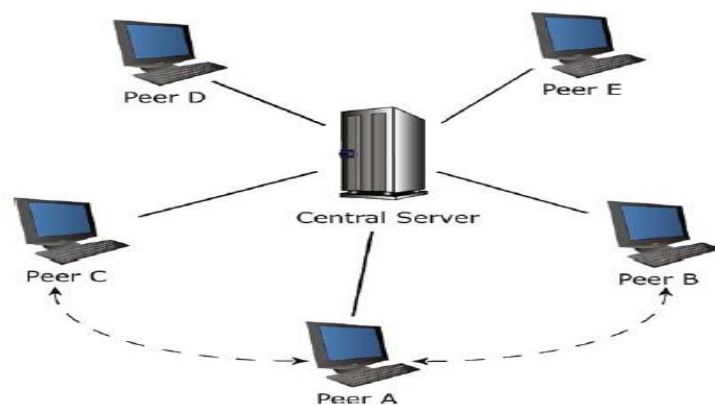


Figure 1 : P2P centralisé

Dans cette architecture, un client ou logiciel utilisé par les membres se connecte à un serveur qui gère les partages, la recherche, l'insertion d'informations, bien que celles-ci transitent directement d'un utilisateur à l'autre.

De telles architectures ne sont pas totalement pair à pair, car un serveur central intervient dans le processus, mais les transferts des fichiers sont effectivement répartis, la décentralisation n'est donc que partielle. C'est la solution la plus fragile, puisque la centralisation de serveurs est indispensable au réseau. Ainsi, si ce point central devient indisponible, tout ce réseau s'effondre. Cette indisponibilité peut arriver à la suite d'une action en justice ou suite à une surcharge de requêtes accidentelle ou due à une attaque pirate.

Théoriquement, un tel dispositif représente actuellement la solution la plus confortable pour l'échange des fichiers dans une communauté mais dans la pratique, ce type exige un investissement important en ressources faisant régresser la qualité des services offerts car le serveur, à la longue, peut être soit saturé, soit limités en termes de nombre d'utilisateurs simultanés autorisés.... Pour palier donc à ces problèmes, la mise sur pied d'un réseau de serveurs fut donc opportune et ainsi donc, le serveur central de l'architecture centralisée est remplacé par un **anneau de serveurs** permettant d'éviter la chute du réseau si une panne

survient sur l'un des serveurs. Chaque serveur peut avoir accès aux informations sur les clients connectés sur les autres. L'accès aux données partagées est donc totalement transparent pour les utilisateurs.

L'architecture centralisée pose des problèmes de sécurité, robustesse, et de limitation de la bande passante. Les problèmes sont directement issus de l'utilisation de serveurs dont le seul but est de posséder l'annuaire des clients.

Si on désire supprimer les serveurs centraux il faut donc trouver le moyen de constituer un annuaire sur chaque client, puis de les faire communiquer. C'est sur ces mécanismes que sont basés les réseaux Peer to Peer décentralisés. Il n'y a donc plus de serveurs centraux, ce sont tous les éléments du réseau qui vont jouer ce rôle. Chaque machine dans ses rôles est identique à une autre, c'est pour cela que l'on appelle ces types de réseaux **pur peer to peer**.

III.2.2- Architecture décentralisée

Contrairement aux réseaux centralisés, où il suffisait de se connecter au serveur pour avoir accès aux informations, il faut pour avoir accès à une information en décentralisé :

- ✓ Apprendre la topologie du réseau sur lequel le client est connecté.
- ✓ Rechercher l'information sur tous les nœuds.
- ✓ Recevoir une réponse d'un nœud répondant aux critères.

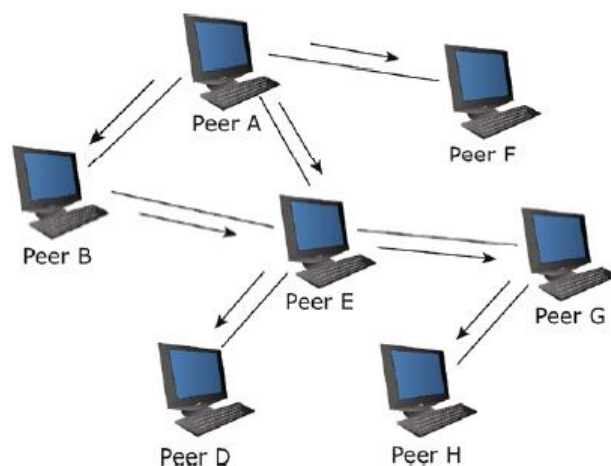


Figure 2 : P2P décentralisé

- ✓ Le client A se connecte sur le réseau, il ne connaît pas la topologie du réseau. A est totalement aveugle.
- ✓ Pour connaître les autres membres du réseau A va "broadcast" une demande d'identification des nœuds du réseau.

- ✓ Les nœuds recevant la demande vont à leur tour la répercuter sur tous les nœuds voisins et ainsi de suite.
- ✓ Lorsque que la trame est reçue et identifiée par un autre client, le nœud renvoi une trame d'identification à A.
- ✓ Ainsi A va peu à peu pouvoir identifier tous les nœuds du réseau et se créer un annuaire.

La recherche d'information et la récupération de données

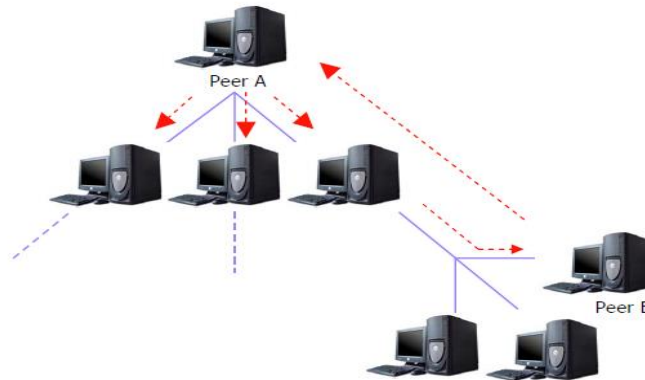


Figure 3 : Création de l'annuaire

L'annuaire est créé, maintenant A désiré lancer une recherche d'information :

- ✓ Cette demande va être transmise à tous les nœuds proches de A qui vont à leur tour la transmettre.
- ✓ Lorsqu'un est capable de répondre à la demande d'A (B), il émet une réponse vers A contenant la liste des fichiers répondants aux critères de recherches.
- ✓ A reçoit toutes les réponses correspondantes à sa demande.
- ✓ Un index des fichiers est créé en local sur A.
- ✓ L'utilisateur n'a plus qu'à choisir les fichiers qu'il désire récupérer.
- ✓ Le téléchargement se fait réellement de machine à machine sans passer par le réseau, par exemple A communique directement avec B.

Un grand avantage de ce nouveau type de réseaux, est en théorie le total anonymat qu'il procure. En effet en évitant de communiquer avec une machine centralisant les demandes et les annuaires, on évite les problèmes de récupération des données utilisateurs.

Le principal **inconvénient** de cette méthode est l'ensemble des séries de **broadcast** qui sont diffusées sur le réseau. Cela a pour conséquence de polluer et donc de ralentir les échanges de données entre les machines.

Une telle architecture permet de résister à de telles attaques, puisque le logiciel client ne se connecte pas à un unique serveur mais à plusieurs. Le système est ainsi plus robuste, mais la recherche d'informations est plus difficile. Elle peut s'effectuer dans des systèmes décentralisés non structurés comme **Gnutella**, où la recherche nécessite un nombre de messages élevé, proportionnel au nombre d'utilisateurs du réseau (et exponentiel suivant la profondeur de recherche). Dans les systèmes décentralisés structurés, une organisation de connexion est maintenue entre les nœuds. La plupart est basée sur les tables de hachage distribuées, permettant de réaliser des recherches en un nombre de messages croissant de façon logarithmique avec le nombre d'utilisateurs du réseau, comme **CAN**, **Chord**, **Freenet**, **GUNet**, **I2P**, **Tapestry**, **Pastry** et **Symphony**.

III.2.3- A Un réseau hybride : les réseaux Super Nœuds

Une autre solution a été envisagée, consistant en l'utilisation de « super-nœuds ». Ces éléments du réseau sont idéalement choisis en fonction de leur puissance de calcul et de leur bande passante, afin de réaliser des fonctions utiles au système, comme l'indexation des informations et le rôle d'intermédiaire dans les requêtes. Cette solution, rendant le système un peu moins robuste (les cibles à « attaquer » dans le réseau pour que le système devienne inopérant sont moins nombreuses que dans un système de type Gnutella, par exemple), est employée dans les systèmes **FastTrack**, comme **KaZaA**. Les nœuds du réseau peuvent alors devenir super-nœuds et vice-versa, selon les besoins du système ou de leur propre choix.

IV- Avantages et Inconvénients

IV.1- Avantages

L'architecture pair à pair a quelques avantages notoires parmi lesquels :

- Il est facile à installer, de même que la configuration des ordinateurs sur ce réseau,
- Toutes les ressources et tous les contenus sont partagés par tous les pairs, contrairement à l'architecture client- serveur où le serveur partage tous les contenus et toutes les ressources.

- Le P2P est plus fiable car la dépendance centrale est éliminée. La défaillance d'un pair n'affecte pas le fonctionnement des autres pairs. En cas de réseau client – serveur, si le serveur tombe en panne, tout le réseau est affecté.
- L'administrateur système à temps plein n'est pas nécessaire. Chaque utilisateur est l'administrateur de sa machine. L'utilisateur peut contrôler ses ressources partagées.
- Le coût global de la construction et de la maintenance de ce type de réseau est comparativement très bas.

IV.2- Inconvénients

Le Peer-to-Peer n'a pas que des avantages car sans un minimum de contrôle, on peut voir apparaître des activités comme la diffusion de virus ou le freeloading.

- Les **virus** : nombres de virus circulent sur les réseaux P2P et démontrent la vulnérabilité d'un réseau où l'information circule librement ;
- Les **freeloading** : les réseaux P2P ne peuvent fonctionner correctement que s'il y a participation active de leurs membres ;
- Une **atteinte à la vie privée** : notre vie privée n'est pas nécessairement protégée lorsque nous utilisons un outil P2P vu que les adresses IP des utilisateurs peuvent être récupérées lorsque le logiciel est centralisé et lorsqu'il est décentralisé, les utilisateurs sont identifiables par leur fournisseur d'accès ;
- La **pollution des réseaux** : sans même annoncer d'ultimatum, plusieurs entreprises proposent de polluer les réseaux d'échange de musique entre particuliers en y incorporant des fichiers de moindre qualité ou incorrects pour rendre ces réseaux gratuits et anarchiques moins attractifs ;
- Ce système n'est pas du tout centralisé, ce qui le rend très difficile à administrer ;
- La sécurité est moins facile à assurer, compte tenu des échanges transversaux ;
- Aucun maillon du système ne peut être considéré comme fiable.
- La **propagande** : nul n'est sans savoir que les systèmes P2P sont pour la plupart envahis par des bannières publicitaires même si à présent, des versions allégées des logiciels sont proposés sans publicités.

V- Applications

Le P2P ne s'est pas fait connaître en tant que principe mais par les applications qui ont pu émerger selon ce nouveau modèle de réseau.

- ✓ **Partage de fichiers** : L'avènement des connexions à Internet à haut débit (ADSL notamment) sans limite de temps a contribué à cet essor. Le principe distribué de ces systèmes permet de télécharger à débit important un fichier à partir de plusieurs sources à débit limité. Chaque internaute est un pair du réseau et les ressources sont des fichiers donc chacun peut partager ses fichiers et télécharger les fichiers des autres ;
- ✓ **Calcul distribué** : cette application est destinée au grand public ou à la recherche, mais toutefois moins répandue que le partage de fichier, est la possibilité pour les internautes de mettre à disposition leur puissance de calcul. Les ordinateurs d'aujourd'hui sont tellement puissants que la majeure partie du temps, une grande partie de leur processeur est disponible pour effectuer des calculs ;
- ✓ Le concept de pair-à-pair est également décliné dans d'autres logiciels tels que le control à distance (**TeamViewer**), la téléphonie (**skype**), la vidéo à la demande (**bittorrent**) et la télévision libre (**joost**).

VI- Logiciels Peer-to-Peer

VI.1- Quelques réseaux P2P et leurs clients

Il existe une multitude de logiciel peer-to-peer parmi lesquels les logiciels sans dispositif de chiffrement des échanges de données disposent de plusieurs logiciels compatibles capables de fonctionner dessus ne possèdent pas de fonctionnalités de contre-mesure destinés à masquer l'activité des pairs (**en langage courant : "qui recherche quoi ?"**), ne permettent pas d'empêcher techniquement de découvrir les fichiers mis à disposition par les utilisateurs ("**qui partage quoi ?**"), ne permettent pas d'empêcher techniquement (**ex: chiffrement**) de "voir" le contenu des transmission de données entre les pairs ("**qui télécharge quoi ?**") :

➤ Réseau BitTorrent

Le protocole BitTorrent est utilisé par de nombreux logiciels clients pour partager des fichiers. Existement également des logiciels apparentés à ce protocole (**BT++ (client BitTorrent), eXeem, Miro**).

➤ Réseau Gnutella

Le réseau Gnutella a eu du succès au début des années 2000 puis son usage a fortement diminué du fait de la répression contre les infractions du droit d'auteur. Certains des clients permettant d'accéder à ce réseau sont (**Shareaza, Limewire et son clone Frostwire, Acquisition (software) (en) (Mac), BearShare, Cabos (en) (Mac : Aquisition + Limewire), Gnucleus (en), mlDonkey, Morpheus, mltac, Poisoned (en), PeerCast (en), Phex (en), Swapper, XoloX (en), Mutella (en), IMesh**).

➤ Réseau Napster

Le réseau Napster ne fonctionne plus à cette date (2013), son successeur OpenNap non plus. Certains des clients qui permettait d'accéder à ce réseau étaient : (**mlmac, Poisoned (en), lopster**).

➤ Réseau FastTrack

Certains des clients permettant d'accéder au réseau FastTrack sont : (**Kazaa, Grokster (en) (arrêté par la MPAA et la RIAA), iMesh, giFT, mltac, Poisoned (en)**).

➤ Réseau eDonkey2000

Certains des clients qui permettaient d'accéder au réseau EDonkey2000 étaient : (**eDonkey2000 (regroupement eDonkey2000 - Overnet),mlDonkey, eMule, IMule, LMule, aMule, xMule, Shareaza lphant**).

➤ Réseau MP2P (Manolito P2P)

Ce réseau pair à pair a été créé par le programmeur espagnol Pablo Soto. Certains des clients permettant d'accéder à ce réseau sont : (**Piolet, Blubster**).

➤ Réseau Direct Connect

Certains des clients permettant d'accéder au réseau Direct Connect sont : (**Direct Connect, DC++, Zion++, BlackDC, oDC, rmDC**).

➤ Réseau Ares Galaxy

Certains des clients permettant d'accéder au réseau Ares Galaxy sont : (**Ares (Galaxy ou Lite), FileCroc**).

Nous avons aussi des logiciels avec dispositif de chiffrement des échanges de données comme **Tudzu** (sauvegarde entre amis. Lancé en 2012). Logiciel client pour Windows et Linux.

VI.2- Mise en pratique des notions acquises

Dans cette section, nous allons faire une brève présentation des différentes applications P2P que nous avons eu à manipuler.

- ✓ **uTorrent** : certainement l'outil P2P le plus utilisé parmi tous les autres de par sa simplicité d'utilisation et faiblement consommation mémoire.



- ✓ **eMule** : cet outil nous permet de nous connecter aux réseaux les plus populaires du P2P : eDonkey et Kad ; ce qui le distingue des autres est qu'il inclut l'échange direct des sources entre clients, le diagnostic rapide des fichiers corrompus et l'utilisation d'un système de crédit pour les utilisateurs les plus fidèles.

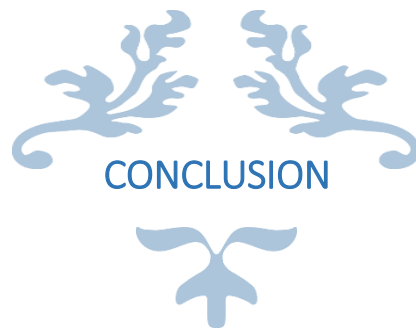


eMule 0.50a

Copyright (C) 2002-2010 Merkur

- ✓ Jeux vidéo en réseau : cas de **Conflict Global Storm**.





Parvenu au terme de notre devoir où il était question pour de présenter le modèle fonctionnelle Peer-to-Peer sous toutes ses coutures, il en ressort que dans ce modèle, les deux machines qui communiquent sont sur un pied d'égalité, elles peuvent êtres toutes les deux **serveurs ou clients** voire **clients et serveurs** à la fois. C'est le mode de fonctionnement systématique sur l'Internet, mais la distinction client-serveur a provoqué un abus de langage : le sens commun a retenu que les postes de travail individuels sont uniquement des clients. Le P2P désigne donc le fait de transformer un tel poste en serveur de fichiers plus ou moins évolué à l'instar des programmes implantant ce type de communication : Gnutella, Napster, eMule...



- <http://jargon.tuxfamily.org>, site web officiel de l'encyclopédie *Jargon Informatique* consulté le 04 / 11 / 2018 ;
- <http://www.wikipédia.org>, site web officiel de l'encyclopédie en ligne *Wikipédia* consulté le 04 / 11 / 2018 ;
- Cours Master Réseaux informatique.pdf Docteur FUTE Eli ;
- *Pair-à-Pair : Architecture et services*, document électronique rédigé par Fabrice Le Fessant édition Forum Atena et publié en 2008.